

**unesp**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – RIO CLARO



---

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE  
(BIODINÂMICA DA MOTRICIDADE HUMANA)

---

**EFEITO DO TREINAMENTO DE FORÇA E POTÊNCIA NA CURVA FORÇA-  
TEMPO ISOMÉTRICA E NA ATIVAÇÃO MUSCULAR EM IDOSOS COM  
DOENÇA DE PARKINSON**

**LUCIANA MENDONÇA ARANTES**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Motricidade.

**RIO CLARO  
2009**

---

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE  
(BIODINÂMICA DA MOTRICIDADE HUMANA)**

---

**EFEITO DO TREINAMENTO DE FORÇA E POTÊNCIA NA CURVA FORÇA-  
TEMPO ISOMÉTRICA E NA ATIVAÇÃO MUSCULAR EM IDOSOS COM  
DOENÇA DE PARKINSON**

**LUCIANA MENDONÇA ARANTES**  
**Orientador: SEBASTIÃO GOBBI**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Motricidade.

**RIO CLARO**  
**2009**

***Dedico este estudo a minha irmã  
Beatriz por sempre me incentivar. O  
orgulho que sinto por você é a  
minha maior motivação.***

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ter colocado pessoas tão iluminadas na minha vida durante todo esse processo de aprendizado;

Aos meus pais, Ricardo e Divina, pela educação que me proporcionaram e que hoje reflete muito na pessoa e na profissional que eu sou, por confiarem e acreditarem nos meus sonhos e, principalmente, pelo amor incondicional. Amo vocês!

As minhas irmãs, Patrícia, Priscila e Luana, pelo carinho, amor e compreensão. Deixo aqui expresso meu orgulho por ter pessoas tão especiais na minha vida;

A minha irmã Beatriz e ao meu cunhado Sukita pela amizade, carinho, respeito e acima de tudo, por serem meu “porto-seguro”. Tenho uma grande admiração pelo sucesso profissional de cada um de vocês, pela estrutura familiar que vocês construíram e por não medirem esforços em ajudar o próximo;

Aos idosos e idosas pelo carinho e dedicação que me proporcionaram durante todo o tempo que estive ao lado deles, ensinando e acima de tudo, aprendendo com tantas e diferentes experiências de vida;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Sebastião Gobbi pela oportunidade, confiança e orientação. Devoto aqui a mais sincera admiração por sua competência e dignidade. Obrigada pelos ensinamentos e pela amizade;

A Profa. Dra. Geni Araújo Costa, minha mestre e grande amiga, por me mostrar o caminho da ciência e do aprendizado, me proporcionando subsídios para entender e respeitar a essência do ser humano. Ressaltando, aqui, o respeito e admiração que sinto por essa grande profissional;

A Profa. Dra. Lilian Teresa Bucken Gobbi, Prof. Dr. Florindo Stella, Profa. Dra. Ruth Ferreira Santos pela receptividade e compreensão que me proporcionaram durante todo o tempo da pesquisa;

A Profa. Dra. Silvia Deutsch pelos conselhos, por me mostrar que, mesmo em meio às “turbulências”, existe um caminho mais sereno e iluminado a ser seguido, assim como pela grande amizade;

Aos membros do Laboratório de Atividade Física e Envelhecimento, pela paciência, colaboração e aprendizado. Com certeza um laboratório repleto de grandes e competentes profissionais;

Aos amigos da graduação e pós graduação, em especial, Natália, Jack, Jéssica, Flávia, Diana, Carla, Ana Paula, Mel, Gustavo, Danilo, Marcelo, Deco, Rodrigo, Jailton pelos momentos de alegria e descontração;

A minha grande amiga Patrícia Raquel por me mostrar a cada dia que uma amizade sólida e verdadeira é compreendida por confiança, carinho, respeito, admiração, conselhos, momentos alegres e difíceis. Tenho um orgulho imenso por ter conhecido uma pessoa de personalidade forte e com um caráter inexplicável;

A Priscila pela amizade, pelos ensinamentos e por ter sido companheira durante todo esse tempo;

A Katinha, minha amiga, por sempre me proporcionar paz, tranquilidade e confiança;

A Camila pela confiança, apoio e por respeitar as diferenças entre pessoas e momentos. Amizade que veio no momento preciso para que o término desse sonho fosse mais prazeroso;

Aos membros da banca, Profa. Dra. Maria Elisa Pimentel Piemonte, Prof. Dr. Paulo de Tarso Veras Farinatti, Prof. Dr. Cláudio Alexandre Gobatto, Profa. Dra. Geni Araújo Costa pelas sugestões e contribuições;

Ao CNPq, FNS-MS, FUNDUNESP, PROEX-UNESP, FINEP pelo apoio financeiro da pesquisa.

## RESUMO

O presente estudo teve como objetivo analisar o efeito do treinamento de força e potência na curva força-tempo isométrica e na ativação muscular em idosos com doença de Parkinson (DP). A amostra final foi composta por 25 participantes de ambos os gêneros (n=8 – grupo controle (GC); n=8 – grupo de força (GF); n=9 – grupo de potência (GP). Os grupos GF e GP realizaram treinamento com pesos, durante oito semanas, com especificidade para desenvolvimento de força ou potência musculares, respectivamente. O grupo controle (GC), composto por idosos com DP, realizou apenas o protocolo de avaliação pré e pós oito semanas. Os participantes realizaram consecutivamente: a) avaliação da Curva força-Tempo isométrica e da atividade eletromiográfica; b) início do protocolo de treinamento para os GF e GP; c) re-avaliação ao término do protocolo de treinamento de força e de potência. Para a análise dos dados foi utilizada estatística descritiva (média e desvio-padrão) e ANOVA two-way para medidas repetidas em todas as variáveis com nível de significância de  $p < 0,05$ . Os resultados apontaram interações significativas ( $p < 0,05$ ) em contração voluntária máxima (CVM), taxa de desenvolvimento de força (TDF) no intervalo de tempo de 0-50ms e ativação muscular (iEMG) do músculo vasto lateral. Não foram encontradas interações significativas ( $p > 0,05$ ) na TDF nos intervalos de tempo 0-100; 0-150 e 0-200ms, TDFpico, impulso contrátil e ativação muscular (iEMG) dos vastos lateral e medial, nos intervalos de tempo 0-50; 0-100; 0-150 e 0-200ms, como também, na ativação do músculo vasto medial no momento da contração voluntária máxima. Portanto, conclui-se que o treinamento com pesos (força e potência) é capaz de aumentar a contração voluntária máxima, contudo o protocolo de potência parece trazer maiores benefícios; a capacidade dos idosos com DP de gerar força rápida (TDF) nos primeiros 50ms aumenta após oito semanas de treinamento de potência, com manutenção da mesma quando o protocolo de treinamento de força é utilizado; a ativação do músculo vasto lateral é aumentada em resposta aos dois protocolos de treinamento, o que não ocorre com o vasto medial.

Palavras-chave: Treinamento de força. Treinamento de potência. Doença de Parkinson. Ativação Muscular. Curva força-tempo isométrica.

## ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the effect of strength and power training on isometric force-time curve and muscular activation in elderly individuals with Parkinson's disease (PD). The initial sample was composed by 25 participants of both gender (n=8 – control group (CG); n=8 – strength group (SG); n=9 – power group (PG). Both group, SG and PG, participated of resistance training for eight weeks with specificity for development of strength and muscular power, respectively. The CG, with Parkinson's disease, participated only of evaluation protocol, before and after eight weeks. Participants performed consecutively: a) evaluation of isometric force-time curve and muscular activation; b) start the resistance training protocol for SG and PG; c) reevaluation of isometric force-time curve and muscular activation. For the data analysis it was used the descriptive statistics (mean and standard deviation) and two-way ANOVA for repeated measurements of all variables. The level of significance adopted was  $p < 0.05$ . The results pointed significant interactions ( $p < 0.05$ ) in maximum voluntary contraction (MVC), rate of force development (RFD) in time interval of 0–50 and integrated EMG of vastus lateralis (iEMG VL). No significant interactions ( $p > 0.05$ ) were found in rate of force development (RFD) in time intervals of 0–100; 150; and 200 ms, peak of rate of force development (RFD peak), contractile impulse (CI) and integrated EMG of vastus lateralis and vastus medialis in time intervals of 0–50, 100, 150, and 200 ms as well in integrated EMG of vastus medialis at the same moment of MVC. In conclusion, the resistance training (strength and power) it is capable to increase the MVC, however the power training protocol seems to be more beneficial; the PD seniors' capacity to generate fast force (TDF) in the first ones 50ms increase after eight weeks of power training, and it's maintained when the protocol of strength training is used; the activation of the vastus lateralis is increased in response to both training protocols, what doesn't happen with the vastus medialis.

Key-words: Strength training. Power training. Parkinson's disease. Muscular activation. Isometric force-time curve.

## LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Características dos pacientes com doença de Parkinson (DP) participantes do estudo (n=25).....	40
TABELA 2. Resultados médios e desvios-padrão pré e pós-intervenção e valores de F e p (interação, Anova 3x2) da contração voluntária máxima (CVM) e integral da atividade eletromiográfica (do iEMG) dos músculos vasto medial (VM) e vasto lateral (VL), em três grupos de idosos com doença de Parkinson (GF = treinamento de força; GP = treinamento de potência e GC = controle).....	42

## LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1a. Esquema do funcionamento normal da circuitaria dos núcleos da base (vias dopaminérgicas e colinérgicas).....	21
FIGURA 1b. Esquema do funcionamento da circuitaria dos núcleos da base na DP (vias dopaminérgicas e colinérgicas).....	22
FIGURA 2. <i>Leg Press</i> , exercício empregado para mensuração da Cf-tempo isométrica e transdutor de força (EMG System do Brasil).....	35
FIGURA 3. Eletromiógrafo de 8 canais (EMG System do Brasil LTDA).....	37
FIGURA 4. Box plot dos estágios da escala de Hoehn & Yahr dos grupos força (GF; n = 8); potência (GP; n = 9) e controle (GC; n = 8), no momento pré intervenção, em idosos com doença de Parkinson.....	41
FIGURA 5. Médias da contração voluntária máxima (CVM), pré e pós 8 semanas de período experimental para os grupos força (GF; n = 8); potência (GP; n = 9) e controle (GC;n = 8).....	43
FIGURA 6. Comportamento da atividade iEMG do vasto lateral (médias), pré e pós 8 semanas de período experimental para os grupos força (GF; n = 8); potência (GP; n = 9) e controle (GC;n = 8)...	43
FIGURA 7. Médias $\pm$ desvios-padrão da taxa de desenvolvimento de força (TDF) pré e pós 8 semanas de período experimental para os grupos força (GF; n = 8); potência (GP; n = 9) e controle (GC;n = 8). A TDF foi determinada como a variação da força muscular pela variação do tempo ( $\Delta$ força/ $\Delta$ tempo) para os intervalos de tempo de 0-50; 0-100; 0-150; 0-200ms, após o início da contração.....	44
FIGURA 8. Médias da taxa de desenvolvimento de força (TDF) para o intervalo de tempo de 0-50ms, pré e pós 8 semanas de período experimental para os grupos força (GF; n = 8); potência (GP; n = 9) e controle (GC;n = 8).....	45

FIGURA 9. Comportamento da taxa de desenvolvimento pico (médias $\pm$ desvios-padrão) pré e pós 8 semanas de período experimental para os grupos de força (GF; n = 8); potência (GP; n = 9) e controle (GC;n = 8). A TDFpico foi determinada como o ponto mais íngreme da curva, dentro de janelas regulares de 20ms, para os primeiros 200ms a partir do início da contração.....	46
FIGURA 10. Comportamento do impulso contrátil (médias $\pm$ desvios-padrão) pré e pós 8 semanas de período experimental para os grupos de força (GF; n = 8); potência (GP; n = 9) e controle (GC; n = 8). O impulso contrátil foi calculado como a área sobre a curva para os diferentes parâmetros de tempo (0-50; 0-100; 0-150; 0-200ms), relativos ao início da contração.....	47
FIGURA 11. Comportamento da atividade iEMG do vasto medial para a TDF e o impulso contrátil em seus diferentes instantes de tempo (médias $\pm$ desvios-padrão) pré e pós 8 semanas de período experimental para os grupos de força (GF; n = 8); potência (GP; n = 9) e controle (GC; n = 8).....	48
FIGURA 12. Comportamento da atividade iEMG do vasto lateral para a TDF e o impulso contrátil em seus diferentes instantes de tempo, (médias $\pm$ desvios-padrão) pré e pós 8 semanas de período experimental para os grupos de força (GF; n = 8); potência (GP; n = 9) e controle (GC; n = 8).....	48

## SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVO GERAL.....	18
2.1. Objetivos Específicos.....	18
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	19
3.1. Doença de Parkinson.....	19
3.2. Força e Potência Muscular.....	23
3.2.1. Mecanismos da redução de força e potência muscular com o envelhecimento e DP.....	25
3.3. Envelhecimento e Treinamento com Pesos.....	27
3.4. Doença de Parkinson e Treinamento com Pesos.....	31
4. MATERIAIS E MÉTODO.....	33
4.1. Delineamento da Pesquisa.....	33
4.2. Amostra e Recrutamento.....	33
4.3. Aspectos Éticos.....	33
4.4. Procedimentos.....	33
4.4.1. Protocolo de Avaliação.....	34
4.4.2. Avaliação da Curva força-tempo isométrica.....	34
4.4.3. Registro e Tratamento da atividade eletromiográfica nos diferentes protocolos de avaliação.....	36
4.5. Protocolo de Treinamento com pesos.....	38
4.5.1. Treinamento de Força.....	38
4.5.2. Treinamento de Potência.....	39
4.6. Análise dos dados.....	39
5. RESULTADOS.....	40
5.1. Contração Voluntária Máxima (CVM) e integral da Atividade Eletromiográfica (iEMG) dos músculos vasto medial e vasto lateral..	41
5.2. Taxa de desenvolvimento de força (TDF).....	44
5.3. Taxa de desenvolvimento de força pico (TDFpico).....	45
5.4. Impulso Contrátil (IC).....	46
5.5. Integral da atividade eletromiográfica dos vastos medial e lateral para a taxa de desenvolvimento de força e o impulso contrátil	47

6. DISCUSSÃO.....	49
7. CONCLUSÃO.....	56
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
APÊNDICES.....	71
APÊNDICE 1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	71
APÊNDICE 2. Resultados Individuais (pré-intervenção).....	73
APÊNDICE 3. Resultados Individuais (pós-intervenção).....	76
ANEXOS.....	79
ANEXO 1. Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa.....	79

## 1. INTRODUÇÃO

Durante o último século a estrutura etária da sociedade se alterou de modo acelerado com elevação da porcentagem de pessoas idosas no Brasil e no mundo. Como uma das conseqüências, a população idosa, passou a ser alvo de maior preocupação e atenção por parte dos governantes, estudiosos, pesquisadores, dentre outras pessoas preocupadas com essa nova realidade.

Para uma abordagem mais apropriada e eficaz das novas demandas, além de estudar amplamente a população idosa, é necessário conhecer subgrupos específicos dentro dessa população, possibilitando maior especificidade das intervenções, o que reflete em ações e investimentos mais efetivos (HIRAYAMA, 2006).

Segundo Chaimowicz (1997) e Lebrão (2003), o aumento demográfico pode influenciar o perfil da saúde da população: ao invés de processos agudos, passam a predominar as doenças crônico-degenerativas. Estas, por sua vez, podem manifestar-se como instabilidade postural e quedas, declínio da capacidade funcional, incontinência urinária, comprometimento cognitivo, confusão mental, sintomas depressivos, entre outros, diminuindo a autonomia. Ocasionalmente, portanto, maior dependência para a realização das atividades de vida diária (AVDs), como também aumento da utilização dos serviços de saúde.

A promoção da saúde, incluindo a prática de atividade física, principalmente após os 65 anos, é uma alternativa que apresenta um bom custo benefício na obtenção de informação e programas de intervenção, melhoria da capacidade funcional e a promoção de uma vida independente em todos os níveis (FARINATTI, 2008). Faz-se então necessário conhecer subgrupos dessa população, possibilitando-se uma maior especificidade das intervenções e benefícios efetivos.

Dentre as doenças crônico-degenerativas, recebe importante destaque a Doença de Parkinson (DP). A DP é uma patologia neurodegenerativa caracterizada pelo comprometimento motor progressivo. Esta doença afeta uma em cada 100 pessoas maiores que 50 anos de idade e acomete cerca de 3,3% da população idosa brasileira (SCANDALIS et al., 2001; BARBOSA et al., 2006).

Moore (2003) relata que as manifestações clínicas da DP refletem a degeneração da *substantia nigra* localizada no mesencéfalo e as mudanças compensatórias que ocorrem nas vias neurais em que ela participa. Mais

especificamente, acontece uma degeneração seletiva dos neurônios que produzem a dopamina, particularmente na via nigroestriatal que se projeta ao núcleo caudado e putâmen, afetando o controle motor.

Alguns estudos relatam efeitos benéficos da atividade física em sintomas motores na DP, bem como, na capacidade funcional e nas funções cognitivas dos mesmos (PIEMONTE et al., 2002; LOPES, 2006; TANAKA et al., 2009). Contudo, tais evidências ainda não propiciaram a inclusão de tratamento não-farmacológico (incluindo prática de atividade física) no protocolo clínico e diretrizes terapêuticas especificamente para a DP. O que existe é a orientação de prática regular de atividade física pela pessoa idosa, de uma forma geral (Ministério da Saúde, 2002) e a inclusão de diretriz de tratamento não-farmacológico em algumas doenças, por exemplo, em dislipidemias (Ministério da Saúde, 2002). Tal ausência no tratamento da DP pode indicar falta de estudos e pesquisas que mostrem os efeitos benéficos da atividade física como tratamento não-farmacológico na DP.

Pesquisas têm indicado que indivíduos com DP apresentam significativa perda de massa e força muscular comparados a indivíduos idosos saudáveis (KAKINUMA et al., 1998; ROGERS, 1996; SCANDALIS et al., 2001). Embora tenha sido sugerido que a força possa ser melhorada com a aplicação da cinesioterapia em idosos com DP (PALMER et al., 1986), os métodos para ganho de força muscular ainda não foram suficientemente investigados.

Segundo Izquierdo et al. (1999), em indivíduos idosos a capacidade de produzir força muscular explosiva (potência) é reduzida mais drasticamente do que a força muscular máxima. Estima-se que a capacidade de potência em membros inferiores pode ser perdida em uma proporção de 3,5% entre 65 e 84 anos (FLECK; KRAEMER, 2006).

Para Knight e Kamen (2002), mesmo que seja lógico sugerir que fatores musculares são chaves para o desenvolvimento da força muscular em jovens e idosos, há uma considerável evidência que fatores neurais também contribuem para a produção de força. Um fator neural crítico para a produção de força máxima é a ativação muscular. Existem vários componentes centrais e periféricos da ativação muscular máxima, que implica no estímulo e no recrutamento das unidades motoras disponíveis e uma maior frequência de disparo. Alguns estudos relacionados à perda de força com o avançar da idade têm relatado que os indivíduos mais velhos, quando

comparados com indivíduos mais jovens, apresentam menor capacidade na ativação muscular. (YUE et al., 1999; HARRIDGE et al., 1999). Contrariamente, a ativação muscular completa tem sido observada nos flexores do cotovelo e nos flexores plantares de indivíduos idosos (PHILLIPS et al., 1992; DE SERRES; ENOKA, 1998). Verifica-se então que a diferença entre jovens e idosos pode ser músculo dependente.

Um instrumento importante para análise da ativação muscular é a eletromiografia. Ela tem sido considerada uma ferramenta de extrema relevância na clínica neurológica, na reabilitação, na medicina esportiva e nos estudos da fisiologia humana, por proporcionar um melhor entendimento dos processos fisiológicos do sistema neuromuscular que contribuem para formação do sinal eletromiográfico (MORITANI & YOSHITAKE, 1998; PATTICHIS et al., 1999).

Alguns estudos que analisaram a atividade eletromiográfica em pacientes com DP sugerem que o treinamento com pesos, por melhorar o padrão de coativação muscular pode ser benéfico para melhorar a força muscular atenuando os sintomas secundários de atrofia muscular (GLENDINNING; ENOKA, 1994), e melhorar a eficiência do movimento durante o desempenho de atividades de membros inferiores (DOORENBOSCH et al., 1994; VAN INGEN SCHENAU et al., 1992) provocando uma maior estabilização e proteção das articulações.

Contudo, não foram encontrados estudos que utilizaram o treinamento com pesos e avaliaram simultaneamente força e ativação muscular em membros inferiores de idosos com DP, que como foi mencionado anteriormente, podem se comportar de forma diferente comparado com membros superiores. Além disto, em idosos, os grupos musculares de membros inferiores são os que sofrem maior declínio resultante do processo de envelhecimento e fatores a ele associados (FRONTERA et al., 1991; FERREIRA, 2005).

A força máxima, por seu lado, tem mostrado significativa correlação com a taxa de desenvolvimento de força em idosos (IZQUIERDO et al., 1999) e possivelmente em indivíduos idosos com DP o que, entretanto, não tem sido alvo da atenção nas pesquisas relacionadas ao tema (PAASUKE et al., 2004) e, portanto, necessita de estudo a respeito.

De acordo com os parâmetros utilizados no treinamento com pesos, o mesmo pode enfatizar o desenvolvimento de força máxima, de potência ou resistência

muscular. No entanto, evidências existem de que os dois primeiros tipos de treinamento estejam mais relacionados com alteração na ativação muscular e na taxa de desenvolvimento de força, sendo que não foram encontrados estudos comparativos entre os dois métodos de treinamento (força e potência) em idosos com DP. A necessidade de realizá-los ainda é mais justificada porque a potência muscular (como já foi demonstrado em idosos) apresenta um maior declínio e pode ser mais importante nas tarefas diárias que a própria força máxima (BOSCO; KOMI, 1980; CLARKSON et al., 1981; HAKKINEN; HAKKINEN, 1991; HAKKINEN et al., 1998; IZQUIERDO et al., 1999; FLECK; KRAEMER, 2006).

Como em DP há lentificação do movimento, pode ser hipotetizado que atividade física realizada com rapidez (potência) possa ser diretamente específica para melhorar tal sintoma. Uma repercussão possível no dia a dia do idoso com DP poderia ser uma diminuição do risco de quedas por permitir um *timing* mais acoplado entre a demanda do meio ambiente e a resposta muscular. Alguns experimentos relatam que pacientes com DP são seriamente limitados na habilidade de modificar a velocidade de movimento para se adaptarem a qualquer mudança no ambiente (DRAPER; JOHNS, 1964; BARONI et al., 1984; FLOWERS, 1976).

Além da TDF, outro importante parâmetro da força é o impulso contrátil, que pode ser produzido durante o tempo de contração (BAKER et al. 1994). De acordo com a física mecânica clássica, o impulso, definido como o tempo ( $t$ ) integrado ao momento da força é idêntico ao impulso cinético (ou “momentum” que é dado pelo produto da massa e velocidade de um objeto) alcançado durante o movimento do membro (AAGAARD et al., 2002). Segundo os autores, o impulso reflete o tempo específico da contração, no qual provoca uma total influência em todos os parâmetros da TDF. Uma vez que o presente estudo analisará o comportamento da TDF, verificaremos, também, possíveis alterações no tempo de contração (impulso) dos membros inferiores de idosos com DP.

Diante do exposto, pode-se perceber uma carência de estudos longitudinais que analisem os efeitos de abordagens não-farmacológicas em idosos com DP. Considerando a importância de tais abordagens na população em discussão e os efeitos benéficos do treinamento com pesos em indivíduos idosos sem comprometimento neurológico, faz-se necessário investigar possíveis efeitos sobre variáveis relacionadas à força e potência musculares, em indivíduos idosos com DP.

Os resultados de tal investigação, além de contribuir para preencher uma lacuna no conhecimento sobre o tema, poderão também, em uma perspectiva aplicada, fundamentar uma intervenção profissional mais efetiva, resultando em benefícios importantes para idosos com DP.

Em resumo, baseando-se no mencionado anteriormente justifica-se a realização deste estudo com os objetivos expressos a seguir.

## **2. OBJETIVO GERAL**

Analisar o efeito do treinamento de força e potência na curva força-tempo isométrica e na ativação muscular de membros inferiores em idosos com DP.

### **2.1. Objetivos Específicos**

Analisar, em idosos com DP, o efeito do treinamento com pesos visando desenvolver força e potência:

- na contração voluntária máxima (CVM);
- na taxa de desenvolvimento de força (TDF) nos intervalos de 0-50; 0-100; 0-150 e 0-200ms;
- na taxa de desenvolvimento de força pico (TDFpico);
- no impulso contrátil (IC);
- na atividade eletromiográfica integrada (iEMG).

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1. Doença de Parkinson

A DP foi descrita pela primeira vez, por James Parkinson em artigo intitulado “*A essay on the shaking palsy*” publicado em 1817 (KOLLER; RUEDA, 1998). No entanto, a DP foi reconhecida como a perda de células dopaminérgicas na *substantia nigra* apenas em 1919 por Tretiakoff (JANKOVIC, 2001). As características clínicas e a fisiopatogênese foram reconhecidas desde o início do século 20, porém a causa da DP permanece desconhecida (SMITH; KIEVAL, 2000).

Atualmente, sabe-se que a DP é uma doença neurodegenerativa e progressiva que acomete o sistema nigroestriatal dopaminérgico (OBESO et al., 2000). Mais freqüentemente, a DP inicia-se entre as idades de 40 e 70 anos, com pico na sexta década sendo menos comum antes dos 30 anos de idade. Quando a doença se inicia antes dos 20 anos é reconhecida como parkinsonismo juvenil, apresentando um padrão diferente de degeneração nigral (WATERS, 1998).

A DP é uma doença determinada pela redução dos níveis de dopamina na via nigroestriatal dos núcleos da base (NB), em consequência da perda dos neurônios da parte compacta da *substantia nigra* (BOZZI; BORRELLI, 2006). Porém a perda neuronal em outros núcleos do mesencéfalo e estruturas basais pode ocorrer na área tegmentar ventral (ATV), *locus coeruleus*, núcleos dorsais do vago, e núcleos basais de Meynert.

Nos estágios iniciais da DP, a perda de dopamina ocorre principalmente nas fibras dopaminérgicas dorsolaterais do putâmen. À medida que a doença progride, envolve todo o *striatum* e pode se estender a outras áreas (COOLS, 2006; BROWN et al., 1997). O acometimento do putâmen determina as alterações na condução neural da via nigroestriatal (GRAYBIEL, 2000; CARR; SHEPHERD, 1998; ROGERS, 1991).

Em relação à regulação da função motora, a atuação da dopamina (DA) da *substantia nigra* sobre o *striatum* influencia as atividades das vias direta e indireta dos núcleos da base.

Ambas as vias convergem regulando as atividades dos neurônios talamocorticais. Este mecanismo se inicia no córtex motor (principal via dos gânglios da base) o qual envia impulsos excitatórios pelos neurônios GABA (ácido gama amino butírico), mais especificamente ao *striatum* (responsável por auxiliar na

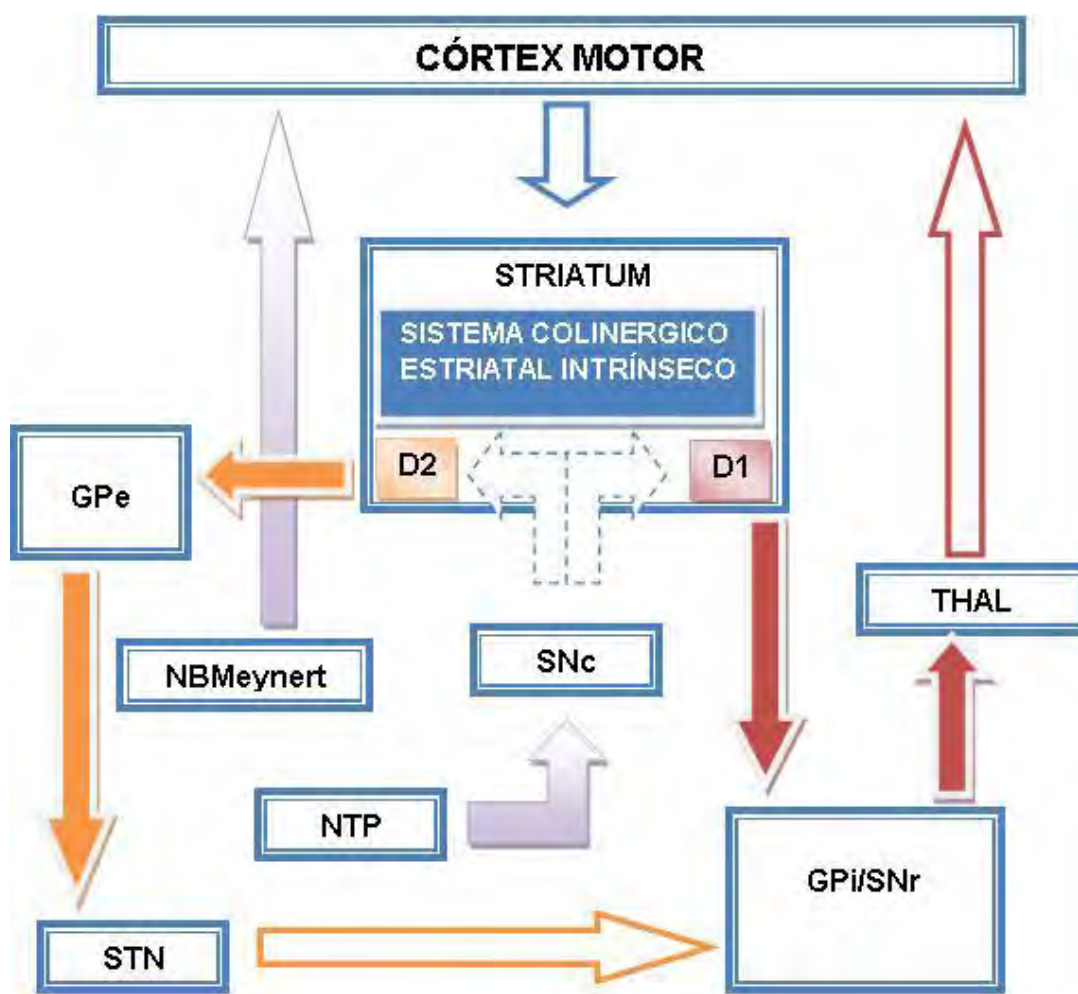
especificação da direção do movimento e de sua amplitude). O *striatum* também recebe inervações da *substantia nigra*. Esta via chamada nigroestriatal exerce ação inibidora sobre o *striatum* pelo neurotransmissor DA, no receptor D<sub>1</sub>. A partir do *striatum*, as projeções se dividem em 2 vias – direta e indireta – que correspondem respectivamente aos receptores D<sub>1</sub> e D<sub>2</sub> (MOORE, 2003).

A Figura 1a, mostra o funcionamento normal da circuitaria dos gânglios da base. Pela via direta (receptor D1), o *striatum* envia impulsos inibitórios para o Globo Pálido Interno e *Substantia Nigra* reticulada (SNr) (GPi, SNr; estruturas que constituem uma unidade funcional dos gânglios da base que regulam o início do movimento) os quais inibirão o Tálamo (Thal; centro de informações sensoriais) que, por seu lado, excitará o Córtex, que comandará o início e controle adequado do movimento. Na via indireta (receptor D2), o *striatum* envia impulsos inibitórios ao Globo Pálido Externo (estrutura que constitui, também, uma unidade funcional dos gânglios da base), inibindo o Núcleo Subtalâmico (STN; que regula movimentos grosseiros), o qual excitará o GPi e o SNr os quais enviarão impulsos inibitórios ao Thal, o qual excitará o Córtex.

Em relação à regulação da função cognitiva, a atuação da acetilcolina (ACh) pelas vias colinérgicas, tanto sobre o córtex quanto sobre o *striatum*, se faz presente (CALABRESI et al., 2006).

Pode-se dizer que existem duas vias colinérgicas: a) Núcleo basal de Meynert (NBMeynert), o qual inerva diretamente o córtex frontal, parietal e occipital e núcleo reticular do tálamo, sendo este responsável pela consciência, percepção e pelo processo cognitivo; b) Núcleo tegmentar pedúnculo pontino (NTP), o qual estabelece conexões com o núcleo basal, influenciando tanto as vias direta quanto indireta. Este por sua vez é responsável pelo controle motor, atenção e aprendizagem (CALABRESI et al., 2006).

Esta circuitaria, uma vez que exista o equilíbrio entre dopamina e ACh intraestriatal, fará com que os impulsos provenientes do córtex cheguem ao tronco espinhal adequadamente e que os movimentos do corpo sejam executados de forma equilibrada e harmônica (ROUSE et al., 2000; DORETO, 2001).

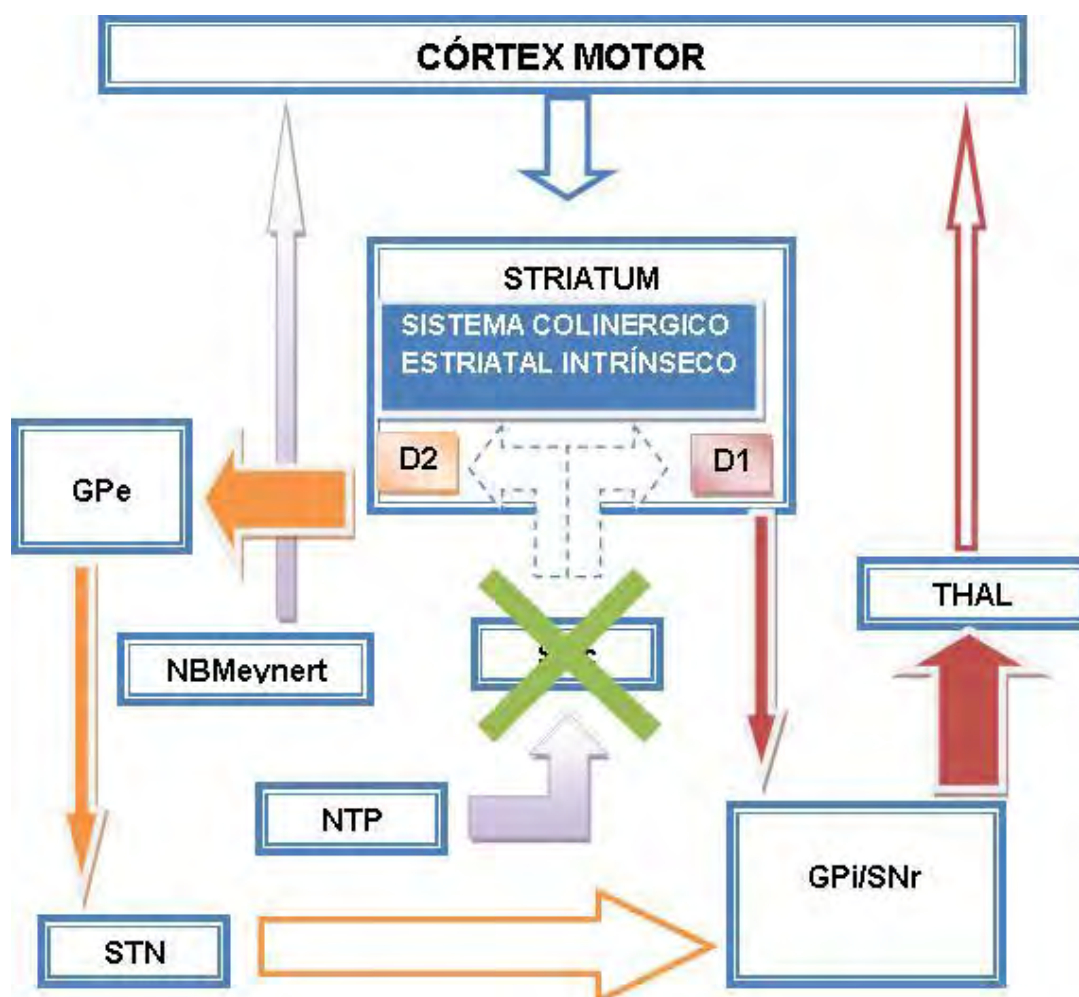


**Figura 1a.** Esquema do funcionamento normal da circuitaria dos núcleos da base (vias dopaminérgicas e colinérgicas).

**Fonte:** Adaptado de Rouse et al. (2000); Calabresi et al. (2006); SNc = Substância negra parte compacta, GP = Globo Pálido, GPe = Globo pálido externo, STN = Núcleo subtalâmico, GPi = Globo pálido interno, SNr = Substância negra parte reticular, Thal = Tálamo, NBMeynert = Núcleo basal de Meynert, NTP = Núcleo tegmentar pedúnculo pontino.

Na DP, devido à degeneração dos neurônios dopaminérgicos e colinérgicos na via nigroestriatal, ocorre um desequilíbrio dos impulsos enviados aos seus destinos: na via direta (D1), o impulso inibitório enviado ao GPi e SNr serão mais fracos que normalmente acontece; assim, este último inibirá de forma extrema o Thal, fazendo com que o impulso excitatório enviado ao Córtex seja menor. Em D2, o impulso inibitório será intenso, fazendo que o GPe iniba de forma fraca o STN, este por sua vez excite intensamente o GPi e SNr, inibindo também de forma intensa o Thal que excitará pobremente o Córtex (Figura 1b). Este impulso fraco via Thal – Córtex fará com que os impulsos cheguem de forma desequilibrada ao tronco

espinal, provocando distúrbios de movimento e declínio cognitivo, os quais caracterizam os sinais da DP, distúrbios de funções executivas e memória (ROUSE et al., 2000; DORETO, 2001).



**Figura 1b.** Esquema do funcionamento da circuitaria dos núcleos da base na DP (vias dopaminérgicas e colinérgicas).

**Fonte:** Adaptado de Rouse et al. (2000); Calabresi et al. (2006); SNc = Substância negra parte compacta, GP = Globo Pálido, GPe = Globo pálido externo, STN = Núcleo subtalâmico, GPi = Globo pálido interno, SNr= Substância negra parte reticular, Thal = Tálamo, NBMeynert = Núcleo basal de Meynert, NTP = Núcleo tegmentar pedúnculo pontino.

Clinicamente, a DP caracteriza-se por distúrbios do movimento, da postura e do equilíbrio, manifestando-se por meio de bradicinesia, rigidez, tremor de repouso, e instabilidade postural (MONTASTRUC, 1991).

A bradicinesia é considerada o sintoma mais incapacitante da DP e está virtualmente presente em todos os pacientes. A bradicinesia é definida por Tiengo

(2002) como uma dificuldade, ou incapacidade em iniciar e realizar movimentos. Morris (2000) e Obeso et al. (2000) definem bradicinesia como uma redução na velocidade de execução e na amplitude dos movimentos. Indivíduos com bradicinesia têm dificuldade em realizar movimentos repetitivos e seqüenciais. Os pacientes com DP que, antes, executavam tarefas realizadas de forma automática, não conseguem mais realizar tarefas múltiplas (WATERS, 1998).

A rigidez pode ocorrer nas fases iniciais da DP e pode contribuir para aumentar a bradicinesia, colaborando com a perda dos movimentos e do controle postural. Ela é caracterizada pela resistência aumentada por meio da amplitude passiva de movimento de uma articulação. Considera-se que a alteração das propriedades mecânicas dos músculos e articulações, produzidas pela DP, possa contribuir com a presença da rigidez (ROGERS, 1991).

O tremor é o sintoma mais comum e mais proeminente na DP. Ele é definido como uma oscilação rítmica de um segmento do corpo, resultando de contrações alternadas de músculos antagonistas reciprocamente inervados (BARBOSA, 1997). Além do tremor de repouso, percebido pelas oscilações que surgem quando o membro está sem atividade motora, ocorre também, o tremor de ação, que pode ser observado durante a execução de movimentos e o tremor postural, evidenciado quando o peso é suportado nos membros ou quando há resistência ao movimento dos membros, do tronco, da cabeça ou do pescoço (MORRIS et al., 2000).

A instabilidade postural tem sido considerada uma das principais características dos indivíduos com DP (DIMITROVA et al., 2004; MITCHELL et al., 1995). Inicialmente, pode manifestar-se como incapacidade de recuperar o equilíbrio quando o indivíduo é empurrado (HORAK et al., 1992). Além disso, a instabilidade postural leva, freqüentemente, a quedas, cujas conseqüências têm impacto sobre a mobilidade (LANDERS et al., 2005; MACDONALD et al., 2000) e a qualidade de vida dos indivíduos com DP (ASHBURN et al., 2001; CAMARGOS et al., 2004).

### **3.2. Força e Potência Muscular**

Durante o processo de envelhecimento, a musculatura esquelética dos idosos sofre várias desnervações e reinervações. As primeiras acontecem, na maior parte, nas fibras rápidas, e as segundas, nas fibras lentas, resultando em atrofia e perda

da funcionalidade das fibras desnervadas (KADHIRESA et al., 1996; FREY et al., 2000).

Alguns pesquisadores acreditam que a deterioração progressiva da musculatura dos idosos, que, leva à instabilidade, perda da capacidade funcional, dificuldade de realizar as tarefas do dia-a-dia, ao aumento nos riscos de quedas, se deve aos problemas no mecanismo de excitação-contração do tecido muscular. Há uma menor capacidade de geração de força das fibras musculares, tornando-o, portanto, cada vez mais frágil (DELBONO, 2003).

A força é um fator importante para a capacidade funcional. Sob condições normais, o desempenho da força muscular humana alcança o seu pico entre os 20 e 30 anos de idade. Após este período, os níveis de força permanecem relativamente estáveis ou decrescem lentamente por mais 20 anos. Portanto, há um declínio gradativo na força muscular máxima com o avanço da idade, especialmente no início da sexta década de vida (PORTER et al., 1995; HAKKINEN et al., 1998; KAUFFMAN, 2001; DESCHENES, 2004).

O decréscimo na força muscular em função da idade resulta, sobretudo, da redução substancial de massa muscular que começa a ser aparente aos 30 anos, ocorrendo uma perda de, aproximadamente, 3 a 5% da massa muscular por ano. Porém isso tende a ser mais pronunciado a partir dos 50 anos de idade (JANSSEN et al., 2000; HUNTER et al., 2004 ).

De acordo com Frontera et al. (1991), a perda de força muscular nos músculos proximais das extremidades inferiores parece ser maior do que nas extremidades superiores, presumivelmente devido ao menor uso diário dos músculos dos membros inferiores do que dos superiores em indivíduos idosos. Esta diminuição de força dos membros inferiores pode ser a principal razão de quedas entre idosos (GARDNER et al., 2001). Nesse contexto, alguns estudos do Projeto Idosos em Movimento: Mantendo a Autonomia (Projeto IMMA), da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), demonstraram a influência da força de membros inferiores sobre o perfil da marcha, assim como nas AVDs (TRANCOSO; FARINATTI, 2003; FARINATTI; NOBRE, 2004).

É importante destacar que, a taxa de declínio da força muscular com o avançar da idade pode variar para os diferentes tipos de ações musculares (concêntrica, excêntrica e isométrica). Além da perda da força muscular, a potência

ou força explosiva (força x velocidade) apresenta um declínio mais rápido associado ao envelhecimento do que a força e a resistência muscular, tanto em homens quanto em mulheres (DESCHENES, 2004; HUNTER; McCARTHY; BAMMAN, 2004; KAUFFMAN, 2001).

Para Fleck e Kraemer (2006), a potência muscular em idosos não tem sido objeto de muitos estudos, mas pode ser até mesmo mais importante do que a força muscular para os componentes da capacidade funcional do indivíduo, pois muitas atividades diárias (caminhar, subir escadas, levantar objetos) exigem um desenvolvimento rápido de força (potência) para serem realizadas.

Analisando as características da curva força-tempo de mulheres e homens mais jovens e mais velhos, Hakkinen e Hakkinen (1991) sugeriram que a capacidade para produzir força no início (0 até 200ms) em uma curva força-tempo pode estar comprometida pelo processo de envelhecimento. O tempo necessário para produzir força isométrica máxima seria significativamente mais longo nas mulheres mais velhas (70 anos) do que nas de meia idade (50 anos) e nas mais jovens (30 anos). Portanto, a capacidade de produzir força rapidamente pode diminuir até mesmo mais do que a força máxima em idades mais avançadas.

### **3.2.1. Mecanismos da redução de força e potência muscular com o envelhecimento e DP**

A principal causa que leva à perda da força muscular, especificamente a perda das fibras musculares com o envelhecimento, é explicada por Lexell et al. (1988). Para esses autores, a redução no número de fibras pode ser causada pela perda permanente do contato entre os nervos das fibras musculares. Parte das fibras parece ser submetida a um processo de desnervação, embora a reinervação também seja possível com o avanço da idade. Na idade mais avançada, o número de fibras musculares no idoso é em torno de 20% menor que no adulto (ROSSI; SADER, 2002).

Acredita-se, também, que indivíduos idosos apresentariam menores quantidades de unidades motoras devido ao declínio da quantidade de motoneurônios  $\alpha$ . As unidades motoras passam por um ciclo natural de remodelamento em que ocorrem algumas conexões sinápticas na junção neuromuscular, caracterizadas por perda de inervação, brotamento axonal e

reinervação das fibras músculo-esqueléticas (DAVINI; NUNES, 2003). Essa remodelagem deteriora-se gradualmente na idade avançada, resultando em atrofia muscular. Em indivíduos idosos a frequência de estimulação para acionar as unidades motoras de membros inferiores é menor que em indivíduos mais jovens (CONNELLY et al., 1999). Essa redução poderia ser explicada por uma menor velocidade de condução do impulso nervoso nos neurônios ou como consequência de menor número de unidades motoras inervando fibras rápidas (ROGERS; EVANS, 1993).

Segundo Lexell et al. (1988), em um dos primeiros trabalhos realizados em cadáveres para tentar explicar a causa da hipotrofia muscular causada pelo envelhecimento, concluiu-se que ocorrem: diminuição na área de secção transversa das fibras musculares dos indivíduos maiores de 70 anos, assim como alterações na forma dessas fibras; diminuição da área muscular em 40% (dos 20 aos 80 anos); diminuição do número total de fibras musculares em 39%; diminuição seletiva no tamanho das fibras musculares do tipo II (contração rápida) em 26%; diferença na composição da área muscular do jovem e do idoso (70% do músculo do jovem se compõem por fibras musculares, decrescendo para 50% no idoso).

As quantidades de proteína, potássio, mineral e água também podem ser afetadas, pois as cadeias pesadas de miosina transformam-se para o tipo mais lento, o que poderia afetar a velocidade do ciclo das pontes transversas de actina e miosina durante as ações musculares (SIGIURA et al., 1992). Portanto, a perda tanto da quantidade como da qualidade das proteínas nas unidades contráteis dos músculos proporciona uma base bioquímica estrutural para a perda da força e potência muscular com o envelhecimento (SIMÃO, 2003).

Além do decréscimo da massa muscular, a diminuição da força máxima, especialmente em idosos, também se deve à redução no *input* neural voluntário máximo e/ou a alterações nas características “qualitativas” do tecido muscular. Para Hakkinen (2006) o declínio da força muscular associado à idade demonstra, em parte, o decréscimo da ativação voluntária máxima dos músculos agonistas.

Segundo Kamen et al. (1995) a ativação muscular incompleta pode ser explicada pelo decréscimo na frequência de disparo das unidades motoras associado à idade. Nesse contexto, Doherty et al. (1993) observaram que a perda de unidades motoras, até mesmo em indivíduos saudáveis e ativos, é um fator primário

da redução da força muscular associadas à idade. Por meio de análises EMG computadorizadas das unidades motoras individuais, estimou-se que haveria uma redução de 47% no número de unidades motoras em indivíduos mais velhos (60 a 81 anos).

Outro fator importante, relacionado aos declínios da força e potência muscular, remete às alterações hormonais que ocorrem durante o processo de envelhecimento. Os hormônios anabólicos (testosterona, GH e insulina) e os fatores de crescimento ajudam a estimular o desenvolvimento dos tecidos musculares e nervosos (KRAEMER, 1992).

O hormônio de crescimento (GH) estimula a produção do Fator do Crescimento do Tipo Insulina 1 (IGF-1), sintetizado localmente no interior da célula muscular. Adams (2002) relata que a produção de IGF-1 local (MGF – fator mecânico de crescimento muscular) é, por sua vez, dependente da carga mecânica e/ou lesão da fibra muscular. No processo de envelhecimento, tanto os valores basais de RNAm do MGF, quanto sua resposta à carga mecânica apresentariam redução. Estes resultados levam à especulação de que a sarcopenia (redução da massa muscular) seria um efeito da menor disponibilidade de MGF.

Segundo Laughlin e Barrett-Connor (2000) e Welle et al. (2003) as reduções nos níveis de testosterona e IGF-1 são, possivelmente, as mudanças hormonais que mais contribuem para o processo de sarcopenia.

Os mesmos mecanismos relatados anteriormente para idosos em geral, também, ocorrem em indivíduos idosos com DP. Porém, nesses indivíduos o comprometimento parece ser maior pelo fato de o envelhecimento estar associado às limitações provocadas pela doença.

Alguns autores relatam que a força máxima e a taxa de desenvolvimento de força das extremidades inferiores estão diretamente relacionadas ao equilíbrio do corpo (FALVO et al., 2008), um dos componentes da capacidade funcional.

### **3.3. Envelhecimento e Treinamento com Pesos**

A importância do desenvolvimento de um programa de treinamento com pesos para a conservação da capacidade de trabalho torna-se cada vez maior conforme o aumento da idade do indivíduo, já que há tendência progressiva ao declínio (SILVA; FARINATTI, 2007). Em indivíduos não-treinados, o aumento dos

níveis de força muscular ocorre, aparentemente, de forma mais acentuada durante as primeiras semanas de treinamento, o que tem sido atribuído por muitos pesquisadores às adaptações neurais (DIAS et al., 2005). Em um programa de treinamento com pesos, Hakkinen et al. (1998) abordaram que os ganhos de força nos períodos iniciais se devem ao aumento na ativação muscular total, aumento na frequência de disparos e sincronização das unidades motoras ou, ainda, pela redução da co-ativação dos músculos antagonistas durante o exercício.

Fiatarone et al. (1990) mostraram que a capacidade para reagir ao treinamento com pesos está preservada com o envelhecimento. Os autores verificaram, por meio de tomografia computadorizada, que houve hipertrofia nos músculos extensores do joelho em indivíduos muito idosos (87 a 96 anos) após um treinamento de oito semanas. Em um treinamento com homens idosos sedentários (60 a 72 anos), Frontera et al. (1988) encontrou ganho substancial em força (até 200% de aumento em uma repetição máxima (1RM)).

O treinamento com pesos é elaborado seguindo uma série de variáveis. Além da periodização dos treinos, é necessário que haja uma combinação de séries, repetições, intervalos de recuperação, frequência semanal, quantidade, tipo e ordenação dos exercícios.

Um estudo de Hagerman et al. (2000) indicou um aumento de 68,7% na força muscular dos extensores do joelho após um treinamento com pesos com três séries, duas vezes por semana durante 16 semanas, com uma carga de 85-90% de 1RM em 22 idosos. No estudo de Harris et al. (2004) foram comparadas duas séries de 15RM, três de 9RM e quatro de 6RM em membros inferiores e superiores em 51 idosos de ambos os gêneros, duas vezes por semana durante 18 semanas, não tendo havido diferença significativa entre os grupos.

A proposta de Ferri et al. (2003) corrobora a proposta de Hagerman et al. (2000) mencionada anteriormente. Os autores propuseram, também, um treinamento com pesos de 16 semanas em idosos (65-81 anos) com intensidade de 80% de 1RM e observaram um aumento de força e potência muscular, como também, um aumento na área de secção transversa da fibra muscular. Os autores concluíram que fatores como menor co-ativação da musculatura antagonista, melhor coordenação e aumento da ativação neural de regiões do quadríceps teriam respondido pela maior parte dos efeitos observados.

Ao contrário dos estudos citados acima, Morse et al. (2005) propuseram um estudo mais longo, 12 meses de treinamento com pesos para membros inferiores, no qual observaram em 30 homens idosos (70-82 anos), um aumento de 20% na contração voluntária máxima do flexor plantar e aumento de 12% no volume do tríceps. Analisando a mesma variável do estudo anterior, porém, em grupo muscular diferente, Hortobágyi et al. (2001) constataram um aumento de 30% na força muscular e 26% da CVM dos extensores do joelho em 27 idosos, homens e mulheres, após um treinamento com pesos com cinco séries de 4 a 12 repetições, com uma intensidade de 40 a 80% de 1RM durante 10 semanas.

Hakkinen et al. (2001) realizaram um estudo com 27 idosos de ambos os gêneros, propondo 26 semanas de treinamento com pesos (três a seis séries de 10 a 18 repetições, com intensidade de 70 a 80% de 1RM). Observou-se aumento de 26% da força muscular; 26% da CVM; 32% no tamanho das fibras musculares do Tipo I e II nas mulheres, porém nos homens o aumento não foi estatisticamente significativo.

O princípio da especificidade do treinamento parece ser verdadeiro durante o treinamento de força em pessoas idosas (Frontera et al., 1988). O treinamento de força induz maior aumento na força máxima. Já as alterações na porção inicial da curva isométrica força-tempo ou na porção mais elevada da curva força-velocidade, em geral, permanecem consideravelmente menores. Em adultos jovens é possível observar aumento na taxa de desenvolvimento de força como resultado do treinamento com pesos, em virtude do aumento do *drive* neural na fase inicial da ativação muscular. Barry et al. (2005) realizaram um estudo com oito jovens (21-35 anos) e oito idosos (60-79 anos), avaliando a produção de contrações rápidas antes e após um treinamento de quatro semanas para os flexores do cotovelo. Os autores observaram que houve um aumento significativo na taxa de desenvolvimento de força (determinada como a variação da força muscular pela variação do tempo ( $\Delta\text{força}/\Delta\text{tempo}$ ) após o início da contração) de 25,6% e 28,6% em jovens e idosos, respectivamente.

Hakkinen e Hakkinen (1995) realizaram um estudo com duração de 12 semanas com dois diferentes grupos etários – um grupo meia-idade (43 a 57 anos) e um grupo idoso (64 a 73 anos). Identificou-se aumento na área de secção transversa do quadríceps em jovens e idosos; aumento na força máxima em ambos os grupos.

As alterações do sinal eletromiográfico (observadas por um eletromiógrafo) e a evolução das curvas de força e tempo foram observadas apenas nas primeiras oito semanas de treinamento.

Para Hakkinen et al. (1998), um programa de treinamento de alta intensidade combinado com exercícios do tipo explosivos para os músculos extensores do joelho realizado com sujeitos de meia-idade e com idosos de ambos os gêneros, proporciona um aumento na força máxima e nas características de força explosiva tanto em ações isométricas como dinâmicas.

O fato da potência muscular depender diretamente da força desenvolvida versus a velocidade imprimida o mais rapidamente possível é freqüentemente dado como uma justificativa para o treinamento de potência com uma carga pesada na velocidade mais alta possível (SIMÃO, 2003). Pesquisas recentes mostraram ganhos de potência em exercício com pesos, como em um estudo de 12 semanas deste treinamento onde houve um ganho de 19% na potência de extensão de perna em idosos com 65 a 80 anos (KONGSGAARD et al., 2004).

Earles et al. (2000), realizaram um estudo com 18 idosos, homens e mulheres, e observaram após um treinamento com pesos com três séries de 10 repetições e intensidade de 50 a 70% de 1RM, um ganho de 22% na potência muscular.

Em um estudo com 21 idosas (60-80 anos), Gurjão (2007) propôs verificar a força muscular dos membros inferiores em diferentes parâmetros da curva força-tempo isométrica (taxa de desenvolvimento de força, impulso contrátil e contração voluntária máxima) após um treinamento com pesos de oito semanas, compreendendo três sessões semanais. O autor observou aumento na contração voluntária máxima; na taxa de desenvolvimento de força de 0-50; 0-100; 0-150 e 0-200ms; no impulso contrátil e na atividade EMG do vasto medial para todos os parâmetros da TDF. Este estudo corrobora o de Aagaard et al. (2002), no qual propuseram um treinamento de força para membros inferiores de 14 semanas (quatro a cinco séries de 10 a 12 repetições) para 15 voluntários idosos, os autores observaram aumento na CVM, na TDF, nos intervalos de tempo de 0-30; 0-50; 0-100; 0-200ms e no impulso contrátil.

### **3.4. Doença de Parkinson e Treinamento com Pesos**

A prática regular da atividade física tem demonstrado ser efetiva na prevenção da DP (SASCO et al., 1992) e promovido uma redução na taxa de mortalidade em indivíduos com DP (KURODA et al., 1992). Segundo Lopes (2006) um programa de atividades físicas generalizadas e sistematizadas pode ser efetivo no aumento do nível de atividade física, como também, na capacidade funcional em idosos com DP.

Contudo, poucos estudos têm sido realizados com relação aos efeitos do treinamento com pesos na ativação muscular de indivíduos com DP.

O treinamento com pesos pode melhorar as funções motoras, inclusive movimentos finos, imobilização do tronco e aumento de distâncias percorridas; reduzir os tremores e rigidez; aumentar o número de atividades da vida diária e prevenir complicações secundárias à DP causadas por alterações posturais ou atrofia muscular (REUTER; ENGELHARDT, 2002).

Dentre as pesquisas realizadas, Toole et al. (2000) realizaram um estudo com 7 pacientes com DP. Um grupo controle com 3 pacientes e um grupo treinamento com 4 pacientes que realizaram um treinamento de força e exercícios de equilíbrio durante 10 semanas. Os resultados indicaram que houve um aumento na força muscular dos extensores do joelho e um melhor desempenho no equilíbrio. Com uma proposta parecida à proposta do estudo anterior, Hirsch et al. (2003), em um estudo com 15 pacientes com DP propuseram dois grupos de treinamento, grupo combinado (treinamento com pesos e equilíbrio) e grupo equilíbrio. Foram 10 semanas de treinamento com pesos de alta intensidade e um treinamento de equilíbrio, todos realizados três vezes por semana. Os grupos foram avaliados antes da realização dos treinamentos, imediatamente após, e depois de quatro semanas. Os autores observaram um aumento no desempenho na orientação somatosensório nos dois grupos. Houve, também, aumento na força muscular do grupo equilíbrio e no grupo combinado, e estes efeitos persistiram no mínimo por 4 semanas.

O primeiro estudo a investigar e demonstrar os efeitos do treinamento resistido excêntrico na hipertrofia, força muscular e mobilidade em indivíduos com DP foi realizado por Dibble et al. (2006). Dez pacientes realizaram um treinamento resistido excêntrico durante 12 semanas, três vezes por semana. As variáveis

mensuradas foram o volume do músculo quadríceps, força muscular e mobilidade. Os autores constataram melhora em todas as variáveis analisadas.

Hass et al. (2007) propuseram um estudo com o objetivo de analisar os efeitos do treinamento com pesos com e sem suplementação de creatina em pacientes com DP. Os pacientes foram divididos em dois grupos: um grupo com suplementação e treinamento e o outro grupo apenas com treinamento. O treinamento foi composto por 24 sessões, duas vezes por semana, 1 série de 12 repetições com 9 exercícios para membros superiores e inferiores. Nos dois grupos houve aumento na massa corporal magra; aumento na força e resistência muscular. No grupo com suplementação e treinamento houve um aumento no desempenho do teste sentar e levantar, como também, um aumento na força do bíceps em maior grau quando comparado ao grupo placebo.

Após um estudo de oito semanas de treinamento com pesos para membros inferiores em indivíduos com DP, Scandalis et al. (2001) observaram em 14 pacientes um aumento na força muscular semelhante ao grupo placebo. Os pacientes apresentaram, também, aumento no comprimento da passada e na velocidade do andar, quando comparados aos pré-testes.

A força máxima tem mostrado uma significativa correlação com a taxa de desenvolvimento de força em idosos e indivíduos com DP, mas não tem sido muito discutida nas pesquisas relacionadas ao tema, como observamos nos estudos citados anteriormente. No entanto, o treinamento com pesos tem sido proposto como uma intervenção de potencial terapêutico para atenuar algumas das limitações dos indivíduos com DP, porém existem poucas investigações bem controladas sobre o treinamento com pesos (FALVO et al., 2008), e suas implicações nos parâmetros da curva força-tempo isométrica e na ativação muscular na DP.

## **4. MATERIAIS E MÉTODO**

### **4.1. Delineamento da Pesquisa**

A presente pesquisa é de delineamento experimental, caracterizando-se como um estudo de intervenção controlado, com duração de oito semanas, e coleta de dados pré e pós-treinamento.

### **4.2. Amostra e Recrutamento**

Foram selecionados para este estudo 30 idosos com DP, sem experiência em treinamento com pesos. A técnica de amostragem foi intencional, isto é, convite a partir de levantamento feito com médicos neurologistas. Os participantes da pesquisa foram divididos em três grupos com 10 sujeitos cada. Dois grupos realizaram treinamento com pesos, durante oito semanas, com especificidades para o desenvolvimento de potência (GP) e força (GF) musculares. O grupo controle (GC) realizou apenas o protocolo de avaliação pré e pós, permanecendo por oito semanas em sua rotina diária, sem a participação em qualquer programa de atividade física regular e sistematizada.

Os critérios de inclusão foram: a) ter 60 anos ou mais; b) não possuir condição patológica além da DP, nas quais os protocolos de treinamento e avaliação pudessem oferecer risco à saúde (incluindo osteoporose e doenças cardiovasculares), verificadas por meio de avaliação clínica; c) apresentar DP com nível de gravidade 1 a 3, na escala de Hoehn-Yahr (1967).

### **4.3. Aspectos Éticos**

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição (Protocolo nº. 3153) (Anexo 1). Foi apresentado aos voluntários e assinado pelos mesmos um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 1), conforme normas do Conselho Nacional de Saúde (Resolução 196/96).

### **4.4. Procedimentos**

Após assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, os participantes realizaram consecutivamente: a) avaliação da curva força-tempo isométrica e da atividade eletromiográfica; b) início do protocolo de treinamento para

os GF e GP; c) reavaliação ao término do protocolo de treinamento de força e de potência.

#### **4.4.1. Protocolo de Avaliação**

As avaliações das variáveis dependentes foram realizadas na sala de musculação do Departamento de Educação Física – IB – Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Campus de Rio Claro. Os participantes foram avaliados na fase *on* da medicação.

#### **4.4.2. Avaliação da Curva força-tempo isométrica**

O exercício empregado para mensuração da Cf-t isométrica foi o *Leg Press* medida por um transdutor de força (EMG System do Brasil) (Fig.1), com precisão de 0,1 Kgf, sendo sua calibração avaliada, por meio de dois diferentes pesos de referência, a cada 10 avaliações realizadas. Pelo fato dos participantes não possuírem experiência prévia em exercícios com pesos e visando aumentar a qualidade das medidas, minimizando o efeito de aprendizagem aos procedimentos, foi adotado um processo de familiarização prévia aos gestos técnicos exigidos no exercício. Para tanto foram realizadas três sessões, cada qual composta por três séries de 10-12 repetições, com a carga mínima oferecida pelo aparelho. O intervalo de recuperação entre as séries foi de aproximadamente 90 segundos, enquanto o intervalo entre cada sessão foi de 48 horas. Após esse período, foram realizadas duas sessões de testes em dias não consecutivos (três tentativas por sessão; intervalo de recuperação de 3-5 minutos entre as tentativas), sendo que a tentativa que apresentou o maior valor de contração voluntária máxima (CVM), no segundo dia, foi adotada para realização das análises posteriores (BEMBEN et al., 1992).



Figura 2. *Leg Press*, exercício empregado para mensuração da Cf-tempo isométrica e transdutor de força (EMG System do Brasil).

O esforço isométrico máximo de extensão bilateral de joelhos e quadril foi realizado com os participantes estando posicionados sobre o assento do *Leg Press*, com os joelhos flexionados a 90 graus. No momento pré-avaliação, os avaliados foram instruídos a realizarem a CVM “tão rápido quanto possível” por cinco segundos. A adoção dessa forma de instrução (“tão rápido quanto possível”) foi realizada tendo em vista os achados de Sahaly et al. (2003), no qual os autores demonstraram que maiores taxas de desenvolvimento de força (TDF) podem ser obtidas com esta forma de instrução sem prejuízo da CVM. Tão logo iniciado o esforço, os participantes foram encorajados verbalmente a realizarem seus esforços máximos.

O tratamento do sinal proveniente do transdutor de força e as análises dos diferentes parâmetros da Cf-t (taxa de desenvolvimento de força, impulso contrátil e CVM) foram realizadas por meio de rotina específica desenvolvida em ambiente MATLAB (The MathWorks, Natick, Massachusetts, USA) versão 7.0.

A aquisição do sinal foi realizada por meio de um amplificador de sinais analógicos (EMG System do Brasil) com frequência de amostragem de 2000Hz e sincronizados com os registros da atividade EMG. O sinal obtido do transdutor de força foi analisado posteriormente *off-line*. Como primeiro procedimento, o sinal bruto do transdutor de força foi digitalmente filtrado por um filtro passa-baixa *Butterwoth zero-lag* de quarta-ordem com frequência de corte de 15 Hz.

O início da contração foi definido como o ponto no qual os valores de força excedem 7,5N acima da linha de base. A CVM foi determinada como o mais alto valor registrado durante os cinco segundos de duração de cada tentativa. A taxa de desenvolvimento de força pico ( $TDF_{pico}$ ) foi determinada como a inclinação mais íngreme da curva, calculada dentro de janelas regulares de 20ms ( $\Delta\text{força}/\Delta\text{tempo}$ ), para os primeiros 200ms relativos ao início da contração. Foram obtidos, também, os valores de TDF para os intervalos de tempo de 0-50; 0-100; 0-150 e 0-200 ms. Os diferentes parâmetros da TDF foram, ainda, normalizados pela CVM  $[(TDF/CVM) \times 100]$ . O impulso contrátil (IC) foi calculado como a área sob a curva dos diferentes parâmetros da TDF (0-50; 0-100; 0-150 e 0-200ms) (AAGAARD et al., 2002).

O coeficiente de correlação intraclasse em idosos saudáveis para a CVM e a  $TDF_{pico}$  foram 0,94 (95% o intervalo de confiança; 0,85 - 0,97) e 0,84 (95% o intervalo de confiança; 0,63 - 0,93), respectivamente. No entanto, sugere-se a análise do coeficiente de correlação intraclasse em todos os parâmetros da curva força-tempo isométrica.

#### **4.4.3. Registro e Tratamento da atividade eletromiográfica nos diferentes protocolos de avaliação**

A atividade EMG dos músculos vasto medial (VM) e vasto lateral (VL) do membro inferior direito foram registrados, tanto na avaliação da Cf-t quanto no protocolo incremental, por meio de eletrodos de superfícies circulares, com área de captação de 10mm (prata/ cloreto de prata). A distância centro a centro intereletrodos foi de 23 mm. Com objetivo de diminuir a impedância da pele, os locais de fixação dos eletrodos foram levemente lixados, sendo a oleosidade e a sujeira da pele removidas com álcool; além da aplicação de uma camada gel eletrolítico na superfície de captação dos eletrodos. O posicionamento de cada eletrodo seguiu as recomendações de Hermens et al. (2000), sendo cuidadosamente marcado sobre a pele, com caneta. Este procedimento tem como objetivo assegurar que os eletrodos foram posicionados sempre nos mesmos locais para os diferentes dias de avaliações pré-intervenção. Além disso, mensurações antropométricas também foram realizadas para garantir a mesma recolocação dos eletrodos, no momento pós-intervenção. O

eletrodo de referência foi fixado no processo estilóide da ulna em todos os protocolos de avaliação, em ambos os momentos.

O registro dos sinais eletromiográficos brutos foram obtidos utilizando um eletromiógrafo de 8 canais (EMG System do Brasil LTDA) (Fig.3), consistindo de uma unidade transmissora pré-amplificadora do sinal (ganho de 20 vezes) com modo de rejeição comum superior a 120 dB. Os sinais foram enviados para um amplificador de sinais analógicos, com filtro passa-banda de passagem com frequências de corte em 20 e 500 Hz e ganho interno de 50 vezes (totalizando ganho de 1000 vezes). A conversão do sinal analógico para digital foi realizada por uma placa analógico-digital (A/D) de 12 bits e amplitude de entrada de 5 mV.

Durante a avaliação da Cf-t isométrica sincronizada com o registro atividade EMG (VM e VL), a frequência de amostragem foi de 2000 Hz para todos os canais.



Figura 3. Eletromiógrafo de 8 canais (EMG System do Brasil LTDA)

*Tratamento do sinal EMG bruto que será obtido durante a avaliação da Cf-t isométrica*

Os sinais EMG registrados nos músculos VM e VL foram analisados *off-line* posteriormente, com rotinas específicas desenvolvidas no software MATLAB (The MathWorks, Natick, Massachusetts, USA) versão 7.0. Durante as análises posteriores, o sinal foi digitalmente filtrado com um filtro passa alta *buttherworth zero-lag* de segunda ordem e frequência de corte de 5 Hz. A envoltória do sinal foi obtida por um filtro RMS móvel com janela constante de 50ms. O uso do referido filtro, com resolução de 0,5 ms para análise do sinal EMG, permitiu uma análise do comportamento da ativação muscular nos momentos iniciais da manifestação da

força muscular (instante do início da força muscular; 0-50ms). Para refletir a adaptação neural ao treinamento, a atividade eletromiográfica integrada (iEMG), determinada como a área sob a curva da envoltória do sinal, foi obtida para os diferentes parâmetros da Cf-t isométrica. Assim, a iEMG foi determinada nos períodos de tempo de 0-50; 0-100; 0-150 e; 0-200 ms relativos ao início da contração muscular (7,5N acima da linha de base). A iEMG para a CVM foi determinada dentro da janela de tempo de um segundo (1000 – 2000ms) correspondente ao início da contração muscular.

#### **4.5. Protocolo de Treinamento com Pesos**

O programa de treinamento com pesos foi elaborado com base nas recomendações do ACSM (2002) e estudo de Fielding et al. (2002). Exclusivamente, para controle e prevenção de riscos, o monitoramento da frequência cardíaca e da pressão arterial foi realizado antes, durante e imediatamente após a sessão de treinamento, por meio de freqüencímetro da marca Polar e esfigmomanômetro, respectivamente. Todas as sessões de treinamento foram supervisionadas por um profissional de Educação Física. Os exercícios adotados para o treinamento de força e potência foram realizados na seguinte ordem: Leg press (quadríceps femoral e glúteos); flexão-adução horizontal de ombros com aparelho específico (peitoral); puxada na frente com polia alta (grande dorsal); tríceps com polia alta em pronação (tríceps braquial); rosca direta com halteres (bíceps); elevação lateral dos membros superiores com halteres (deltóide); abdominal reto na prancha (reto do abdômen).

##### **4.5.1. Treinamento de Força**

A intensidade do treinamento foi determinada por meio de zona de RM (10 a 12 RM). A prescrição da intensidade por zona de RM é um meio eficaz quando se objetiva o aumento da força muscular máxima em idosos, sem que haja necessidade de submeter esta população a sucessivos testes de 1RM (SILVA et al., 2006). Após o período de adaptação neuromuscular, os participantes do GF realizaram três séries com uma carga que possibilitava a realização de, no mínimo, 10 e, no máximo, 12 repetições, com intervalos de dois minutos entre as séries e entre exercícios. A frequência do treino foi três vezes semanais durante um período de oito semanas.

A velocidade de execução foi controlada de forma que, tanto a fase excêntrica como a concêntrica fosse realizada em, aproximadamente, dois segundos cada fase, sendo controlado por meio de um cronômetro digital da marca Technos®.

#### **4.5.2. Treinamento de Potência**

A intensidade do treinamento também foi determinada por meio de zona de RM (10 a 12 RM). Após o período de adaptação neuromuscular, os participantes do GP realizaram realizar três séries com uma carga que possibilite a realização de, no mínimo, seis e, no máximo, oito repetições, com intervalos entre as séries e exercícios de um minuto. A frequência do treino foi três vezes semanais durante um período de oito semanas.

A velocidade de execução foi controlada de forma que a fase excêntrica fosse realizada em aproximadamente dois segundos e a concêntrica o mais rápido possível, que em média era realizada em aproximadamente 1 segundo, conforme descrito por Fielding et al. (2002), que também, foi controlado por meio de um cronômetro digital da marca Technos®.

#### **4.6. Análise dos dados**

Para a análise dos dados foram apenas considerados os resultados dos participantes que obtiverem no mínimo com 70% de presenças no programa. A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o programa Statistica 5.0. Inicialmente, os dados foram tratados a partir de procedimentos descritivos. Como o teste de Shapiro-Wilk não rejeitou a hipótese de normalidade da distribuição dos dados foi então aplicada a análise de variância (ANOVA one-way), para verificar as características iniciais dos grupos, e análise de variância para medidas repetidas (ANOVA two-way), tendo como fatores “grupo” e “momento”, para observar possíveis efeitos da intervenção. Foi adotado nível de significância 5% ( $p < 0,05$ ).

## 5. RESULTADOS

As características dos participantes estão listadas na Tabela 1. Houve desistência de dois participantes no grupo de força e um participante no grupo de potência durante o treinamento, portanto, oito e nove idosos compuseram respectivamente os citados grupos e completaram o período de oito semanas proposto de treinamento. O grupo controle completou esse período sem realizar atividade física sistematizada e supervisionada.

**Tabela 1: Características dos pacientes com doença de Parkinson (DP) participantes do estudo (n=25)**

Características	GF (n=8)	GP (n=9)	Controle (n=8)
Idade (anos)	70,7±7,5	70,6±7,5	70±6,1
Peso corporal (kg)	64±8,3	67,3±13	64,1±10,6
Escala de Hoehn & Yahr (estágios)	1(n=4); 2(n=4)	1(n=5); 1,5 (n=1); 3 (n=3)	1 (n=1);1,5 (n=4); 2,5 (n=2); 3 (n=1)
UPDRS – sessão motora	18,2±12,6	20,5±14,4	26,2±13,2
Idade do diagnóstico inicial da doença (anos)	61,5±8,3	62±9,1	60,7±6,6
Duração da doença (anos)	6,7±2,1	8,6±8,9	9,2±8,3

NOTA: Valores estão expressos em média e desvio padrão, exceto os da escala de Hoehn & Yahr que estão expressos em frequência de casos por estágio; UPDRS = *Unified Parkinson's disease rating scale*

A Anova one way não mostrou diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre os grupos no momento pré-intervenção nas variáveis de faixa etária, peso corporal, UPDRS, idade do diagnóstico da doença e duração da doença, assim como o teste de Kruskal Wallis não apontou diferença significativa inter-grupos ( $p>0,05$ ) quanto ao estágio da DP. A figura 4 (Box plot) mostra os valores da *median* (mediana), amplitude de *non-outliers*, bem como a não existência de valores *outliers*.

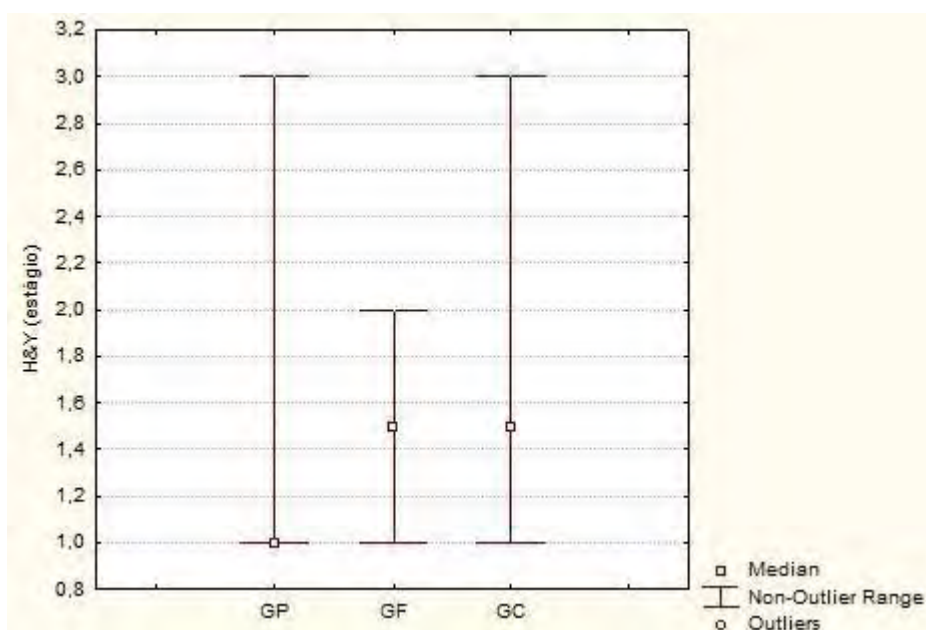


Figura 4. Box plot dos estágios da escala de Hoehn & Yahr dos grupos força (GF; n = 8); potência (GP; n = 9) e controle (GC; n = 8), no momento pré intervenção, em idosos com doença de Parkinson

### 5.1. Contração Voluntária Máxima (CVM) e integral da Atividade Eletromiográfica (iEMG) dos músculos vasto medial e vasto lateral

Os valores médios para o comportamento da CVM e da iEMG dos vastos medial e lateral, pré e pós oito semanas experimentais, para os GF, GP e GC podem ser observados na Tabela 2.

TABELA 2. Resultados médios e desvios-padrão pré e pós-intervenção e valores de F e p (interação, Anova 3x2) da contração voluntária máxima (CVM) e integral da atividade eletromiográfica (do iEMG) dos músculos vasto medial (VM) e vasto lateral (VL), em três grupos de idosos com doença de Parkinson (GF = treinamento de força; GP = treinamento de potência e GC = controle)

Variáveis	GF(n=8)	GP(n=9)	GC(n=8)	F	P
<b>CVM (N)</b>					
Pré	839,2±226,2	1082,5±556,8	905,3±457,6	5,67	0,01*
Pós	959,4±254,6	1361,6±743,7	799,8±383,2		
<b>iEMG VM (µV.s)</b>					
Pré	2804,5±1698,7	1175,6±894,1	1265,8±821,6	0,96	0,39
Pós	2548,3±1616,6	1236,9±909,6	1391,7±952,1		
<b>iEMG VL (µV.s)</b>					
Pré	1944,9±1213,7	1726,4±1052,4	1699±1110	4,36	0,02*
Pós	3036,7±2017,1	2574,8±1491,2	1633,5±1023,4		

\* interação estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ )

As ANOVAs revelaram interação significativa ( $F=5,67$ ;  $F=4,36$ , respectivamente;  $p < 0,05$ ) indicando comportamento diferenciado dos grupos nas respostas pré e pós-período experimental na CVM e na iEMG do vasto lateral, porém nenhuma diferença foi encontrada na iEMG do vasto medial, ( $F=0,96$ ;  $p > 0,05$ ), indicando comportamento similar entre os grupos nas respostas pré e pós-período experimental na iEMG do vasto medial. Por meio do *post hoc* de Tukey verifica-se que para a CVM o GF comporta-se significativamente diferente do GP ( $p < 0,05$ ). Já o GC comporta-se de maneira semelhante aos demais grupos, não apresentando diferenças significativas ( $p > 0,05$ ). Para a iEMG do vasto lateral o *post hoc* de Tukey verificou-se que o GF comporta-se significativamente diferente no momento pré e pós intervenção ( $p < 0,05$ ), demonstrando apenas a efetividade do treinamento neste grupo, para os demais grupos o *post hoc* de Tukey não verificou nenhuma diferença significativa.

As Figuras 5 e 6 ilustram o comportamento dos grupos nos momentos pré e pós-intervenção, para a CVM e a iEMG do vasto lateral, respectivamente, possibilitando visualizar o comportamento diferenciado entre os grupos.

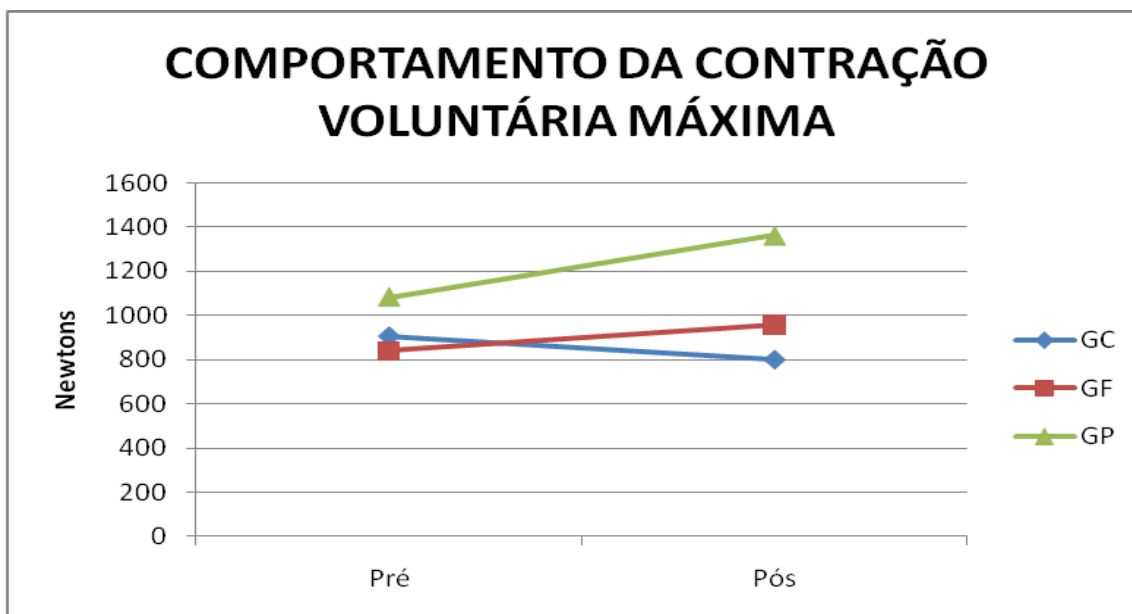


Figura 5. Médias da contração voluntária máxima (CVM), pré e pós 8 semanas de período experimental para os grupos força (GF; n = 8); potência (GP; n = 9) e controle (GC;n = 8).

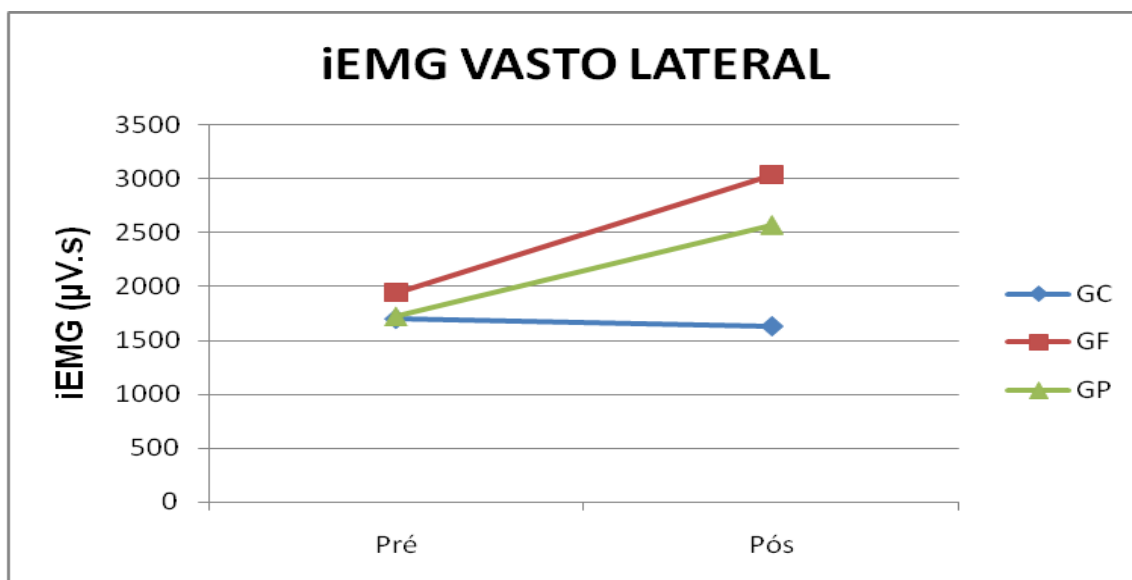


Figura 6. Comportamento da atividade iEMG do vasto lateral (médias), pré e pós 8 semanas de período experimental para os grupos força (GF; n = 8); potência (GP; n = 9) e controle (GC;n = 8).

## 5.2. Taxa de Desenvolvimento de Força (TDF)

Os valores médios para o comportamento da TDF nos intervalos de tempo, 0-50ms; 0-100ms; 0-150ms; 0-200ms, pré e pós oito semanas experimentais, para os GF, GP e GC podem ser observados na Figura 7.

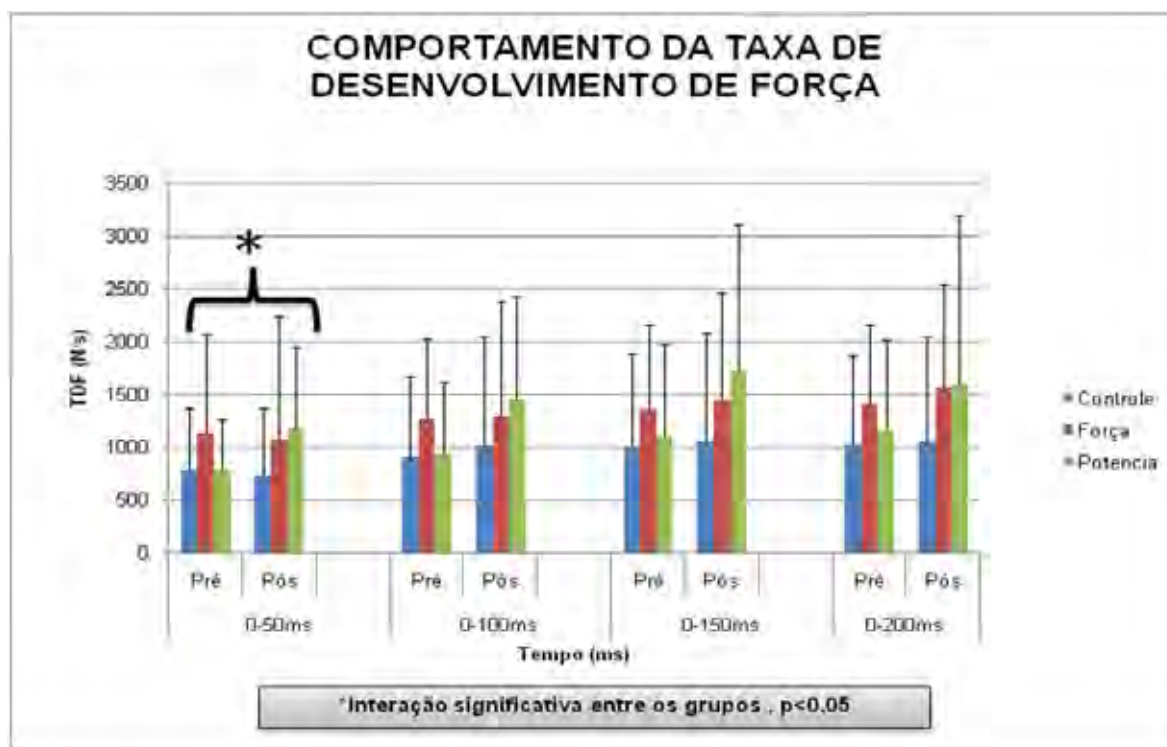


Figura 7. Médias  $\pm$  desvios-padrão da taxa de desenvolvimento de força (TDF) pré e pós 8 semanas de período experimental para os grupos força (GF;  $n = 8$ ); potência (GP;  $n = 9$ ) e controle (GC;  $n = 8$ ). A TDF foi determinada como a variação da força muscular pela variação do tempo ( $\Delta$ força/ $\Delta$ tempo) para os intervalos de tempo de 0-50; 0-100; 0-150; 0-200ms, após o início da contração.

As ANOVAs revelaram interação significativa apenas para o intervalo de tempo, 0-50ms da TDF ( $F=3,29$ ;  $p<0,05$ ), porém nenhuma diferença foi encontrada nos intervalos de tempo 0-100ms; 0-150ms; 0-200ms da TDF ( $F=2,85$ ;  $F=3,37$ ;  $F=0,67$ , respectivamente,  $p>0,05$ ). Para a TDF no intervalo de tempo 0-50ms, por meio do *post hoc* de Tukey verifica-se que o GP comporta-se significativamente diferente no momento pré e pós intervenção ( $p<0,05$ ), demonstrando apenas a efetividade do treinamento neste grupo, para os demais grupos o *post hoc* de Tukey não verificou nenhuma diferença significativa.

A Figura 8 ilustra o comportamento dos grupos nos momentos pré e pós-intervenção, para TDF no intervalo de tempo de 0-50 ms, possibilitando visualizar

que o grupo potência apresenta comportamento diferenciado comparado com demais grupos.

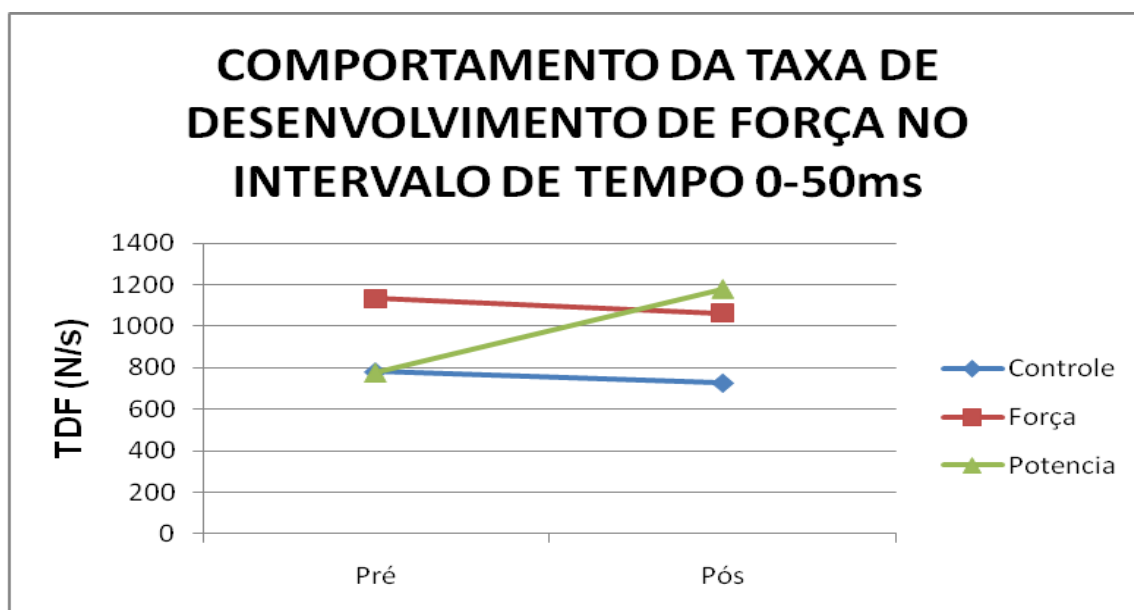


Figura 8. Médias da taxa de desenvolvimento de força (TDF) para o intervalo de tempo de 0-50ms, pré e pós 8 semanas de período experimental para os grupos força (GF; n = 8); potência (GP; n = 9) e controle (GC; n = 8).

### 5.3. Taxa de Desenvolvimento de Força Pico (TDFpico)

Os valores médios e respectivos desvios-padrão, para o comportamento da TDFpico, pré e pós oito semanas experimentais, para os GF, GP e GC podem ser observados na Figura 9.

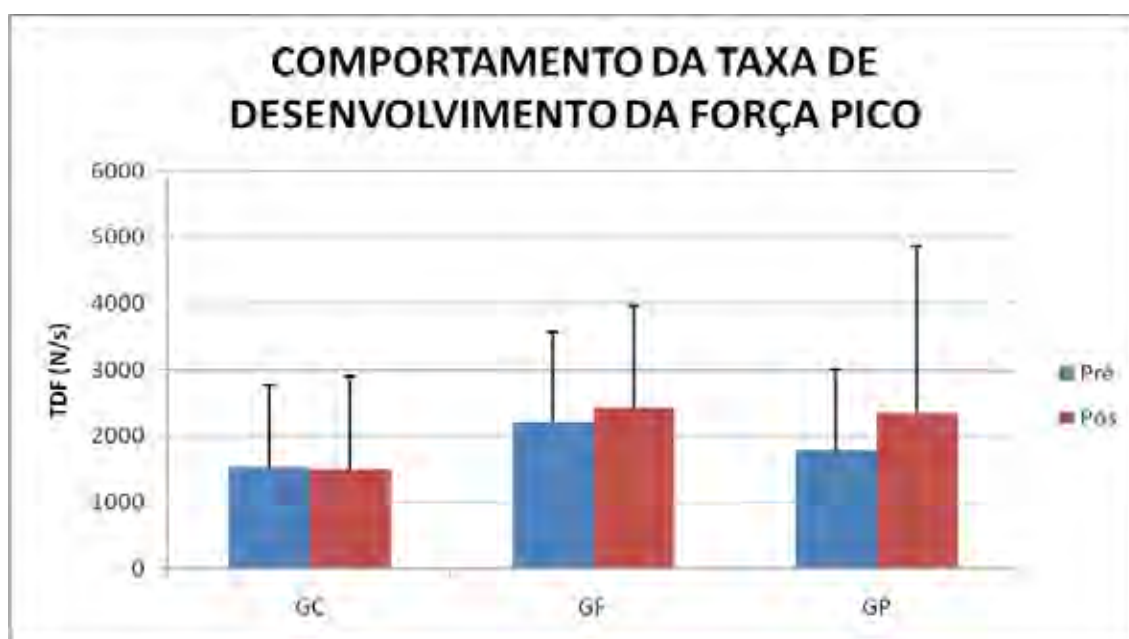


Figura 9. Comportamento da taxa de desenvolvimento pico (médias  $\pm$  desvios-padrão) pré e pós 8 semanas de período experimental para os grupos de força (GF;  $n = 8$ ); potência (GP;  $n = 9$ ) e controle (GC;  $n = 8$ ). A TDFpico foi determinada como o ponto mais íngreme da curva, dentro de janelas regulares de 20ms, para os primeiros 200ms a partir do início da contração.

As ANOVAs não apresentaram interação significativa ao comparar GF, GP e GC, nos momentos pré e pós-treinamento ( $F=0,47$ ;  $p>0,05$ ), indicando que o comportamento dos grupos ao longo do tempo são similares.

#### 5.4. Impulso Contrátil (IC)

Os valores médios para o comportamento do IC nos intervalos de tempo de 0-50ms; 0-100ms; 0-150ms; 0-200ms, pré e pós oito semanas experimentais, para os GF, GP e GC podem ser observados na Figura 10.

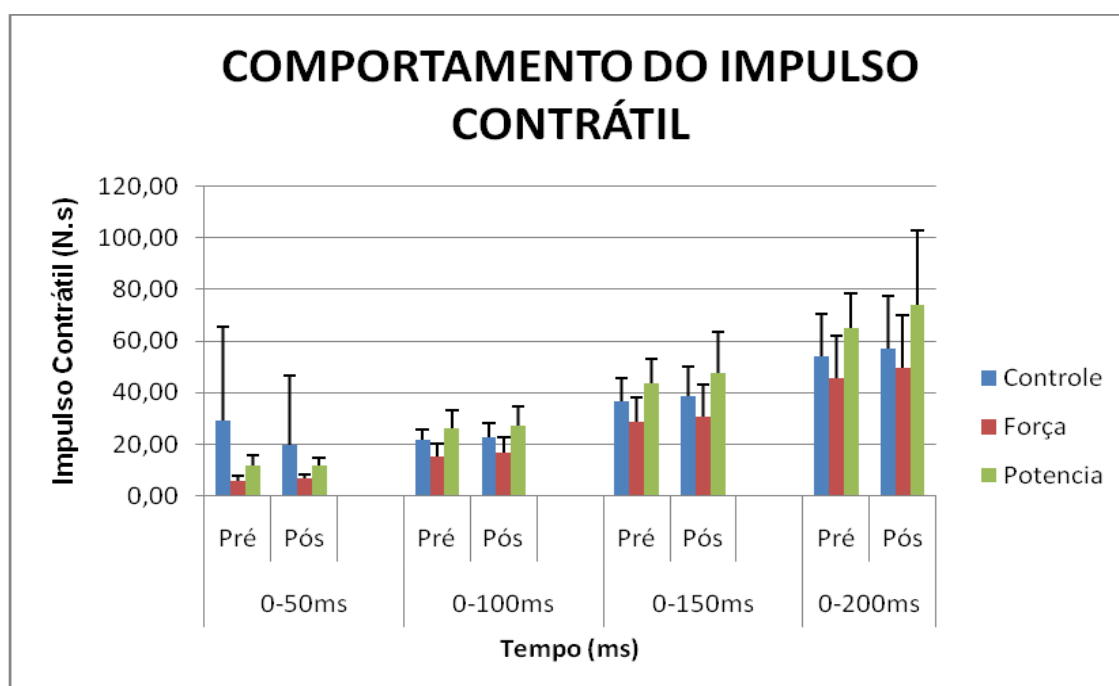


Figura 10. Comportamento do impulso contrátil (médias  $\pm$  desvios-padrão) pré e pós 8 semanas de período experimental para os grupos de força (GF; n = 8); potência (GP; n = 9) e controle (GC; n = 8). O impulso contrátil foi calculado como a área sobre a curva para os diferentes parâmetros de tempo (0-50; 0-100; 0-150; 0-200ms), relativos ao início da contração.

As ANOVAs não apresentaram interação significativa ao comparar GF, GP e GC, pré e pós-treinamento, nos intervalos de tempo 0-50ms; 0-100ms; 0-150ms e 0-200ms ( $F=1,35$ ;  $F=0,009$ ;  $F=0,08$  e  $F=0,35$ , respectivamente;  $p>0,05$ ).

### 5.5. Integral da atividade eletromiográfica dos vastos medial e lateral para a taxa de desenvolvimento de força e o impulso contrátil

Os valores médios para o comportamento da atividade iEMG dos vastos medial e lateral para a TDF e o impulso contrátil, nos diferentes instantes de tempo referentes ao início da contração, estão apresentados nas figuras 11 e 12, respectivamente.

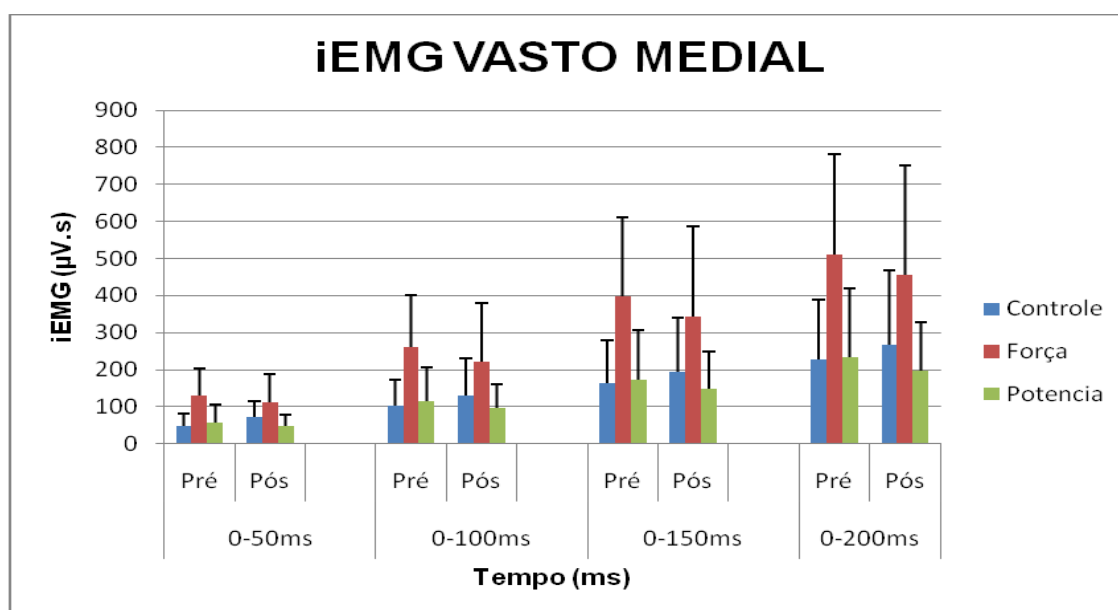


Figura 11. Comportamento da atividade iEMG do vasto medial para a TDF e o impulso contrátil em seus diferentes instantes de tempo (médias  $\pm$  desvios-padrão) pré e pós 8 semanas de período experimental para os grupos de força (GF;  $n = 8$ ); potência (GP;  $n = 9$ ) e controle (GC;  $n = 8$ ).

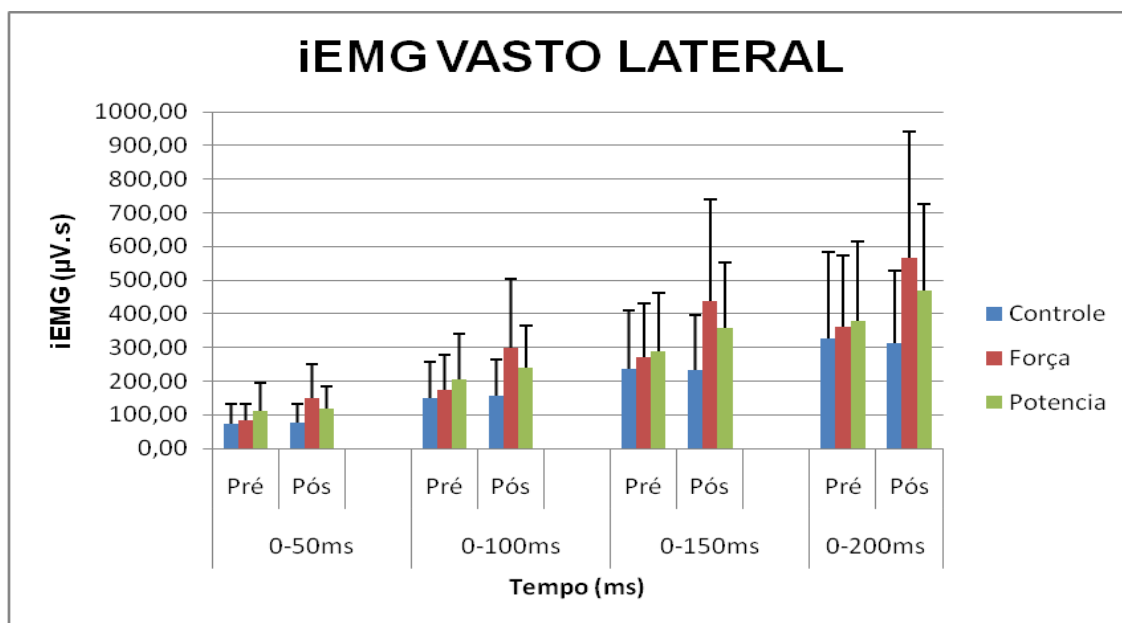


Figura 12. Comportamento da atividade iEMG do vasto lateral para a TDF e o impulso contrátil em seus diferentes instantes de tempo, (médias  $\pm$  desvios-padrão) pré e pós 8 semanas de período experimental para os grupos de força (GF;  $n = 8$ ); potência (GP;  $n = 9$ ) e controle (GC;  $n = 8$ ).

As ANOVAs não mostraram interações significativas no comportamento da atividade iEMG do vasto medial e do vasto lateral para a TDF e o impulso contrátil ao comparar os três grupos nos dois momentos (pré e pós-intervenção).

## 6. DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi analisar o efeito de dois programas de treinamento (força e potência) na curva força-tempo isométrica (contração voluntária máxima, taxa de desenvolvimento de força, impulso contrátil) e na ativação muscular (integral da atividade eletromiográfica dos músculos vasto medial e vasto lateral), em idosos com DP.

O declínio da força muscular associada à idade reflete, em parte, o decréscimo da ativação voluntária máxima dos músculos agonistas (KOMI, 2006). O decréscimo na capacidade de ativação voluntária em indivíduos idosos pode apresentar alguma variação entre diferentes grupos musculares, de acordo com sua menor utilização em atividades físicas diárias normais. Lexell et al. (1988) demonstraram que a atrofia muscular associada ao envelhecimento, pelo menos do músculo vasto lateral, é causada principalmente pela perda de fibras e, em menor magnitude, pelo decréscimo do tamanho da fibra, especialmente do tipo II. Outros estudos evidenciaram que a força muscular isométrica é reduzida nos pacientes com DP (KOLLER; KASE, 1986; STELMACH et al., 1989), o que pode ocorrer pela alteração no comportamento das unidades motoras, ocasionando descargas elétricas irregulares e intermitentes (GLENDDINNING; ENOKA, 1994). A força mais lenta gerada durante a contração isométrica voluntária máxima nos pacientes com DP pode ser uma expressão dos sintomas de bradicinesia e maior variabilidade de disparos das unidades motoras (PAASUKE et al., 2002).

O presente estudo, ao analisar o efeito de oito semanas de treinamento de força e potência sobre o comportamento da Cf-t isométrica em idosos com DP mostra, de forma coerente com o mencionado anteriormente, diferenças significativas na CVM entre os três grupos (GF, GP e GC), ressaltando-se que o GF obteve um aumento de 14,3%, enquanto o GP obteve um aumento de 25,7%. Tais resultados corroboram aqueles encontrados em idosos sem DP, por: a) Hortobágyi et al. (2001) constataram um aumento de 29% na força muscular máxima dos extensores do joelho após um treinamento com pesos com 5 séries de 4 a 12 repetições, com uma intensidade de 40 a 80% de 1RM durante 10 semanas; b) Hagerman et al. (2000) que observaram, também, um aumento de 68,7% na força muscular dos extensores do joelho após um treinamento com pesos com 3 séries, duas vezes por semana durante 16 semanas, com uma carga de 85-90% de 1RM.

De maneira mais específica, nossos resultados corroboram também aqueles encontrados em idosos com DP, por: a) Toole et al. (2000) que observaram um aumento de 20% na força muscular dos extensores do joelho após 10 semanas de treinamento de força; b) Dibble et al. (2006) que, após um treinamento excêntrico com pesos durante 12 semanas, três vezes por semana com dez pacientes com DP, observaram aumento na força muscular (23% nas extremidades mais afetadas e 17% nas extremidades menos afetadas pela DP).

Conquanto seja difícil comparar a magnitude das melhoras com outros estudos, seja com idosos com ou sem DP, devido diferentes parâmetros de treinamento parece que pacientes com DP têm uma resposta menor ao treinamento com pesos que idosos sem DP.

Possíveis explicações que justifiquem uma porcentagem maior de aumento de CVM no grupo potência, no presente estudo, podem ser obtidas do estudo de Fielding et al. (2002). O objetivo dos autores foi comparar a alta e baixa velocidade durante o treinamento com pesos em idosos. Eles verificaram que no exercício *Leg Press* o grupo que treinou em velocidade alta obteve um aumento de 26% na força muscular e o grupo que treinou em velocidade baixa obteve um aumento de 17%. Sugere-se estudos que visem elucidar possíveis mecanismos que expliquem a possibilidade do treinamento de potência aumentar mais a CVM que o treinamento de força.

Outro objetivo do presente estudo foi analisar o efeito do treinamento de força e potência na TDF, nos intervalos de tempo 0-50; 0-100; 0-150 e 0-200ms e na TDFpico. Portanto, foi possível observar diferença significativa entre os grupos (GF, GP e GC) apenas no intervalo de tempo 0-50ms da TDF, no qual, apenas o GP obteve um aumento significativo de 51,9%. Alguns estudos demonstram que o prejuízo na produção de força explosiva é maior que a força máxima em idosos sem DP (BOSCO; KOMI, 1980; CLARKSON et al., 1981; HAKKINEN; HAKKINEN, 1991; HAKKINEN et al., 1998; IZQUIERDO et al., 1999) e no único estudo com potência encontrado com idosos com DP (ALLEN et al., 2009) verificou-se que, comparado com controles, a potência decresce mais (aproximadamente 23%) comparada com o decréscimo de força máxima (17%). No presente estudo, o aumento da TDF no GP, ainda que apenas no intervalo de 0-50ms, aliado ao aumento também de CVM já discutido, é coerente com o estudo de Hakkinen et al. (1998), no qual, os autores

realizaram um programa de treinamento de alta intensidade combinado com exercícios do tipo explosivos para os músculos extensores do joelho realizado com sujeitos de meia-idade e com idosos de ambos os gêneros, verificando um aumento na força máxima e nas características de força explosiva tanto em ações isométricas como dinâmicas.

Para Frontera et al. (1988), o treinamento de força induz maior aumento na força máxima, com a alteração na porção inicial da curva isométrica força-tempo ou na porção mais elevada da curva força-velocidade, em geral, permanecendo consideravelmente menor. Nossos achados estão em parte de acordo com os de Frontera et al. (1988), uma vez que foi encontrado um aumento maior na TDF apenas no intervalo 0-50ms no GP comparado ao GF após oito semanas de treinamento com pesos.

Fato este que foi possível observar, também, no estudo de Aagaard et al. (2002), no qual os autores sugeriram que a frequência de recrutamento muscular poderia influenciar a capacidade de uma rápida produção de força e portanto, aumentar a TDF, principalmente nas fases iniciais de contração (0-100ms).

O não houve aumento da TDF no GF de nosso estudo pode ser devido a apenas um pequeno aumento na CVM em tal grupo, o que está coerente com os resultados de Corcos et al. (1996) ao mostrarem que força máxima de pacientes com DP está relacionado taxa de desenvolvimento de força. Em contraste, Paasuke et al. (2004) relataram que em pacientes com DP a força isométrica máxima e a taxa de desenvolvimento de força dos músculos extensores do joelho não se correlacionam significativamente.

Entretanto, apesar de encontrarmos um aumento na CVM dos extensores do joelho de ambos os grupos treinados, não foi encontrada alteração no impulso contrátil para todos os parâmetros de tempo analisados (0-50; 0-100; 0-150; 0-200ms). Tal achado corrobora aos resultados apresentados por Baker et al. (1994) que não encontraram aumento no impulso contrátil em idosos saudáveis após 12 semanas de treinamento de força. No entanto, o treinamento foi realizado em exercícios resistidos bilaterais e os testes em exercícios resistidos unilaterais, o que pode ter sido uma limitação do estudo. De fato, alguns estudos relatam aumento na TDF e impulso contrátil de membros inferiores de idosos após treinamento com

pesos bilateral quando os testes são, também, realizados com exercícios bilaterais (HAKKINEN et al., 1985; HAKKINEN et al., 1985).

Os resultados de Gurjão (2007) são contraditórios com aqueles do presente estudo. O referido autor mostrou aumento significativo no impulso contrátil para quase todos os parâmetros de tempo analisados (0-100; 0-150; 0-200ms) após oito semanas de treinamento de força em idosos saudáveis, o que reflete no aumento da capacidade do idoso em transferir energia para a realização de uma determinada tarefa, por efeito do treinamento. Como um bom nível de impulso contrátil pode contribuir para a realização de tarefas diárias (COOKE et al., 1989), idosos saudáveis podem se beneficiar do treinamento com pesos para a realização das citadas tarefas, contudo, baseando-se nos resultados de nosso estudo, o mesmo não ocorre com idosos com DP, pelo menos em resposta aos protocolos utilizados.

Podemos observar uma carência de estudos (nada conseguimos localizar em nossa revisão) que analisaram o efeito de treinamento com pesos no impulso contrátil em idosos com DP. Tal constatação fundamenta a sugestão de que estudos específicos que possam elucidar não apenas o efeito do treinamento sobre esta variável, como também, possíveis explicações neurofisiopatológicas que justifiquem diferentes respostas no tempo de contração em idosos com DP, quando comparados a idosos sem DP.

O aumento verificado na CVM foi acompanhada pelo aumento concomitante da atividade iEMG no vasto lateral, mas não no vasto medial. Após oito semanas de treinamento de potência (GP) proporcionou um aumento de 49,1% da iEMG, enquanto que o de força (GF) apresentou um aumento de 56,1% no vasto lateral. Poucos estudos envolvendo idosos analisaram o comportamento da ativação muscular nos momentos iniciais da manifestação da força muscular (GRUBER; GOLLHOFER, 2004; SUETTA et al., 2004). Tais estudos têm utilizado, em suas avaliações, exercícios mono-articulares, porém o nosso estudo analisou o comportamento da iEMG e da Cf-t isométrica em exercício multi-articular. Entretanto, apesar de encontrarmos um aumento na CVM de extensão do joelho (que também depende da ação do vasto medial), o padrão de recrutamento muscular, avaliado pela iEMG durante uma contração isométrica, apenas foi alterado no vasto lateral.

O referido aumento iEMG de superfície observado no presente estudo, para o vasto lateral, pode estar relacionado ao aumento na quantidade de unidades

motoras recrutadas (previamente inativas), aumento na frequência de ativação e/ou sincronização na frequência de ativação das citadas unidades. Porém, o sinal obtido por meio de eletrodos de superfície não permite separar quais dessas possíveis adaptações apresentam maior ou menor papel no comportamento da amplitude do sinal (iEMG) (FARINA, 2006).

De maneira contraditória aos nossos resultados, Hakkinen et al. (2001), após um período de treinamento de 21 semanas com idosos saudáveis, encontraram aumento da TDF de extensão do joelho juntamente com um aumento dos valores de RMS (uma outra forma de se medir ativação muscular) do quadríceps femoral, assim como Cannon et al. (2007), que encontraram após 10 semanas de treinamento, aumento da força e do registro eletromiográfico. Esses autores justificam seus resultados, apontando alterações em níveis periféricos, como aumento do número de unidades motoras ou maior velocidade de condução nervosa. Algumas pesquisas (CORCOS et al., 1996) demonstram que a frequência mediana e a amplitude máxima dos músculos vasto lateral, vasto medial e bíceps femoral em pacientes com DP e idosos saudáveis durante uma contração dinâmica são similares. Nosso estudo mostrou que durante a contração isométrica é possível observar alteração no sinal eletromiográfico, porém, observamos diferença apenas no vasto lateral para a CVM. Não observamos nenhum aumento significativo para iEMG dos músculos vasto medial e lateral para a TDF e o impulso contrátil ao comparar os três grupos.

Neste sentido, é importante ressaltar as modificações observadas para o vasto lateral em relação ao vasto medial. Estudos com idosos saudáveis mostraram aumento na iEMG do vasto medial após 8 semanas de treinamento com pesos (GURJÃO, 2007). Porém, apenas no estudo de Ramsey et al. (2004) encontramos uma abordagem sobre diferenças de ativação muscular entre o músculo vasto medial e vasto lateral em pacientes com DP. Os autores analisaram a ativação muscular de membros inferiores durante uma tarefa dinâmica (sentar e levantar), e observaram que a iEMG do vasto lateral foi maior que a do vasto medial, porém, os autores não discutem de forma clara tal achado.

Não encontramos estudo que comparasse a ativação muscular entre músculos antagonistas e agonistas, em pacientes com DP, os quais poderiam contribuir para discussão de nossos resultados. Duas possíveis explicações para nossos achados (maior iEMG no vasto lateral mas não no medial) são: a) durante

contrações voluntárias, há que ser considerada a ação de antagonistas, os quais são co-ativados juntamente com os agonistas (REEVES et al., 2006) e idosos poderiam apresentar maior co-ativação concorrendo com ativação dos agonistas. Porém, os autores não observaram mudanças na co-ativação dos músculos antagonistas de membros inferiores em idosos sem DP após treinamento com pesos, indicando somente mudanças na ativação muscular dos agonistas; b) a condição de rigidez muscular na DP, poderia estar associada com uma ativação anormal dos antagonistas. Contudo, Yanagawa et al. (1990) mostraram que os antagonistas são ativados de forma “anormal” somente nas condições de rigidez muscular em repouso, que difere da rigidez que ocorre durante contrações dinâmicas e isométricas.

Uma outra possível explicação para a resposta diferencial entre as iEMG dos vastos lateral e medial é a possibilidade de outros músculo sinergistas (reto femoral e vasto intermédio), estarem sendo ativados diferencialmente como resultado do treinamento e assim influírem para que a ativação do vasto medial não fosse alterada.

Uma possível limitação importante do estudo seria a existência de diferença no estágio da doença entre os participantes, porém, como foi relatado anteriormente, isto não ocorreu em termos estatísticos ( $p > 0,05$ ).

Pode ainda ser argüido que, devido ao fato de alteração de outros parâmetros utilizados nos protocolos de treinamento de força e de potência (não apenas a velocidade de execução como o fez Fielding et al. (2002)), o protocolo de força pudesse estar desenvolvendo mais potência que o próprio protocolo de potência. Como potência é expressa por  $F \cdot d/t$ , e a distância ( $d$ ) pode ser considerada uma constante nos dois protocolos (mesmos aparelhos, mesmos ângulos, sem diferença estatística na estatura entre os grupos), a potência será uma função da força (resistência movida) e do tempo de execução. Assim, um indivíduo do GF realizando 3 séries de 12 repetições, no exercício de *leg press* com 60 kg moveria um total de 2160 kg em 384 segundos (4 segundos por tentativa, com intervalo de 2 minutos entre a primeira e a segunda e entre esta e a terceira séries), o que corresponderia a  $56 \text{ N} \cdot \text{s}^{-1}$ . Um outro indivíduo do GP que movesse a mesma carga (60 kg) por repetição, realizando três séries agora com 8 repetições moveria um total de 1440 kg em 192 segundos (3 segundos por tentativa, com intervalo de 1 minuto

entre a primeira e a segunda e entre esta e a terceira séries), o que corresponde a  $75 \text{ N.s}^{-1}$ .

Futuros estudos poderão beneficiar-se ao eliminarem algumas possíveis limitações do presente estudo e realizarem avaliações por examinador “cego”, utilizarem a UPDRS após o período de intervenção e não apenas no momento pré como foi feito e utilização do mesmo volume de treinamento tanto para potência quanto para força.

## 7. CONCLUSÃO

Com base na análise dos resultados do presente estudo, foi possível concluir que, em idosos com doença de Parkinson: a) o treinamento com pesos, independentemente do protocolo utilizado (força ou potência) é capaz de aumentar a contração voluntária máxima, contudo o protocolo de potência parecer trazer maiores benefícios; b) a capacidade dos idosos com DP de gerar força rápida (TDF) nos primeiros 50ms aumenta após oito semanas de treinamento de potência, com manutenção da mesma quando o protocolo de treinamento de força é utilizado; c) a ativação do músculo vasto lateral é aumentada em resposta aos dois protocolos de treinamento, o que não ocorre com o vasto medial.

Assim, conquanto um protocolo de treinamento de força possa trazer benefícios para idosos com doença de Parkinson e portanto continue sendo recomendável, um protocolo de treinamento de potência parece ser ainda mais efetivo.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAGAARD, P. et al. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 93, n. 4, p. 1318-26, 2002.

ACSM (American College of Sports Medicine). Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hangerstown, v. 34, n. 2, 2002.

ADAMS, G.R. Autocrine/paracrine IGF-I and skeletal muscle adaptation. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 93, n. 3, p. 1159-67, 2002.

ALLEN, N. E. et al. Bradykinesia, muscle weakness and reduced muscle power in Parkinson's disease. **Movement Disorders**, New York, early view (no prelo) 2009.

ASHBURN, A. et al. A community dwelling sample of people with Parkinson's disease: characteristics of fallers and non-fallers. **Age Ageing**, Bristol, v. 30, p. 47-52, 2001.

BAKER, D.; WILSON, G.; CARLYON, B. Generality versus specificity: a comparison of dynamic and isometric measures of strength and speed-strength. **European Journal of Applied Physiology**, Heidelberg, v. 68; p. 350-355, 1994.

BARBOSA, E. R.; LIMONGI, J. C. P.; CUMMINGS, J. L. Parkinson's disease. **The Psychiatric Clinics of North America**, St. Louis, v. 20, n. 4, Dec. 1997.

BARBOSA, M. T. et al. Parkinsonism and Parkinson's disease in the Elderly: A Community-Based Survey in Brazil (the Bambuí Study). **Movement Disorders**, New York, v. 21, n. 6, p. 800-808, 2006.

BARONI, A. et al. Human ballistic arm abduction movements: Effects of L-dopa treatment in Parkinson's disease. **Neurology**, Minneapolis, v. 34, p. 868-76, 1984.

BARRY, B.; WARMAN, G. E.; CARSON, R. C. Age-related differences in rapid muscle activation after rate of force development training of the elbow flexors. **Experimental Brain Research**, New York, v. 162, p. 122-132, 2005.

BEMBEN, M. G. et al. Reliability of Isometric Force-time Curve Parameters for Men Aged 20 to 79 Years. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, Oklahoma, v. 6, n. 3, p. 158–164, 1992.

BOSCO, C.; KOMI, P. V. Influence of aging on the mechanical behavior of leg extensor muscles. **European Journal of Applied Physiology**, Heidelberg, v. 45, p. 209-215, 1980.

BOZZI, Y.; BORRELLI, E. Dopamine in neurotoxicity and neuroprotection: what do D2 receptors have to do with it? **Trends Neurosciences**, Iowa, v. 29, p. 167-174. 2006.

BROWN, L. L.; SCHNEIDER, J. S.; LIDSKY, T. I. Sensory and cognitive functions of the basal ganglia. **Current. Opinion in Neurobiology**, Iowa, v. 7, p. 157-163, 1997.

CALABRESI, P. et al. A convergent model for cognitive dysfunctions in Parkinson's disease: the critical dopamine–acetylcholine synaptic balance. **Lancet Neurology**, New York, v. 5, p. 974-983, 2006.

CAMARGOS, A. C. R. et al. O impacto da Doença de Parkinson na qualidade de vida: uma revisão de literatura. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 8, n. 3, p. 267-272, 2004.

CANNON, J., et al. Comparative effects of resistance training on peak isometric torque, muscle hypertrophy, voluntary activation and surface EMG between young and elderly women. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, Oxford, v. 27, n. 2, p. 91-100, 2007.

CARR, J. H.; SHEPHERD, R. B. **Neurological Rehabilitation Optimizing Motor Performance**. Carr, J. H. & Shepherd, R. B. (eds.), pp. 305-331. Butterworth-Heinemann, Oxford, 1998.

CHAIMOWICZ, F. A saúde dos idosos brasileiros às vésperas do século XXI: problemas, projeções e alternativas. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 184-200, 1997.

CLARKSON, P.; KROLL, W.; MELCHIONDA, A. Age, isometric strength, rate of tension development and fiber type composition. **Journals of Gerontology**, New York, v. 36, p. 648, 1981.

CONNELLY, D. et al. Motor unit firing rates and contractile properties in tibialis anterior in young and old men. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 87, p. 843-52, 1999.

COOKE, J. D.; BROWN, S. H.; CUNNINGHAM, D. A. Kinematics of arm movements in elderly humans. **Neurobiology Aging**, Baltimore, v. 10, p. 159–165, 1989.

COOLS, R. Dopaminergic modulation of cognitive function - implications for LDOPA treatment in Parkinson's disease. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, Iowa, v. 30, p. 1-23, 2006.

CORCOS, D. M. et al. Strength in Parkinson's disease: relationship to rate of force generation and clinical status. **Annals of Neurology**, San Francisco, v. 36, p. 79-88, 1996.

DAVINI, R.; NUNES, C. V. Alterações no sistema neuromuscular decorrentes do envelhecimento e o papel do exercício físico na manutenção da força muscular em indivíduos idosos. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 7, n. 3, p. 201-207, 2003.

DE SERRES, S. J.; ENOKA, R. M. Older adults can maximally activate the biceps brachii muscle by voluntary command. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 84, n. 1, p.284-91, 1998.

DELBONO, O. Neural Control of Aging Skeletal Muscle. **Aging Cell**, Houston, v. 2, n. 1, p. 21-9, 2003.

DESCHENES, M. R. Effects of aging on muscle fiber type and size. **Sports Medicine**, Stuttgart, v. 34, n. 12, p. 809-824, 2004.

DIAS, R. M. R. et al. Impacto de oito semanas de treinamento com pesos sobre a força muscular de homens e mulheres. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 11, n. 4, 2005.

DIBBLE, L. E. et al. The safety and feasibility of high-force eccentric resistance exercise in persons with Parkinson's disease. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Philadelphia, v. 87, p. 1280 –1282, 2006.

DIMITROVA, D.; HORAK, F. B.; NUTT, J. G. Postural muscle responses to multidirectional translations in patients with Parkinson's disease. **Journal of Neurophysiology**, Estados Unidos, p. 489-501, 2004.

DOHERTY, T. J. et al. Effects of motor unit losses on strength in older men and women. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda , v. 7, p. 868-74, 1993.

DOORENBOSCH, C. A. et al. Two strategies of transferring from sit-to-stand; the activation of monoarticular and biarticular muscles. **Journal of Biomechanics**, Estados Unidos, v. 27, n. 11, p. 1299-307, 1994.

DORETTO, D. **Fisiopatologia Clínica do Sistema Nervoso. Fundamentos da Semiologia**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2001. 466p.

DRAPER, I. T.; JOHNS, R. S. The disorders of movement in Parkinsonism and the effect of drug treatment. **Johns Hopkins Hospital Bulletin**, Estados Unidos, v. 115, p. 465-80, 1964.

EARLES, D. R.; KOCEJA, D. M.; SHIVELY, C. W. Environmental changes in soleus h-reflex excitability in young and elderly subjects. **International Journal of Neuroscience**, Inglaterra, v. 105, p. 1–13, 2000.

FALVO, M. J.; SCHILLING, B. K.; EARHART, G. M. Parkinson's Disease and Resistive Exercise: Rationale, Review, and Recommendations. **Movement Disorders**, New York , v. 23, n. 1, p. 1-11, 2008.

FARINA, D. Interpretation of the surface electromyogram in dynamic contractions. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, Baltimore, v. 34, n. 3, p. 121-127, 2006.

FARINATTI, P. T. V. **Envelhecimento, promoção da saúde e exercício: bases teóricas e metodológicas**, 1 ed. Barueri, SP: Manole, 2008.

FARINATTI, P. T. V.; NOBRE, L. C. Amplitude e cadência do passo e componentes da aptidão muscular em idosos: Um estudo correlacional multivariado. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 10, p. 389-94, 2004.

FERREIRA, L. **Efeitos no envelhecimento, do nível de atividade física e do treinamento com exercícios resistidos sobre a força muscular máxima diferenciada entre membros superiores e inferiores em mulheres**. Dissertação

apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Motricidade. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

FERRI, A. et al. Strength and power changes of the human plantar flexors and knee extensors in response to resistance training in old age. **Acta Physiologica Scandinavica**, Gothenburg, v. 177, p. 69-78, 2003.

FIATARONE, M. A. et al. High intensity training in nonagenarians: effects on skeletal muscle. **Journal of the American Medical Association**, Estados Unidos, v. 263, p. 3029-34, 1990.

FIELDING, R. A. et al. High velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older women. **Journal of American Geriatrics Society**, Estados Unidos, v. 50, p. 655-662, 2002.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FLOWERS, K. A. Visual "closed-loop" and "open-loop" characteristics of voluntary movement in patients with Parkinsonism and intention tremor. **Brain**, Oxford, v. 99, p. 269-310, 1976.

FREY, D. et al. Early and Selective Loss of Neuromuscular Synapse Subtypes with Low Sprouting Competence in Motoneuron Diseases. **Journal of Neurophysiology**, Estados Unidos, v. 20, n. 7, p. 534-42, 2000.

FRONTERA, W. R. et al. A cross-sectional study of muscle and mass in 45 to 7 yr-old men and women. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 71, p. 614-650, 1991.

FRONTERA, W. et al. Strength conditioning in older man: skeletal muscle hypertrophy and improved function. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 64, p. 1038-44, 1988.

GARDNER, M. M. et al. Practical implementation of an exercise-based falls prevention programme. **Age Ageing**, London, v. 30, p. 77-83, 2001.

GLENDINNING, D.; ENOKA, R. M. Motor unit behavior in Parkinson's disease. **Physical Therapy**, Alexandria, v. 74, p. 61-70, 1994.

GRAYBIEL, A. M. The basal ganglia. **Current Biology**, Inglaterra, v. 10, p. R509-R511, 2000.

GRUBER, M.; GOLLHOFER, A. Impact of sensorimotor training on the rate of force development and neural activation. **European of Journal Applied Physiology**, Heidelberg, v. 92, n.1-2, p. 98-105, 2004.

GURJÃO, A. L. D. **Efeito do treinamento com pesos sobre a curva força-tempo, respostas hemodinâmicas durante esforço aeróbio e capacidade aeróbia em idosos**. Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Ciências da Motricidade. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

HAGERMAN, F. C. et al. Effects of high-intensity resistance training on untrained older men I, strength, cardiovascular, and metabolic responses. **Journal of Gerontology: Biological Sciences**, Washington, v. 55A, p. B336-46, 2000.

HAKKINEN, K. Envelhecimento e adaptação neuromuscular ao treinamento de força. In **Força e potência no esporte**, ed. P. V. Komi, 425-441. Artmed, 2006.

HAKKINEN, K.; ALEN, M.; KOMI, P. V. Changes in isometric force and relaxation time, EMG and muscle fiber characteristics of human skeletal muscle during training and detraining. **Acta Physiology Scandinavica**, Inglaterra, v. 125, p. 573–585, 1985.

HAKKINEN, K.; KOMI, P. V.; ALEN, M. Effect of explosive type strength training on isometric force- and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of leg extensor muscles. **Acta Physiology Scandinavica**, Inglaterra, v. 125, p. 587–600, 1985.

HAKKINEN, K.; HAKKINEN, A. Muscle cross-sectional area, force production and relaxation characteristics in women at different ages. **European Journal of Applied Physiology**, Heidelberg, v. 62, p. 410-14, 1991.

HAKKINEN, K.; HAKKINEN, A. Neuromuscular adaptations during intensive strength training in middle-aged and elderly males and females. **Electromyography and Clinical Neurophysiology**, Bélgica, v. 35, p. 137-47, 1995.

HAKKINEN, K. et al. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 84, p. 1341-9, 1998.

HAKKINEN, K. et al. Changes in electromyographic activity, muscle fiber and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women. **Acta Physiologica Scandinavica**, Gothenburg, v. 171, p. 51-62, 2001.

HARRIDGE, S. D.; KRYGER, A.; STENSGAARD, A. knee extensor strength, activation, and size in very elderly people following strength training. **Muscle Nerve**, v. 22, n. 7, p. 831-9, 1999.

HARRIS, C. et al. The effect of resistance intensity on strength-gain response in the older adult. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, Oklahoma, v. 18, p. 833-8, 2004.

HASS, C. J.; COLLINS, M. A.; JUNCOS, J. L. Resistance training with creatine monohydrate improves upper-body strength in patients with Parkinson disease: a randomized trial. **Neurorehabilitation Neural Repair**, v. 21, p. 107–115, 2007.

HERMENS, H. J. et al. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, Oxford, v. 10, p. 361-374, 2000.

HIRAYAMA, M. S. **Atividade física e doença de Parkinson: mudança de comportamento, auto-eficácia e barreiras percebidas**. Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Ciências da Motricidade. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

HIRSCH, M. A. et al. The effects of balance training and high-intensity resistance training on persons with idiopathic Parkinson's disease. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Chicago, v. 84, n. 8, p. 1109-1117, 2003.

HOEHN, M.; YAHR, M. Parkinsonism: onset, progression and mortality. **Neurology**, Minneapolis, v. 17, n. 5, p. 427-441, 1967.

HORTOBAGYI, T. et al. Low- or high intensity strength training partially restores impaired quadriceps force accuracy and steadiness in aged adults. **Journal of Gerontology: Biology Sciences**, v. 56A, p. B38–B47, 2001.

HORAK, F. B.; NUTT, J.; NASHNER, L. M. Postural inflexibility in Parkinsonian subjects. **Journal of Neurological Sciences**, v. 111, p. 46-58, 1992.

HUNTER, G. R.; McCARTHY, J. P.; BAMMAN, M. M. Effects of resistance training on older adults. **Sports Medicine**, Stuttgart, v. 34, p. 330-348, 2004.

IZQUIERDO, M.; AGUADO, X.; GONZALES, R. Maximal and explosive force production capacity and balance in men of different ages. **European Journal of Applied Physiology**, Heidelberg, n. 84, p. 1341-9, 1999.

JANKOVIC, J. Parkinson's disease. A half century of progress. **Neurology**, Minneapolis, v. 57, suppl. 3, p. S1-S3, 2001.

JANSSEN, I. et al. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 89, p. 81-88, 2000.

KADHIRESA, V. A. ; HASSETT, C. A. ; FAULKNER, J. A. Properties of Single Motor Units in Medial Gastrocnemius Muscles of Adult and Old Rats. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 493, n. 2, p. 543-52, 1996.

KAKINUMA, S. et al. Muscle weakness in Parkinson's disease: isokinetic study of the lower limbs. **European Neurology**, v. 39, n. 4, p. 218-222, 1998.

KAMEN, G. et al. Motor unit discharge behavior in older adults during maximal-effort contractions. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 79, n. 6, p. 1908-1913, 1995.

KAUFFMAN, T. L. **Manual de Reabilitação Geriátrica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

KNIGHT, C. A.; KAMEN, G. Adaptations in muscular activation of the knee extensor muscles with strength training in young and older adults. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 11, p. 405-412, 2002.

KOLLER, W. C.; RUEDA, M. G. Mechanism of action of dopaminergic agents in parkinson's disease. **Neurology**, Minneapolis, v. 50, suppl 6, p. S11- S14, 1998.

KOLLER, W.; KASE, S. Muscle strength testing in Parkinson's disease. **European Neurology**, v. 25, p. 130-3, 1986.

KOMI, P. V. **Força e Potência no esporte**. 2ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2006.

KONGSGAARD, V. I. et al. Heavy resistance training increases muscle size, strength and physical function in elderly male COPD- patients- a pilot study. **Respiratory Medicine**, v. 98, n. 10, p. 1000-07, 2004.

KRAEMER, W. J. Endocrine responses and adaptations to strength training. In **Strength and Power in Sport.**, ed. P. V. Komi, 291-304, 64-76. Oxford: Blackwell Scientific, 1992.

KURODA, K. et al. Effect of physical exercise on mortality in patients with Parkinson's disease. **Acta Physiologica Scandinavica**, Gothenburg, v. 86, p. 55–59, 1992.

LANDERS, M. et al. An external focus of attention attenuates balance impairment in patients with Parkinson's disease who have a fall history. **Physiotherapy**, v. 91, p. 152-158, 2005.

LAUGHLIN, G. A.; BARRET-CONNOR, E. Sexual dimorphism in the influence of advanced aging on adrenal hormone levels: the Rancho Bernardo Study. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 85, n. 10, p. 3561-8, 2000.

LEBRÃO, M. L. **SABE – Saúde, Bem-estar e Envelhecimento – O Projeto Sabe no município de São Paulo: uma abordagem inicial**/Maria Lúcia Lebrão, Yeda A. de Oliveira Duarte. – Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2003. 255 p.

LEXELL, J. Human aging, muscle mass, and fiber composition. **Journal of Gerontology**, Washington, v. 50, p. 11-6, 1995.

LEXELL, J., TAYLOR, C. C., SJOSTROM, M. What is the cause of the ageing atrophy? **Journal of Neurological Science**, v. 84, p. 275-294, 1988.

LOPES, A. G. **Efeitos do treinamento físico sobre o nível de atividade física, capacidade funcional e comprometimento motor, na doença de Parkinson.** Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Ciências da Motricidade. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

MACDONALD, B. K.; COCKERELL, O. C.; SANDER, J. W.; SHORVON, S. D. The incidence and lifetime prevalence of neurological disorders in a prospective community-based study in the UK. **Brain**, v. 123, p. 665-676, 2000.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Protocolo clínico e diretrizes terapêuticas:** Doença de Parkinson Consulta Pública SAS/MS nº 10, de 04 de novembro de 2002. Disponível em <[http://portal.saude.gov.br/portal/sctie/visualizar\\_texto.cfm?idtxt=23532](http://portal.saude.gov.br/portal/sctie/visualizar_texto.cfm?idtxt=23532)> Acesso em: 31.Março.2009.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Protocolo clínico e diretrizes terapêuticas para dislipidemias** do Ministério da Saúde Consulta Pública SAS/MS nº13, de 12 de novembro de 2002. Disponível em <[http://dtr2001.saude.gov.br/sas/dsra/protocolos/do\\_d07\\_01.pdf](http://dtr2001.saude.gov.br/sas/dsra/protocolos/do_d07_01.pdf)> Acesso em: 31.Março.2009.

MITCHELL, S. L. et al. Open-loop and closed-loop postural control mechanisms in Parkinson's disease: increased mediolateral activity during quiet standing. **Neuroscience Letters**, v. 197, p. 133-136, 1995.

MONTASTRUC, J. L Recent advances in the clinical pharmacology of Parkinson's disease. **Therapy**, v. 46, p. 293-303, 1991.

MOORE, R. Y. Organization of midbrain dopamine systems and the pathophysiology of Parkinson's disease. **Parkinsonism and Related Disorders**, v. 9, p. S65–S71, 2003.

MORITANI, T.; YOSHITAKE, Y. The use of electromyography in applied physiology. **Journal of Electromyography and kinesiology**, Oxford, v. 8, p. 363-381, 1998.

MORRIS, M. E. Movement disorders in people with Parkinson disease: a model for physical therapy. **Physical Therapy**, Alexandria, v. 80, n. 6, p. 578-597, 2000.

MORSE, C. I., et al. Muscle strength, volume and activation following 12-month resistance training in 70-year-old males. **European of Journal Applied Physiology**, Heidelberg, v. 95, p. 197–204, 2005.

OBESO, J. A.; OLANOW, C. W.; NUTT, J. G. Levodopa and Motor Complications in Parkinson's Disease. **Trends in Neuroscience**, Amsterdam, v. 23, suppl., p. S2-S7, 2000.

PAASUKE, M. et al. Lower limb performance in older female patients with Parkinson's disease. **Aging Clinical and Experimental Research**, v. 14, p. 185-191, 2002.

PAASUKE, M., et al. Leg extension strength and chair-rise performance in elderly women with Parkinson's disease. **Journal of Aging and Physical Activity**, Washington, v. 12, p. 511-524, 2004.

PALMER, S. S. et al. Exercise therapy for Parkinson's disease. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 67, p. 741-5, 1986.

PATTICHIS, C. S. et al. Introduction to this special issue intelligent data analysis in electromyography and electroneurography. **Medical Engineering & Physics**, v. 21, p. 379-388, 1999.

PHILLIPS, S. K. et al. The weakness of old age is not due to failure of muscle activation. **Journal of Gerontology**, Washington, v. 47, n. 2, p. M45-9, 1992.

PIEMONTE, E. P. et al. Improvement on motor performance of patients with Parkinson's Disease by application of a physiotherapeutic scheme, based on a supervised weekly program of home-exercises. **Neurological Rehabilitation**, Itália, v. 2, p. 507-512, 2002.

PORTER, M. M.; VANDERVOORT, A. A.; LEXELL, J. Aging of human muscle: structure, function and adaptability. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 5, p. 129-142, 1995.

RAMSEY, V. K.; MISZCO, T. A.; HORVAT, M. Muscle activation and force production in Parkinson's patients during sit to stand transfers. **Clinical Biomechanics**, v. 19, p. 377-384, 2004.

REEVES, N. D.; NARICI, M. V.; MAGANARIS, C. N. Musculoskeletal adaptations to resistance training in old age. **Manual Therapy**, v. 11, p. 192-196, 2006.

REUTER, I.; ENGELHARDT, M. Exercise training and Parkinson's Disease. Placebo or essential Treatment? **The Physical and Sports Medicine**, v. 30, n. 3, p. 178-185, 2002.

ROGERS, M. W. **Contemporary Management of Motor Control Problems**. Rogers, M. W. (ed.), pp. 195-208. Foundation for Physical Therapy, 1991.

ROGERS, M. W. Disorder rouses of posture, balance, and gait in Parkinson's disease. **Clinical Geriatric Medicine**, v. 12, n. 4, p. 825-845, 1996.

ROGERS, M. A.; EVANS, W. J. Changes in skeletal muscle with aging: Effects of exercise training. In: HOLLOSZY, J. O (Ed.). **Exercise and sport sciences reviews**, Vol.21. Baltimore: Williams & Wilkins, 65-102, 1993.

ROSSI, E.; SADER, C. Envelhecimento do sistema osteoarticular. In: FREITAS, E. V. et al. **Tratado de geriatria e gerontologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 508-514, 2002.

ROUSE, S. T. et al. Distribution and roles of metabotropic glutamate receptors in the basal ganglia motor circuit: implications for treatment of Parkinson's Disease and related disorders. **Pharmacology and Therapeutics**, Oxford, v. 88, p. 427-435, 2000.

SAHALY, R. et al. Surface electromyograms of agonist and antagonist muscles during force development of maximal isometric exercises--effects of instruction. **European of Journal Applied Physiology**, Heidelberg, v. 89, n. 1, p. 79-84, 2003.

SASCO, A. et al. The role of physical exercise in the occurrence of Parkinson's disease. **Archives of Neurology**, Chicago, v. 49, p. 360 –365, 1992.

SCANDALIS, T. A. et al. Resistance training and gait function in patients with Parkinson's disease. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 80, p. 38-43, 2001.

SIGIURA, T. et al. Myoisiheavy chain isoform transition in aging fast and slow muscles of the rat. **Acta Physiologica Scandinavica**, Gothenburg, v. 144, p. 419-23, 1992.

SILVA, C. M. et al. Efeito do treinamento com pesos, prescrito por zona de repetições máximas, na força muscular e composição corporal em idosos. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Santa Catarina, v. 8, n. 4, p. 39-45, 2006.

SILVA, N. L.; FARINATTI, P. T. V. Influência de variáveis do treinamento contra-resistência sobre a força muscular de idosos: uma revisão sistemática com ênfase nas relações dose-resposta. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 13, n. 1 – Jan/Fev, 2007.

SIMÃO, R. **Fundamentos Fisiológicos para o treinamento de Força e Potência**. São Paulo: Phorte, 2003.

SMITH, Y.; KIEVAL, J. Z. Anatomy of the dopamine system in the basal ganglia. **Trends in Neuroscience**, Amsterdam, v. 23, n. 10, p. S28-S33, 2000.

STELMACH, G. E. et al. Force production characteristics in Parkinson's disease. **Experimental Brain Research**, New York, v. 76, p. 165-72, 1989.

SUETTA, C. et al. Training-induced changes in muscle CSA, muscle strength, EMG, and rate of force development in elderly subjects after long-term unilateral disuse. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 97, p. 1954-1961, 2004.

TANAKA, K. et al. Benefits of physical exercise on executive functions in older people with Parkinson's disease. **Brain and Cognition**, New York, v. 69, p. 435-441, 2009.

TIENGO, L. S. P. **Abordagem psicomotora no parkinsonismo por meio da dança livre e criativa**. Monografia do Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Educação e Reeducação Psicomotora. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

TOOLE, T. et al. The effects of a balance and strength training program on equilibrium in Parkinsonism: a preliminary study. **NeuroRehabilitation**, v. 14, p. 15-174, 2000.

TRANCOSO, E. F.; FARINATTI, P. T. V. Efeitos de 12 semanas de treinamento com pesos sobre a força muscular de mulheres com mais de 60 anos de idade. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 16, n. 2, p. 220-9, 2003.

VAN INGEN SCHENAU, G.J. et al. The constrained control of force and position in multi-joint movements. **Neuroscience**, v. 46, n. 1, p. 197-207, 1992.

WATERS, C. H. **Diagnosis and Management of Parkinson's Disease**, 5.ed. Los Angeles: Professional Communications, 240p, 1998.

WELLE, S. et al. Reduced Amount of Mitochondrial DNA in Aged Human Muscle. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 94, n. 41, p. 479-84, 2003.

YANAGAWA, S.; SHINDO, M.; YANAGISAWA, N. Muscular weakness in Parkinson's disease. In: Streifler MB, Korczyn AD, McLamed E, Youdim MBH, Eds. **Parkinson's Disease: Anatomy, Pathology and Therapy**. New York: Raven 256-85, 1990.

YUE, G. H. et al. Older adults exhibit a reduced ability to fully activate their biceps brachial muscle. **Journal Gerontology A: Biology Science of Medicine Science**, v. 54, n. 5, p. M249-53, 1999.

**APÊNDICE 1. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

(Conselho Nacional de Saúde, Resolução 196/96)

Prezado(a) Sr(a):

Meu nome é Luciana Arantes e sou aluna de mestrado na UNESP. Convido o(a) Sr(a) para participar do estudo que visa analisar possíveis efeitos do treinamento com pesos sobre o músculo, em pessoas com doença de Parkinson. Serão realizadas duas avaliações, uma antes e outra após treinamento com pesos, três vezes por semana durante oito semanas.

O desconforto, se houver, será mínimo e poderá ser causado pelo tempo de aplicação das avaliações (aproximadamente 30 minutos), depilação em pequenos locais para colocação de pequenos discos adesivos para obter sinais do músculo, com material novo e descartável. Os riscos serão também mínimos e semelhantes aos encontrados na realização de atividades da vida diária ou participação em outros programas de atividade física para idosos. Tais riscos serão ainda mais reduzidos pela realização do estudo em local adequado, seguro e com o meu acompanhamento e assistência profissional.

Com a prática regular de atividade física adequada às suas condições, o(a) Sr(a) poderá ter benefícios para a saúde e capacidade para realizar suas atividades do dia-a-dia, além de colaborar com o aumento do conhecimento sobre atividade física e doença de Parkinson, o que poderá beneficiar outros idosos com a doença.

A sua participação é totalmente livre e, a não aceitação do convite não lhe trará prejuízo e poderá desistir em qualquer momento. Os resultados serão exclusivamente para fins científicos e sua identificação não será divulgada. Estarei à disposição para quaisquer esclarecimentos, antes, durante e após o estudo fornecendo meu telefone e endereço.

Tendo lido o presente Termo, bem como sido esclarecido (a) em todos os aspectos solicitados, aceito participar do estudo “Efeito do treinamento de força e potência na ativação muscular e na curva força-tempo isométrica, em indivíduos com Doença de Parkinson”, sob responsabilidade da mestranda Luciana Mendonça Arantes, da UNESP, Av. 24-A, 1515 – Bela Vista – Rio Claro – SP, fone (19) 8195 6624, assinando este Termo em duas vias.

Rio Claro, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Nome da participante: \_\_\_\_\_

Documento de Identidade: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

Nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_ Fone: \_\_\_\_\_

Assinaturas: \_\_\_\_\_

Participante

Luciana Arantes

Pesquisadora

Sebastião Gobbi

Orientador

**APÊNDICE 2. Resultados Individuais (pré-intervenção)**

Sujeitos	GRUPO	CVM	TDF 0-50ms	TDF 0-100ms	TDF 0-150ms	TDF 0-200ms	TDF PICO	IC 0-50ms	IC 0-100ms	IC 0-150ms	IC 0-200ms
1	GP	1244,2	1657,1	1502,2	1403,6	1407,3	1885,9	12,1	28,2	47,5	70
2	GP	824,3	350,6	521	573,1	636,2	902,4	15,4	32,2	50,7	71,2
3	GP	489,2	447,8	423,9	401,6	386,9	460,2	9,4	20	31,5	43,9
4	GP	1121	1077,1	998,2	1108,7	1234	1624,4	9,7	22	37	55,9
5	GP	458,9	482,1	147,2	200,2	215,5	959,8	19,7	39,7	59,1	79,4
6	GP	2236,4	883,8	2052,2	2641,3	2725,2	3927,4	10,5	26	50,9	84,5
7	GP	1538,2	80,9	123	176,9	250,2	566,7	12,6	25,5	38,9	53,3
8	GP	755,5	1158,2	1439,7	1887,5	1802,8	3054,5	6,4	16,1	32	53,2
9	GP	1074,5	851,4	1279,5	1646,1	1756,8	2734,5	11,4	26,3	46	71

Sujeitos	GRUPO	iEMG VM 0-50ms	iEMG VM 0-100ms	iEMG VM 0-150ms	iEMG VM 0-200ms	iEMG VM CVM	iEMG VL 0-50ms	iEMG VL 0-100ms	iEMG VL 0-150ms	iEMG VL 0-200ms	iEMG VL CVM
1	GP	61,1	130	176,3	249,6	1159,8	74,4	155,8	244,1	321,1	1306,7
2	GP	7,6	20,3	30	40,5	222	9,2	26,9	44,15	56,4	282,9
3	GP	51	99,5	153,8	201,7	1181,8	36,7	76,4	120,2	169,8	1422,6
4	GP	13,4	27	45,4	70,1	445,7	22,8	69,4	112,7	139,6	935,8
5	GP	12,9	30,2	50,7	73,7	513,9	275,6	327,8	386,1	410,4	827,1
6	GP	66,7	138,1	215	279	1546,7	160,3	262,9	435,8	561,8	3120,4
7	GP	113,6	215	334,1	456,6	1654,5	117	207,8	307,5	426,1	1724,5
8	GP	151,3	292,7	427,3	584,8	3156,1	115,3	270,5	394,1	546,4	2741,9
9	GP	37,7	85,6	115	149,9	700,3	180	440,3	563,4	788,9	3176

Sujeitos	GRUPO	CVM	TDF 0-50ms	TDF 0-100ms	TDF 0-150ms	TDF 0-200ms	TDF PICO	IC 0-50ms	IC 0-100ms	IC 0-150ms	IC 0-200ms
1	GF	1076,5	1323,7	2187,4	2770,2	2711,1	4297,5	6,7	18,6	40,1	69,5
2	GF	895,7	572,3	953,6	1283	1472,8	2095,3	4,6	11,6	22,8	39
3	GF	1100,1	1074,5	1404,2	1594,7	1602,1	2189,8	8,8	21,1	38,3	59,9
4	GF	595,1	386,2	454,3	502,4	525,9	637,8	5	11,2	18,8	27,9
5	GF	444	112,4	239,8	242,8	289,4	466,8	4,4	9,5	15,4	22,1
6	GF	782,9	1231,4	1523,8	1630,2	1657,9	1852,9	4,7	13,6	27	45
7	GF	939,8	3179,2	2402,5	1851,5	1778,9	3897,4	7,6	22,2	39,3	59,1
8	GF	879,7	1183	933,1	992	1239	2267,8	6,1	14,7	25,4	39,9

Sujeitos	GRUPO	iEMG VM 0-50ms	iEMG VM 0-100ms	iEMG VM 0-150ms	iEMG VM 0-200ms	iEMG VM CVM	iEMG VL 0-50ms	iEMG VL 0-100ms	iEMG VL 0-150ms	iEMG VL 0-200ms	iEMG VL CVM
1	GF	163,7	294,4	451,1	570,5	3132,5	55,1	113,7	204,6	293,6	1556,6
2	GF	112,1	262	386,3	520	2816,9	140,1	299,1	473,2	667,1	3093,9
3	GF	83	171,6	257,6	332,9	1980	55,4	108,9	159,9	212,3	1251,1
4	GF	47,7	117,7	187,9	242,7	1351,4	16,9	36,8	54,7	77,6	451,6
5	GF	175,4	296,2	433,9	524,2	1759,2	110,9	226,1	345,1	414,4	1607,8
6	GF	36,2	74,3	101,7	136,2	883,7	35,3	72,4	102,4	144,9	751,7
7	GF	192,4	421,8	611,3	803,8	4758,1	112,1	268,1	414	554,6	3756,1
8	GF	239	462,2	742,8	944,5	5754,5	137,7	273,6	408	525,4	3090,3

Sujeitos	GRUPO	CVM	TDF 0-50ms	TDF 0-100ms	TDF 0-150ms	TDF 0-200ms	TDF PICO	IC 0-50ms	IC 0-100ms	IC 0-150ms	IC 0-200ms
1	GC	465,65	777,23	542,03	349,21	329,62	884,9	11,5	24,8	38,1	51,7
2	GC	1425,6	1582,8	1941,4	2124,4	2257,6	2721,0	9,4	23,8	44,2	71,0
3	GC	460,38	430,77	437,77	510,36	542,97	712,3	7,7	16,5	26,7	38,5
4	GC	935,6	647,89	795,92	942,87	992,12	1371,9	10,4	22,8	37,9	56,2
5	GC	1422,8	1783	2307,8	2653,4	2455,5	4102,6	11,3	27,8	53,2	84,3
6	GC	448,71	330,82	421,3	485,71	516,75	764,4	9,9	21,0	33,3	47,4
7	GC	661,36	232,86	329,87	437,7	531,5	853,4	76,3	16,0	25,8	37,4
8	GC	1422,7	463,62	487,87	568,06	578,67	843,0	98,2	20,6	33,2	47,3

Sujeitos	GRUPO	iEMG VM 0-50ms	iEMG VM 0-100ms	iEMG VM 0-150ms	iEMG VM 0-200ms	iEMG VM CVM	iEMG VL 0-50ms	iEMG VL 0-100ms	iEMG VL 0-150ms	iEMG VL 0-200ms	iEMG VL CVM
1	GC	30,12	48,38	93,24	116,23	747,91	61,23	99,99	157,96	217,25	1007,4
2	GC	103,87	206,17	386,3	488,8	2398	155,14	251,57	379,55	474,49	2551,9
3	GC	11,6	20	31,16	42,82	235,95	16,52	32,86	67,26	80,57	478,28
4	GC	75,75	134,32	235,85	345,27	1762,4	173,1	331,59	568,73	858,2	3862,9
5	GC	63,46	188,74	266,09	373,87	2339,1	72,59	222,44	319,41	430,64	2218,7
6	GC	29,517	66,854	98,841	135,6	624,34	44,64	103,05	146,84	203,38	932,8
7	GC	58,419	121,09	170,31	236,07	1304,1	35,805	104,79	169,88	234,4	1375,6
8	GC	12,685	30,023	46,607	71,499	714,84	23,492	49,422	76,672	116,32	1164,9

**APÊNDICE 3. Resultados Individuais (pós-intervenção)**

Sujeitos	GRUPO	TDF 0-50ms	TDF 0-100ms	TDF 0-150ms	TDF 0-200ms	TDF PICO	IC 0-50ms	IC 0-100ms	IC 0-150ms	IC 0-200ms
1	GP	2200,2	2067,3	2012,6	2032,8	2475,2	13,99	33,55	57,67	86,96
2	GP	1214,8	1387,3	1437,8	1502	2000,5	16,05	35,46	59,06	86,35
3	GP	293,93	427,69	469,4	492,16	607,52	5,25	11,59	19,37	28,54
4	GP	1723,4	2151,7	2226,4	2281,6	2825,9	12,11	29,69	53,82	83,5
5	GP	451,3	469,18	362,36	360,76	685,03	9,98	21,38	33,5	46,06
6	GP	2305,8	3254,5	4828,9	5263,3	8557,5	13,71	35,74	72,99	129,57
7	GP	277,11	279,89	414,13	603,1	1319,9	11,47	23,64	36,90	52,53
8	GP	1146,9	1662	1892,7	1828,1	2550	10,82	25,72	46,63	72,69
9	GP	1009	1342,1	1939,7	1899	3221	12,27	27,45	49,19	77,53

Sujeitos	GRUPO	iEMG VM 0-50ms	iEMG VM 0-100ms	iEMG VM 0-150ms	iEMG VM 0-200ms	iEMG VM CVM	iEMG VL 0-50ms	iEMG VL 0-100ms	iEMG VL 0-150ms	iEMG VL 0-200ms	iEMG VL CVM
1	GP	34,99	80,73	131,29	179,88	67,57	147,82	249,99	340,23	1040,4	1763,1
2	GP	11,97	22,47	39,03	53,13	12,59	25,67	40,84	56,04	308,74	277,94
3	GP	68,22	117,95	164,53	214,5	69,85	174,02	244,51	309,32	1090,4	1439,8
4	GP	41,57	76,94	108,19	148,5	100,69	191,16	253,2	324,78	833,68	1998,3
5	GP	14,49	34,55	39,23	54,19	81,95	217,72	252,58	364,87	450,3	1944,9
6	GP	87,96	179,07	303,02	400,82	180,2	383,28	634,05	853,73	2558,9	5171,9
7	GP	36,31	82,95	129,24	175,02	160,33	375,84	547,96	693,28	1120,7	3825
8	GP	97,51	212,76	315,66	417	230,28	385,03	567,17	746,22	2952,6	3727,5
9	GP	30,96	63,90	96,1	131,1	147,84	272,33	416,48	538,16	777,07	3025,5

Sujeitos	GRUPO	CVM	TDF 0-50ms	TDF 0-100ms	TDF 0-150ms	TDF 0-200ms	TDF PICO	IC 0-50ms	IC 0-100ms	IC 0-150ms	IC 0-200ms
1	GF	1226,3	1680	2799,8	3407,5	3431,5	5000,3	6,82	20,45	45,58	80,72
2	GF	948,21	391,49	904,97	1367,6	1515,1	2331,1	4,15	10,29	21,36	37,97
3	GF	1221	1073,3	1208,5	1525,4	1799,7	2691,2	9,31	21,65	38,27	61,10
4	GF	736,9	330,1	415,37	550,46	597,47	838,67	5	10,96	18,65	28,36
5	GF	525,17	268,45	445,45	543,46	750,57	1545,9	5,42	12	20,15	31,18
6	GF	807,45	754,18	854,5	919,84	956,14	1073,1	5,53	13,2	23,42	36,28
7	GF	1178,1	3713,3	3194,8	2482,7	2502,1	4421,1	9,16	27,68	50	76,94
8	GF	1032,1	296,21	561,07	776,95	949,38	1526,9	7,45	16,36	27,81	42,69

Sujeitos	GRUPO	iEMG VM 0-50ms	iEMG VM 0-100ms	iEMG VM 0-150ms	iEMG VM 0-200ms	iEMG VM CVM	iEMG VL 0-50ms	iEMG VL 0-100ms	iEMG VL 0-150ms	iEMG VL 0-200ms	iEMG VL CVM
1	GF	89,83	177,9	279,28	416,73	202,97	421,56	594,75	825,83	2504,9	3949,8
2	GF	83,6	150,49	213,61	298,34	283,66	474,64	662,61	889,46	1778,9	5200,8
3	GF	139,75	275,66	390,93	527,09	85,03	165,28	226,15	281,7	2479,9	1479,7
4	GF	55,74	115,81	176,31	229,91	34,96	67,1	110,06	135,35	1285,5	666,52
5	GF	70,57	140,8	218,24	297,92	94,87	186,6	276,31	374,34	1768	2324,5
6	GF	38,77	68,42	108,57	140,49	50,81	98,82	153,3	210,79	779,1	912,06
7	GF	277,34	565,8	858,03	1059,1	294,66	662,2	986,53	1183,7	5715,9	6125,9
8	GF	136,55	287,96	509,05	671,59	152,88	303,43	480,55	625,38	4074,5	3634,8

Sujeitos	GRUPO	CVM	TDF		TDF		TDF		TDF	PICO	IC			IC
			0-50ms	0-100ms	0-150ms	0-200ms	0-50ms	0-100ms			0-150ms	0-200ms		
1	GC	696,18	420,27	715,68	789,82	722,32	1109,3	13,5	28,8	46,7	66,4			
2	GC	1374,8	1717,3	2591,1	2666,1	2561,4	3588,9	9,8	26,4	51,0	82,0			
3	GC	384,72	363,01	383,32	415,53	432,17	500,4	7,8	16,5	26,4	37,5			
4	GC	969,68	1188,2	1252,5	1289,7	1283,5	1369,2	10,9	25,0	42,5	63,2			
5	GC	1327,1	1505,9	2535,3	2519,7	2564,2	3850,0	11,0	28,4	53,6	85,3			
6	GC	442,5	379,57	497,91	502,63	489,18	679,5	11,1	23,4	37,2	52,1			
7	GC	575,92	93,933	123,94	161,14	207,1	371,4	8,4	17,0	26,2	36,1			
8	GC	627,76	148,44	53,009	75,874	144,88	429,1	85,9	17,2	25,9	35,2			

Sujeitos	GRUPO	iEMG VM		iEMG VM		iEMG VM		iEMG VL		iEMG VL		iEMG VL		iEMG VL	
		0-50ms	0-100ms	0-150ms	0-200ms	0-50ms	0-100ms	0-150ms	0-200ms	0-50ms	0-100ms	0-150ms	0-200ms	CVM	CVM
1	GC	81,8	175,9	236,5	320,7	1713,9	62,8	150,1	236,5	330,1	1707,8				
2	GC	146,5	299,7	435,3	576,5	2711,7	150,8	333,2	495,2	651,9	2800,3				
3	GC	14,4	38,6	59,8	81,0	391,8	15,2	28,6	46,8	68,6	367,5				
4	GC	85,7	177,6	291,1	399,8	1968,9	166,1	274,4	417,6	557,0	3101,9				
5	GC	98,1	204,7	299,8	454,1	2346,8	77,5	178,6	279,0	367,9	1848,3				
6	GC	22,3	38,3	62,8	87,1	447,2	42,9	91,9	137,5	198,8	1006,4				
7	GC	57,8	100,6	138,7	196,0	1328,2	73,6	158,2	217,6	282,4	1904,2				
8	GC	84,3	17,6	23,2	29,6	225,9	14,3	26,7	33,2	39,3	332,0				

## ANEXO 1. PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Câmpus de Rio Claro  
Seção Técnica Acadêmica  
Comitê de Ética em Pesquisa



Rio Claro, 06 de julho de 2007.

Ofício CEP 128/2007

Prezada Senhora,

Informamos que em reunião realizada em 03.07.2007, o Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências, UNESP, Campus de Rio Claro (CEP-IB-UNESP), aprovou o projeto de pesquisa intitulado *"Efeito do treinamento de força e potência na ativação muscular e na curva força-tempo isométrica, em indivíduos com doença de Parkinson"*, sob sua responsabilidade, protocolo 3153, datado de 21/05/2007 e, tendo como orientador o Prof. Dr. Sebastião Gobbi.

Atenciosamente,



Profa. Dra. Rosa Maria Feiteiro Cavalari  
Coordenadora do Comitê

Ílma, Sra.  
**LUCIANA MENDONÇA ARANTES**  
Rua 14-A, 1199 Apto. 01  
13506-558 Rio Claro SP