



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA MECÂNICA

**EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DO CICLO ERGÔMETRO DE
RESISTÊNCIA MÍNIMA NA CAPACIDADE FUNCIONAL DE
IDOSAS DA COMUNIDADE E A SUA CORRELAÇÃO COM OS
ÍNDICES PLASMÁTICOS DE INTERLEUCINA 6**

BRENO GONTIJO DO NASCIMENTO

Belo Horizonte
2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Breno Gontijo do Nascimento

**EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DO CICLO ERGÔMETRO DE
RESISTÊNCIA MÍNIMA - NA CAPACIDADE FUNCIONAL DE
IDOSAS DA COMUNIDADE E A SUA CORRELAÇÃO COM OS
ÍNDICES PLASMÁTICOS DE INTERLEUCINA 6.**

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Engenharia Mecânica.

Área de concentração: Bioengenharia

Orientador: Prof. Dr. Marcos Pinotti Barbosa (UFMG)

Co-orientador: Prof. Dr. João Marcos Domingues Dias (UFMG)

Belo Horizonte
Escola de Engenharia da UFMG
Ano 2010

Aos meus pais e irmãos, minha esposa e filho.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Marcos Pinotti pela amizade construída numa caminhada de mais de 7 anos, pelos ensinamentos e pela oportunidade de integrar o grupo Labbio e desenvolver mais um trabalho com seu apoio.

Ao Prof. Dr. João Marcos pela confiança na realização desta pesquisa e pelo carinho e atenção que senti todas às vezes que necessitei de sua ajuda.

Ao Prof. Dr. Leszek Antoni Szmuchrowski pelas idéias e sugestões no processo do desenvolvimento do ciclo ergômetro.

A Profa. Leani Máximo pelos ensinamentos em relação aos estudos com interleucina-6 e pela prontidão em disponibilizar o LADIR (Laboratório de Dor e Inflamação) para realização de parte do procedimento de coleta.

As colegas Fernanda Matos Coelho, Daniela Matos pela ajuda durante a coleta de sangue.

Aos amigos Bruno Pena Couto, Janderson Tolentino, Isabella Nascimento, Patrícia Garcia, Samuel, Tayra Muller, Tiago pela ajuda ao longo destes anos de doutorado na coleta dos dados adquiridos para este estudo no isocinético e no TUG.

A estatística Alessandra Almeida pela ajuda no processamento estatístico dos dados.

Ao engenheiro mestre André Saraiva pela ajuda inestimável na montagem do sistema e na aquisição de dados e pelo suporte conferido durante o processo de desenvolvimento do ciclo ergômetro.

Ao meu irmão Sérgio Gontijo que sempre esteve ao meu lado, nas madrugadas em que precisei acertar os gráficos e tabelas, com total atenção em todos os momentos que pedi ajuda.

A todos os amigos do Labbio pelo incentivo e compreensão.

Aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia Mecânica – DEMEC.

A Finep pelo auxílio financeiro que possibilitou a realização deste estudo.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	VI
LISTA DE GRAFICOS.....	VII
LISTA DE TABELAS.....	VIII
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	IX
RESUMO	X
1.INTRODUÇÃO.....	1
2.OBJETIVOS.....	4
2.1 Objetivos gerais.....	4
2.2 Objetivos específicos.....	4
3.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1 Envelhecimento, Funcionalidade e Incapacidade	5
3.2 Envelhecimento e Sarcopenia.....	8
3.3 Envelhecimento e Imunossenescência e Interleucina 6.....	12
3.4 Envelhecimento e atividade física	16
3.5 Bicicletas; bicicletas-estacionárias e ciclo-ergômetro	20
4. MATERIAL E MÉTODO.....	22
4.1 Delineamento do estudo	22
4.2 Amostra.....	23
4.3 Instrumentação.....	24
4.3.1 O ciclo ergometro	24
4.3.2 O sistema de processamento e controle dos dados do ciclo ergômetro de resistência mínima	26
4.3.3 Avaliação funcional dos idosos	28
4.4 Procedimentos.....	29
4.4.2 Medidas do índice de interleucina 6.....	30
4.4.3 Medidas de Desempenho Funcional.....	32
4.4.4 Determinação de citocinas por ELISA	32
4.5 Treinamento no ciclo ergômetro	33
4.5.1 Intervenção	33
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33

5.1 Análise Estatística.....	33
5.2 Análise descritiva	34
6 CONCLUSÕES.....	49
ABSTRACT	51
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
8 ANEXOS	64

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1 Processo de fragilidade	9
FIGURA 3.2 Fatores que contribuem para sarcopenia no idoso.....	10
FIGURA 3.3 Balanço entre os agentes pro e antiinflamatórios. As eficientes respostas inflamatórias podem oferecer alta resistência às doenças infecciosas, mas também, um aumento susceptível para doenças inflamatórias tardias.....	14
FIGURA 3.4 Modelo como a Interleucina-6 é regulada em resposta à adaptação do exercício. Exercícios regulares aumentam a síntese de glicogênio, e o músculo treinado consequentemente armazena mais glicogênio.....	18
FIGURA 3.5 (a) Ciclo Ergômetro clássico	20
(b) Modelo para membros Superiores e Inferiores.....	20
FIGURA 4.1 (a) Ciclo Ergômetro -Desenho	23
(b) Ciclo Ergômetro – Desenho	23
(c) Ciclo Ergômetro vista panorâmica.....	24
(d) Ciclo Ergômetro vista panorâmica.....	24
FIGURA 4.2 Posição do sensor magnético e ímãs distribuídos na coroa do ciclo ergômetro.....	24
FIGURA 4.3 (a) Posição onde o sensor detecta o ímã.....	25
(b) Intervalos entre ímãs.....	25
FIGURA 4.4 (a) Cabo de conexão do sensor e caixa de processamento e fonte de alimentação	25
FIGURA 4.5 Caixa de processamento com indicação numérica dos botões e LED’.....	26
FIGURA 4.6 Telas de dados apresentadas no visor de cristal líquido.....	27
FIGURA 4.7 Disposição das fotocélulas durante teste Funcional “Timed Up and Go “.....	28
FIGURA 4.8 Circuito para mensuração do TUG composto por 3 fotocélulas.....	28
FIGURA 4.9 Dinamômetro Isocinético- <i>Biodex System 3Pro</i>	30
FIGURA 4.10 (a) Centrífuga	30
(b) Microplacas	30

LISTA DE GRAFICOS

GRAFICO: 5.1 Valores em segundos teste funcional Timed up and Go Test TUG.....	34
utilizando computador com fotocélulas e cronômetro.	
GRAFICO: 5.2 Valores dos níveis plasmáticos de IL-6 das voluntárias	37
GRAFICO: 5.3 Trabalho total realizado na avaliação do dinamômetro isocinético na	
velocidade de 60 °/s no pré e pós período de intervenção.....	39
GRAFICO: 5.4 Média do pico do torque a 60 °/s no pré e pós período de intervenção	40
GRAFICO: 5.5 Trabalho total na velocidade 180 °/s no pré e pós período de intervenção	40
GRAFICO: 5.6 Relação agonista/antagonista, equivalente a músculos flexores/extensores,	
direito e esquerdo na velocidade de 180°/s	44

.....

LISTA DE QUADROS E TABELAS

TABELA 5.1 Características de 31 mulheres idosas selecionadas para o estudo.....	33
TABELA 5.2 Medidas de IL-6 pré, repouso e pós.....	33
TABELA 5.3 Medidas do cronômetro pré, repouso e pós.....	34
TABELA 5.4 Medidas do computador pré, repouso e pós	35
TABELA 5.5 Correlação entre valores observados pelo cronômetro e computador Correlação de Pearson.....	36
TABELA 5.6 Correlação entre valores de IL-6 com medidas observadas no computador e cronômetro	36
TABELA 5.7 Correlação entre índices de força muscular e níveis de interleucina (IL-6) no plasma	38
TABELA 5.8 Modelo de regressão linear entre os índices de força muscular e níveis de interleucina no plasma com 180°/seg	42
TABELA 5.9 Média das medidas a/a com 60 e 180°/seg por IL-6 estratificada	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

HZ	frequencia em hertz
IBGE	Instituto Brasileiro Geografia e Estatística
IL	Interleucina
INF-gama	Interferon-gama
J	Joules
LPX	lipoxinas
LT	leucotrinas
MMII	Membros Inferiores
MMSS	Membros Superiores
Nm	Newton.metro
°/s	Velocidade angular – graus/segundos
PG	prostaglandinas
RPM	Rotações por minuto
T	Torque
TNF- α	Fator de necrose tumoral alfa
TUG	Timed up and go
W	Trabalho
Pg/ml	pico grama/ mililitro
PG	prostaglandinas
LT	leucotrinas
LPX	lipoxinas

RESUMO

Entre 1980 e 2000, a população brasileira com 60 anos ou mais cresceu 7,3 milhões, totalizando mais de 14,5 milhões. Em 2025, estima-se que haverá um total de aproximadamente 1,2 bilhões de pessoas com mais de 60 anos sendo aproximadamente 15% da população mundial. Diante do aumento da população idosa vê-se a necessidade de promover melhora qualidade de vida permitindo que os idosos envelheçam com saúde. Assim, foi desenvolvido um ciclo ergômetro de resistência mínima, e um sistema de controle de frequência de pedaladas por meio de um ímã instalado na coroa e circuito integrado de processamento de sinais que gera um feedback visual para o usuário do cicloergômetro. Com o objetivo de minimizar o declínio funcional, provocado pelo envelhecimento fisiológico, que acomete as idosas hígdas, causando redução da qualidade de vida, permitindo longevidade com maior autonomia e independência o cicloergômetro foi testado previamente para definição dos seus parâmetros de funcionamento. Foram selecionadas 31 idosas hígdas, com média de idade de 73,6 anos, residentes na região metropolitana de Belo Horizonte, para realização de um programa de treinamento utilizando um ciclo ergômetro de resistência mínima três vezes por semana, durante um período de 1h por sessão. As voluntárias foram avaliadas em três diferentes etapas: pré-treinamento, repouso e pós-treinamento. As voluntárias realizaram o teste “Timed Up and Go” (TUG) para verificar mobilidade e capacidade funcional; realizaram teste isocinético para flexo-extensão do joelho em três diferentes velocidades angulares (60°/s; 120°/s e 180°/s) e foram, ainda, submetidas a coleta de sangue para dosagem da concentração dos níveis plasmáticos de interleucina-6. Foi analisada a resposta ao treinamento, que as idosas foram submetidas, onde verificou-se redução na média do nível de interleucina (IL-6) no plasma pré de 1,91pg/ml para 1,56pg/ml no pós-teste. Na correlação entre índices de força muscular e níveis de interleucina (IL-6) no plasma houve significância estatística com ($p < 0.01$) entre agonista/antagonista e relação torque /peso corporal no dinamômetro isocinético a 180°/s. Desta maneira o ciclo ergômetro se mostra eficiente para utilização em clínicas e academias que atendem idosas hígdas.

Palavras-chave: Idoso, ciclo ergometro, avaliação funcional, bioengenharia, interleucina-6

1. Introdução

O envelhecimento populacional é um fenômeno mundial, e significa um crescimento mais elevado da população idosa, em relação aos demais grupos etários. A população mundial de pessoas de 60 anos ou mais cresceu 47,8% na última década, um crescimento bastante superior aos 21,6% da população brasileira total no mesmo período. Segundo a Síntese de Indicadores Sociais do IBGE, 2008, esse aumento deve-se, principalmente, a menor taxa de mortalidade, em função dos avanços da medicina (IBGE, 2008).

O crescimento relativamente mais elevado do contingente idoso é resultado de suas mais altas taxas de crescimento, em face da alta fecundidade prevalente no passado, comparativamente à atual e à redução da mortalidade. Em 2005, a Organização das Nações Unidas (ONU) relatou que população de idosos do Brasil, que era de 7%, dobraria em 19 anos.

Em 2003, segundo o IBGE, a esperança de vida estimada ao nascer no Brasil, para ambos os sexos, subiu para 71,3 anos. Foi um aumento de 0,8 anos em relação à de 2000 (70,5 anos). Segundo projeção do IBGE, por volta de 2040, o Brasil alcançará o patamar de 80 anos de expectativa de vida ao nascer. Entretanto, este aumento dos anos vividos não está necessariamente associado à qualidade de vida e à capacidade do idoso em manter seu desempenho funcional (RAMOS, 1993; LIMA COSTA *et al.*, 2003).

O processo de envelhecimento fisiológico está associado à sarcopenia e aumento na prevalência de incapacidade física (DOHERTY, 2003). Segundo Mattiello-Sverzut (2003) a sarcopenia é definida como a perda de massa muscular, relacionada à idade, cujas alterações ocorrem independentemente da presença de doenças, embora possam ser aceleradas em decorrência dessas, desencadeando o envelhecimento patológico, ou senilidade. A sarcopenia leva a diminuição do volume e da força muscular, conduzindo a dificuldade em realizar atividades de vida diária. Aliada à diminuição da massa muscular há uma progressiva redução da capacidade neuronal do indivíduo, gerando perda da coordenação motora e da propriocepção (MOREIRA, 2001; MATSUDO, 2002).

Outras alterações ocorrem também, como o declínio na imunidade humoral e aumento dos níveis de citocinas catabólicas, como a interleucina 6 (IL-6) e o fator de necrose tumoral alfa (TNF- α).

Uma das principais alterações gerada pela sarcopenia é a redução da capacidade funcional dos músculos do membro inferior, o que acarreta alteração do padrão da marcha, com conseqüente diminuição da deambulação e aumento da possibilidade de quedas e imobilização dos idosos. Dentre os principais músculos afetados pela sarcopenia encontra-se o quadríceps, responsável pelo movimento de flexão do quadril e extensão do joelho, fundamentais para a marcha (DOHERTY, 2003; CARVALHO-ALVES e MEDEIROS, 2004).

Com todas as alterações citadas, observa-se que a população idosa apresenta-se de forma bem heterogênea, pois tais alterações acontecem no organismo dos idosos de forma particular, conforme seus hábitos alimentares e níveis de atividade de vida.

Encontram-se, na sociedade, idosos que apresentam fragilidade física, pois demonstram declínio funcional em conseqüência da combinação de efeitos de doença e idade. A identificação, avaliação e tratamento do idoso frágil constituem, ainda, grande desafio (FRANCESCHI, 2007; MÜHLBERG, 2004; GOING, 1995).

A inatividade física é um fator contributivo importante para a sarcopenia relacionada ao envelhecimento. Homens e mulheres idosos com menor atividade física têm, também, menor massa muscular e maior prevalência de incapacidade física (EVANS, 1995; EVANS, 2002). A prática regular de exercícios, desde a juventude, desacelera a perda muscular do idoso, tornando-se a intervenção mais eficaz para prevenção e recuperação desta perda.

Os exercícios regulares são recomendados por inúmeros órgãos de pesquisa na área da saúde, sendo que tal indicação reside-se nas evidências científicas relacionando os efeitos do exercício sobre a saúde do ser humano (American College of Sports Medicine, 1998). Com o envelhecimento, o sistema musculoesquelético sofre deterioração que causa a diminuição da força muscular (podendo trazer como conseqüência a diminuição da amplitude de movimento e o aumento do tônus), diminuição de fibras de contração rápida (as quais atuam no controle postural) e osteopenia (perda de massa óssea), que aumenta o risco de fraturas. Além dessas alterações citadas, há co-morbidades mais freqüentes nesta faixa etária, que acometem o sistema musculoesquelético aumentando o risco de quedas como a osteoartrite, a osteoporose dentre outras. Também, o próprio sedentarismo pode causar a fraqueza muscular (FRANCESCHI, 2007; MÜHLBERG, 2004; GOING, 1995).

Realização de exercícios físicos regulares resulta em uma série de respostas positivas que contribuem para o envelhecimento saudável. Alguns dos benefícios que podem ser atribuídos aos

exercícios são: reduzir as mudanças biológicas associadas com o envelhecimento, um melhor controle de doenças crônicas, conseguir o máximo da saúde mental, aumento da capacidade de movimento e função, e auxiliar na reabilitação de doenças agudas e crônicas. Apesar dos benefícios da atividade física regular, foi estimado que 70% dos idosos não participam de exercícios físicos regularmente (KOVAR *et al.* 1992; CLARK, 1995; GOGGIN, 2001)

Além disso, a execução de atividade física inadequada foi observada mais em mulheres mais velhas, e estimou-se que 70-80% das mulheres idosas apresentam níveis inferiores de atividade física que os recomendados pelos padrões de saúde pública (MATSUDO, 2000).

No entanto, aspectos como frequência, intensidade, tipo de exercício, volume de treino, ainda, se constituem como elementos de contradição, trazendo dados inconclusivos, principalmente, quando se refere ao organismo dos chamados grupos especiais, nesse particular, indivíduos idosos.

Daniels *et al.* (2008), em um estudo de revisão sistemática da literatura, encontraram, 4.602 trabalhos que abordavam o tema de exercícios físicos e atividade física para idosos frágeis, porém, somente 10 estudos apresentavam boa qualidade metodológica. Após avaliação dos trabalhos, concluíram que os programas de treinamento continham vários componentes, e que as intervenções de longa duração de atividade aeróbia durante o treinamento físico apresentaram efeitos positivos na melhora da atividade de vida diária dos indivíduos.

Diferentes modalidades de exercícios têm sido utilizadas para recuperar a capacidade física e funcional dos indivíduos, dentre elas o uso de bicicletas estacionárias – denominadas “ciclo ergômetros”. Dispositivos conhecidos como ergômetros (do grego *εργον* - trabalho, e *μετρον* – medida) são comumente utilizados para avaliação de movimentos cíclicos.

O ciclo ergômetro é um equipamento utilizado no processo de avaliação das condições cardiorrespiratórias, assim como, no processo de melhora das condições físicas dos indivíduos. De acordo com Hansen *et al.* (2006), o ciclismo tem sido utilizado na investigação da eficiência muscular voluntária, em virtude da relativa facilidade concernente à mensuração de variáveis como a potência externa e a energia do metabolismo interno, determinada por meio do consumo de oxigênio em níveis submáximos de exercício.

Para o idoso, o ciclo ergômetro deverá apresentar selim ajustável, de acordo com a altura do voluntário, assim como, controle de velocidade e a frequência das pedadas. Desta forma, poderá ser utilizado no processo de reabilitação de paciente com limitações ortopédicas, neurológicas ou

vasculares periféricas, pois o treinamento aeróbio é considerado um meio efetivo para manter e melhorar as funções cardiovasculares e, portanto, o desempenho físico.

O ciclo ergômetro apresenta, em sua estrutura física, mecanismos capazes de mensurar o trabalho [J] e a potência [W], resultante de esforço físico exercido com determinada duração (SILVA, 2006).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Esta pesquisa tem como objetivo testar o equipamento denominado “ciclo ergômetro de resistência mínima”, tecnologia baseada na eficiência energética para realização de movimentos, utilizando consumo ótimo de energia, para treinamento da função muscular de membros inferiores de mulheres idosas hígdas.

2.2 Objetivos específicos

- Desenvolver uma metodologia para avaliar o efeito do uso do ciclo ergômetro no desempenho muscular de idosas.
- Avaliar o desempenho funcional de idosas sedentárias após treinamento em ciclo ergômetro de resistência mínima.
- Analisar os efeitos do treinamento em ciclo ergômetro de resistência mínima nos níveis plasmáticos do mediador inflamatório, denominado interleucina-6 (IL-6).
- Verificar os efeitos do treinamento por meio de ciclo ergômetro no desempenho da força muscular dos membros inferiores.
- Analisar desempenho de equilíbrio de idosas comunitárias por meio do teste funcional *Timed Up and Go test* (TUG) no pré-treinamento, no repouso e no pós-treinamento .

2.3 Hipótese

- Observar melhora do desempenho funcional de idosas sedentárias sem a presença de sobrecarga no sistema músculo esquelético.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Envelhecimento, Funcionalidade e Incapacidade

Para Ferrari (1999), a velhice não pode ser definida pela simples cronologia, e sim, pelas condições físicas, funcionais, psicológicas e sociais das pessoas idosas. Há diferentes idades biológicas, subjetivas em indivíduos com a mesma idade cronológica; o que acontece neste processo é que o envelhecimento é muito pessoal, constitui uma etapa da vida com realidade própria e diferenciada das anteriores, limitada por condições objetivas externas e subjetivas. Possui certas limitações, que com o passar do tempo, vão se agravando, mas tem potencialidades únicas e distintas: serenidade, experiência, maturidade e perspectiva de vida pessoal e social (PAPALEO NETO, 2007).

Com aumento da idade cronológica, as pessoas tornam-se menos fisicamente ativas, suas capacidades físicas diminuem, e concomitante as alterações psicológicas que acompanham este processo (sentimento de velhice, estresse, depressão), há o surgimento de doenças crônico-degenerativas, que contribuem para deteriorar o processo de senescência (PAPALEO NETO, 2007). A maioria dos efeitos do envelhecimento acontece por imobilidade, desuso das funções fisiológicas e má adaptação do indivíduo, e não somente, devido às doenças crônicas (KURODA e ISRAELL, 1988, MCAULEY *et al.*, 2001, THOMPSON *et al.*, 2003).

Para Buchner (1997), diferente de incapacidade, a fragilidade refere-se a condição instável que implica risco de declínio funcional. A interação do indivíduo com o ambiente, em que a ocorrência de um evento considerado de baixo impacto para alguns idosos pode, entretanto, causar limitações no desempenho de atividades, resulta em perda da autonomia e independência.

Segundo Bortz (2002), a fragilidade é consequência de doenças em múltiplos sistemas, que resulta em alterações na força muscular, na mobilidade, no equilíbrio e na resistência. A síndrome da fragilidade causa declínio na atividade física, de maneira distinta do envelhecimento, sendo reversível em resposta às intervenções.

Fried *et al.*, (1998) acentuam a dimensão física da síndrome: fragilidade é um estado clínico de vulnerabilidade aos fatores estressores, que resulta no declínio das reservas fisiológicas, com subsequente diminuição da eficiência da homeostase – equilíbrio das reações do organismo. Nos idosos, a fragilidade indica uma condição prevalente em mulheres, caracterizada por alto risco

para consequências adversas como: quedas, incapacidade, hospitalização, institucionalização e morte.

O processo de envelhecimento evidencia mudanças que acontecem em diferentes níveis:

a) antropométrico: caracteriza-se pela diminuição da estatura, com maior rapidez nas mulheres, devido à prevalência de osteoporose pós-menopausa (GOING, 1995) e o incremento da massa corporal que inicia na meia idade (45-50 anos) e se estabiliza aos 70 anos, quando inicia um declínio até os 80 anos (BEMBEN *et al.*, 1996). Mudanças na composição corporal, decorrentes da diminuição da massa livre de gordura e incremento da gordura corporal, com a diminuição da gordura subcutânea e periférica, e o aumento da gordura central e visceral, aumentam os riscos à saúde, propiciando o surgimento de inúmeras doenças como hipertensão arterial e diabetes (REXROD *et al.*, 2001). O declínio da massa mineral óssea relacionado com os aspectos hereditários, estado hormonal, nutrição e nível de atividade física do indivíduo (GOING, 1995), favorece para que o indivíduo esteja mais suscetível a osteoporose, conseqüentemente a quedas e fraturas (MATSUDO e MATSUDO, 2002).

b) neural: diminuição no número e tamanho dos neurônios, na velocidade de condução nervosa, no fluxo sanguíneo cerebral, e aumento do tecido conectivo nos neurônios, proporcionam menor tempo de reação e velocidade de movimento (EVANS, 1995; EVANS 2002).

c) neuromuscular: perda de 10 - 20% na força muscular, diminuição na habilidade para manter força estática, maior índice de fadiga muscular e menor capacidade para hipertrofia, propiciam a deterioração na mobilidade e na capacidade funcional do idoso (MATSUDO e MATSUDO, 2002).

d) cardiovascular: diminuição do débito cardíaco, da frequência cardíaca, do volume sistólico, do VO_2 máximo, aumento da pressão arterial, da concentração de ácido láctico, do débito de O_2 , resultam numa menor capacidade de adaptação e recuperação ao exercício (MCAULEY *et al.*, 2001, MATSUDO e MATSUDO, 2002, THOMPSON *et al.*, 2003).

e) pulmonar: diminuição da capacidade vital, da frequência e do volume respiratório; aumento do volume residual, do espaço morto anatômico; menor mobilidade da parede torácica e declínio do número de alvéolos dificultam a tolerância ao esforço (MCAULEY *et al.*, 2001; MATSUDO e MATSUDO, 2002; THOMPSON *et al.*, 2003).

Todas essas alterações que ocorrem nos sistemas sensorial, nervoso e músculo-esquelético podem levar ao comprometimento do desempenho funcional do idoso tendo seu agravamento se o indivíduo for inativo, ou apresentar baixo nível de atividade física.

A Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) define funcionalidade como um termo que abrange todas as funções e estruturas do corpo, atividades e participação social (World Health Organization, 2001).

A funcionalidade é usada no aspecto positivo sendo que o aspecto negativo corresponde à incapacidade. Segundo esse modelo, a incapacidade é resultante da interação entre a disfunção apresentada pelo indivíduo (seja orgânica e/ou da estrutura do corpo), a limitação de suas atividades e a restrição na participação social, bem como dos fatores ambientais que podem atuar como facilitadores ou barreiras para o desempenho dessas atividades e da participação (FARIAS, e BUCHALLA, 2005).

O termo atividade física representa a realização de tarefas e/ou ações executadas pelo indivíduo, enquanto “participação” seria o envolvimento do indivíduo em situações do seu dia-a-dia; já os aspectos negativos das estruturas e funções do corpo, atividades e participação, são denominados como deficiências, limitações da atividade e restrições da participação, respectivamente, recebendo o nome de incapacidade (OMS, 2003).

Fried *et al.* (2004) definiram incapacidade como dificuldade ou dependência na realização de atividades essenciais para uma vida independente, incluindo atividades de auto-cuidado e aquelas consideradas importantes para a qualidade de vida do indivíduo.

3.2 Envelhecimento e Sarcopenia

Entre as diversas alterações biológicas durante o processo de envelhecimento, a mudança na composição corporal é uma das mudanças mais observada nos estudos atuais. Embora o peso possa permanecer estável ou aumentar durante a fase adulta, diminuições da massa magra e aumento da massa gorda é uma das características do processo fisiológico do envelhecimento (ROSENBERG E ROUBENOFF, 1995).

O processo de envelhecimento fisiológico está associado com a sarcopenia e com um aumento na prevalência de incapacidade física (DOHERTY, 2003; FRONTERA *et al.*, JANSSEN *et al.*, 2004; REEVES, NARICI e MAGANARIS, 2006).

Segundo Mühlberg, W. e Sieber, C. (2004), existe um “ciclo vicioso” entre a sarcopenia e a imobilização: *sarcopenia*_ incapacidade neuromuscular _ quedas e fraturas _ imobilização _ *sarcopenia*. Outro ciclo é o nutricional: *sarcopenia* _ imobilização_ declínio nutricional _ incapacidade para síntese de proteínas _ sarcopenia. Existe ainda um terceiro ciclo “metabólico” com o declínio da proteína reserva do corpo: *sarcopenia*_ declínio da proteína corpórea _ incapacidade de encontrar proteína para ser sintetizada _ associado com as doenças e lesões _ sarcopenia.

Segundo Navarro *et al.* (2001), e Rubenoff e Castaneda, (2001), inúmeros são os determinantes sarcopênicos sendo recentemente indicado que a ausência ou decréscimo de estímulo do neurônio motor alfa, com subsequente repercussão a unidade motora, pode representar o “coração da sarcopenia”.

A sarcopenia é uma das variáveis utilizadas para definição da síndrome de fragilidade, que é altamente prevalente em idosos, conferindo maior risco para quedas, fraturas, incapacidade, dependência, hospitalização recorrente e mortalidade. Essa síndrome representa uma vulnerabilidade fisiológica relacionada à idade, resultado da deterioração da homeostase biológica e da capacidade do organismo de se adaptar às novas situações de estresse (MORLEY *et al.*, 2001; ROUBENOFF, *et al.*, 2003; MÜHLBERG E SIEBER, 2004)

A sarcopenia ou perda de massa magra não é uma doença em si, ocorrendo mesmo em atletas com o avançar da idade (ROUBENOFF *et al.*, 2003). Estima-se que evolua de 20% na sétima década de vida para 50% na nona década, com uma média de 1% ao ano de perda de massa muscular magra. Macaluso e De Vito (2004), afirmam que o declínio da força muscular se evidencia após a quinta década de vida.

Ocorre, também, a redução de 20 a 40% de força voluntária contrátil máxima em membros superiores e inferiores em idosos entre a sétima e oitava décadas de vida, afetando, prioritariamente, as fibras musculares do tipo II (responsáveis pelos movimentos rápidos), poupando as do tipo I (que respondem pelos movimentos lentos) (MORLEY *et al.*, 2001; CARMELI *et al.*, 2002).

A sarcopenia parece decorrer da interação complexa de distúrbios da inervação, diminuição de hormônios, aumento de mediadores inflamatórios e alterações da ingestão protéico-calórica que ocorrem durante o envelhecimento (SILVA *et al.*, 2006).

Entretanto, a sarcopenia e seu caráter reversível estão presentes na maioria dos textos dos especialistas, o que significa dizer que estão diretamente relacionados ao desempenho musculoesquelético e ao potencial papel da reabilitação na restauração da capacidade física.

Mühlberg, e Sieber (2004) demonstram o processo de fragilidade o qual o idoso está susceptível a enfrentar (Figura 3.1).

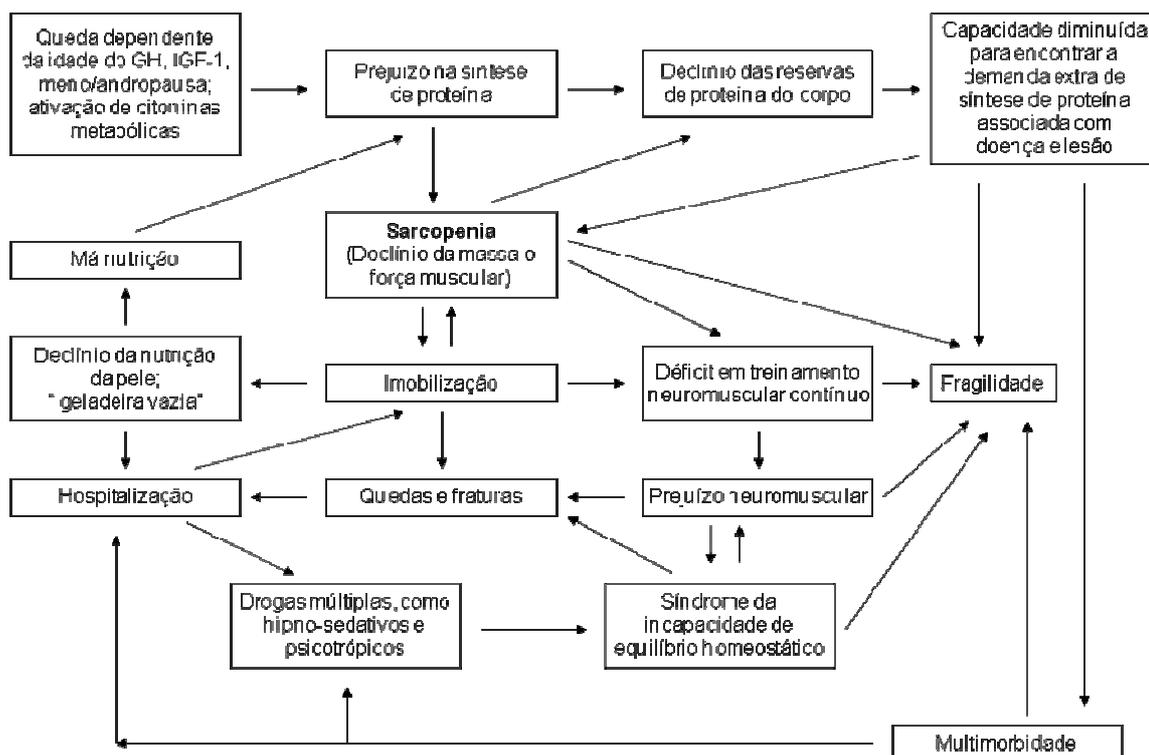


FIGURA 3.1- Processo de fragilidade.

FONTE- MÜHLBERG, W. E SIEBER, C., 2004 p.5

Outros indicadores da síndrome de fragilidade incluem perda de peso recente, especialmente da massa magra; auto-relato de fadiga; quedas frequentes; fraqueza muscular; diminuição da velocidade da caminhada e redução da atividade física, todos relacionados ao desempenho do sistema musculoesquelético (FRANCESCHI e BONAFE, 2003; SILVA *et al.*, 2006).

A Figura 3.2 mostra que estes múltiplos fatores contribuem para a atrofia e fraqueza muscular características que, por sua vez, podem ocasionar a perda da mobilidade funcional e da independência física, e a presença da fragilidade em muitos idosos (JANSSEN *et al.*, 2002; JANSSEN *et al.*, 2004; MACALUSO e DE VITO, 2004).

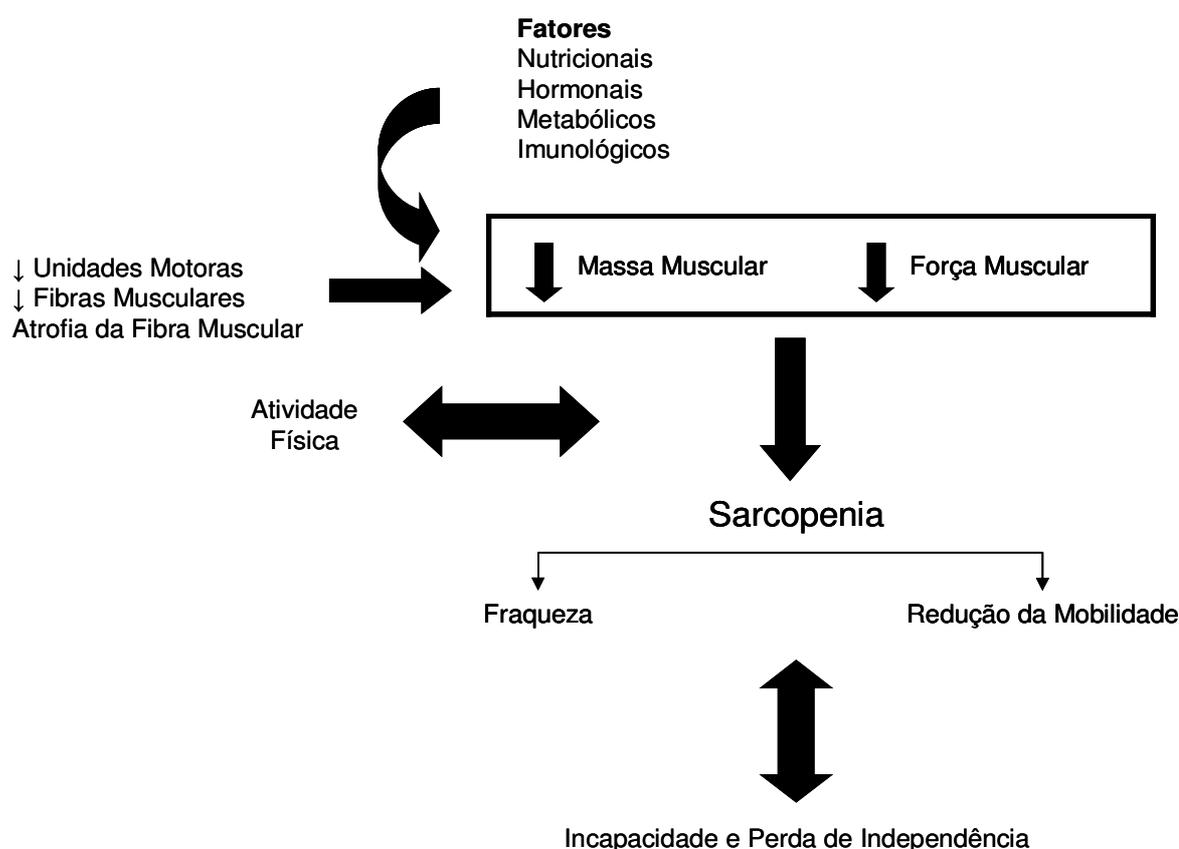


FIGURA 3.2 - Fatores que contribuem para sarcopenia no idoso.

FONTE: DOHERTY, 2003 p.1720

Embora existam muitos mecanismos potenciais para explicar a sarcopenia, a contribuição específica de cada um continua desconhecida (ROTH *et al.*, 2000).

Matiello-Sverzut (2003) e Macaluso e De Vito (2004) ainda relatam que os músculos proximais das extremidades inferiores parecem ser mais afetados pela perda de força muscular do que os das extremidades superiores, fato esse que pode ser explicado pelo decréscimo do uso dos membros inferiores (MMII) comparado aos membros superiores (MMSS) durante o processo do envelhecimento. Não só o declínio da força muscular, mas o pico de potência muscular reduz de maneira precoce e, rapidamente, com o avançar da idade (MACALUSO e DE VITO, 2004; SUZUKI, BEAN e FIELDING, 2001).

Um reflexo da diminuição do desempenho muscular em atividades funcionais é a diminuição no desempenho da locomoção com a redução da velocidade e na resistência da marcha, o que constitui uma causa frequente de instabilidade e desequilíbrio, contribuindo para o

aumento do risco de quedas na população idosa (AQUINO *et al.*, 2002; PERRACINI E RAMOS, 2002; BAUTMANS *et al.*, 2005).

Spiriduso (2005) apresenta três hipóteses para explicar as alterações musculares do idoso; entretanto, não existe ainda um consenso. Uma hipótese é de que uma relação entre fibras musculares rápidas e lentas permaneça inalterada, com redução de todos os tipos de fibras; a segunda refere-se a um processo de morte celular, mais especificamente de grandes motoneurônios que ativam unidades motoras (UMs) rápidas, e por último a hipótese do desuso provocaria uma transformação das UMs de contração rápida em UMs lentas pelo desuso.

A redução da força muscular não pode ser atribuída somente à redução de massa muscular, mas, também, à redução de massa muscular excitável. O processo do envelhecimento apresenta redução de Unidades Motoras (UMs), tanto em número quanto em tamanho, afetando desta forma a capacidade de produção de força muscular (MACALUSO e DE VITO, 2004; NARICI e MAGANARIS, 2006). Com isso, o idoso apresenta comprometimento da velocidade de contração muscular, pois depende das propriedades de força/velocidade das estruturas contráteis e da complacência do componente elástico em série, do qual o tendão é a principal parte.

Segundo Macaluso e De Vito (2004), a redução da massa e força muscular acomete homens e mulheres, entretanto, os valores de força máxima em mulheres aproximam-se dos valores mínimos exigidos para a realização das atividades de vida diária, sugerindo que as idosas deveriam ser o grupo-alvo para estudos de reabilitação.

Silva *et al.* (2006) e Frisoll *et al.* (2005), afirmam ser necessário e fundamental o desenvolvimento de estudos longitudinais, para melhor compreensão dos aspectos fisiopatológicos da sarcopenia, bem como, a otimização de métodos de medida da massa muscular para o diagnóstico precoce e avaliação de medidas terapêuticas efetivas para o ganho de massa muscular esquelética em indivíduos idosos.

3.3 Envelhecimento, Imunossenescência e Interleucina 6

A exposição à situação de estresse, trauma e infecção são condições que todos estão submetidos durante a vida. Desta forma, novos estudos vêm avaliando o processo de envelhecimento por meio de marcadores biológicos, de forma especial a interleucina-6, que é conhecida como “*citocina dos gerontologistas*” substância esta que apresenta aumento dos seus

níveis, durante o processo de envelhecimento (ERSHLER e KELLER, 2000; KRABBE *et al.*, 2004). Vários autores vêm demonstrando que o aumento desta citocina pro-inflamatória no plasma dos idosos está, também, associado à redução de mobilidade e das capacidades de desempenho na realização das tarefas de vida diária, ocasionando assim, aumento nas taxas de fragilidade e mortalidade (FERRUCCI *et al.*, 1999; ERSHLER e KELLER, 2000; COHEN *et al.*, 2003; KRABBE *et al.*, 2004; PENNINX *et al.*, 2004)

A disfunção do sistema imunológico relacionada à idade é chamada imunossenescência. Ocorre um aumento de duas a quatro vezes nos índices plasmáticos de mediadores inflamatórios, tais como citocinas e proteínas de fase aguda (KRABBE, PEDERSEN e BRUUNSGAARD, 2004).

Segundo Cavaillon *et al.* (2005) citocina é um termo genérico empregado para designar um extenso grupo de moléculas envolvidas na emissão de sinais entre as células, durante o desencadeamento das respostas imunes. As diferentes citocinas podem ser enquadradas em diversas categorias: interferons (IFN), interleucinas (IL), fator estimulador de colônias (CSF), fator de necrose tumoral (TNF α e TNF β), e fator de transformação de crescimento (TGF β).

A imunossenescência compreende um fenômeno denominado “*inflammaging*”, que é uma regulação positiva da resposta inflamatória por modificação no perfil de citocinas pró-inflamatórias e que vem sendo relacionado com doenças crônico-degenerativas. (FRANCESCHI, *et al.*, 2007)

Segundo Franceschi *et al.*, 2007 “*inflammaging*” parece ser um fenômeno universal que acompanha o processo do envelhecimento, e que seja relacionado à fragilidade, à morbidade e à mortalidade de idosos. Entretanto, observa-se em alguns idosos, uma grande variabilidade individual em que há indivíduos que se tornam frágeis e sofrem cedo na vida das doenças relacionadas à idade, e que apresentam doenças inflamatórias; já os outros, idosos centenários, saudáveis em quem os níveis elevados de mediadores inflamatórios estão normais, assim, sugerindo que *inflammaging* é compatível com idade avançada.

Nesse cenário, mediadores tais como interferon-gama (INF-gama), fator de necrose tumoral-alfa (TNF-alfa) e interleucina 6 (IL-6) vêm sendo apontados como as principais citocinas implicadas com o desenvolvimento dos distúrbios crônicos não transmissíveis (DCNT), revelando valor preditivo potencial para morbidades (FRANCESCHI e BONAFE, 2003; PERES, NARDI e CHIES, 2003).

O processo de envelhecimento dos sistemas, incluindo imunossenescência, é explicada por um desequilíbrio entre os processos inflamatórios e antiinflamatórios. Com isto, as dosagens elevadas de IL-6 têm sido associadas com maior prevalência de morbidades entre idosos, sendo assim, considerado por diferentes autores como fator predisponente a incapacidade funcional e mortalidade. (ERSHLER e KELLER, 2000; BARBIERI *et al.*, 2003A; FRANCESCHI e BONAFE, 2003).

As citocinas são produzidas durante a fase de ativação e fase efetora da imunidade para mediar e regular a resposta inflamatória e imunitária e possuem uma vida média curta. Estas só estimulam as células com receptores específicos na membrana da célula alvo, têm uma ação extremamente potente.

As citocinas podem ter ação pró ou antiinflamatórias. As citocinas pró-inflamatórias, como interleucina-1 (IL-1), interleucina-6 (IL-6) e fator de necrose tumoral alfa (TNF- α), participam da resposta inflamatória através de reações em cascata, pelo estímulo ao eixo hipotálamo-hipófise–adrenal. A secreção de hormônio glicocorticóide pela adrenal em situações de estresse, por sua vez, inibe o processo inflamatório e a produção de citocinas, por um mecanismo auto limitado de retro-regulação neuroendócrina e imune. (DINARELLO, 1997).

A comparação do sistema imune de indivíduos jovens com o de indivíduos idosos revela a existência de uma série de alterações, tanto em nível morfológico quanto funcional. No entanto, a simples constatação da existência destas diferenças não caracteriza uma deficiência. A busca de biomarcadores que possibilitem o estabelecimento de um prognóstico positivo ou negativo de imunossenescência é fundamental em uma sociedade que mostra sinais de inversão da pirâmide etária (MÜHLBERG e SIEBER, 2004).

Franceschi *et al.* (2007) apresentaram em seu estudo “*Mechanisms of Aging and Development*” a relação de equilíbrio entre os agente pro-inflamatórios e anti-inflamatórios visível abaixo, na Figura 3.3.

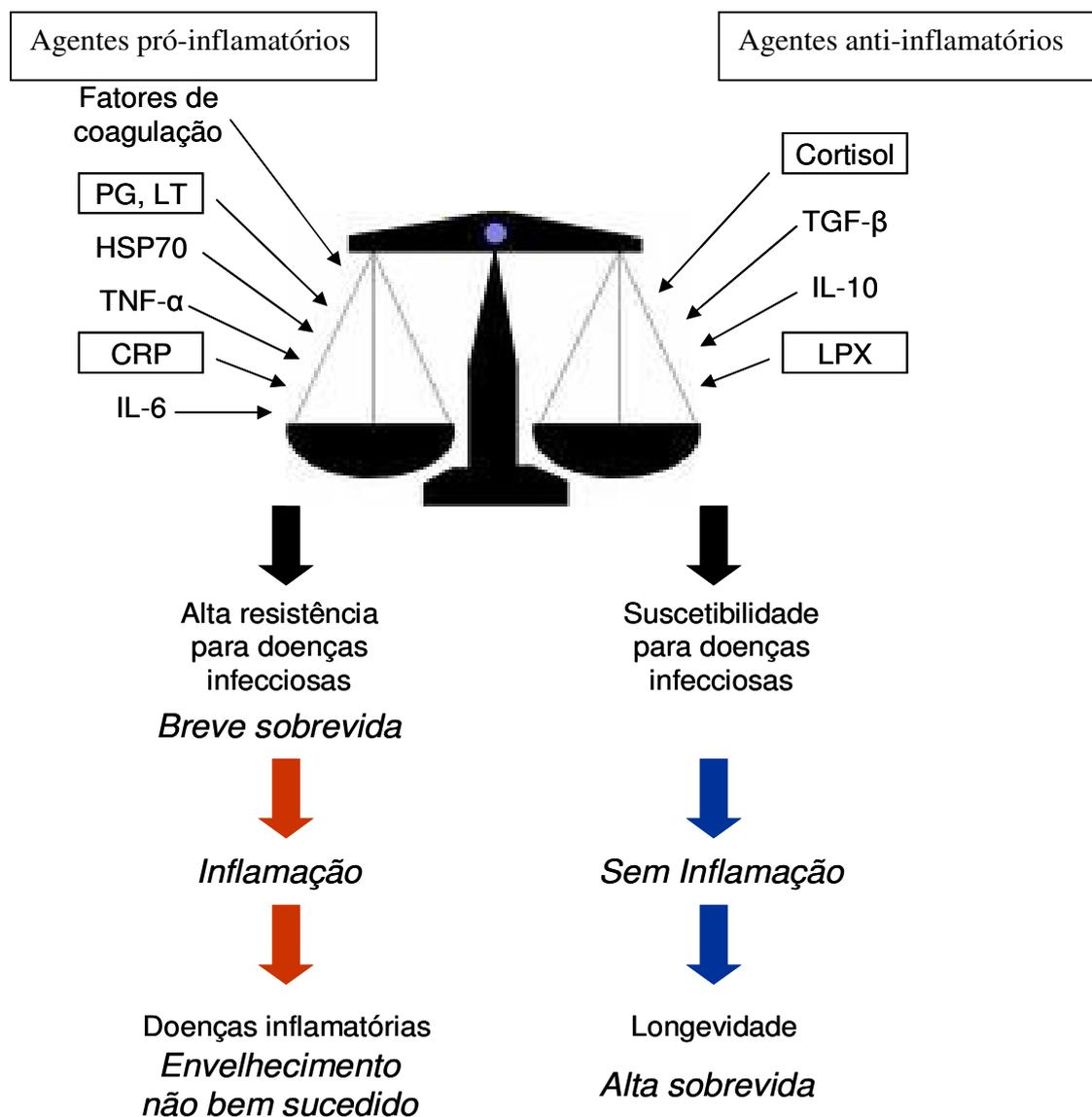


FIGURA 3.3 Balanço entre os agente pro e anti-inflamatórios . As eficientes respostas inflamatórias podem oferecer alta resistência às doenças infecciosas, mas também, um aumento susceptível para doenças inflamatórias tardias. Por outro lado, baixas respostas inflamatórias enquanto podem deixar o organismo mais susceptível a doenças infecciosas podem oferecer vantagem para os idosos.

FONTE - FRANCESCHI *et al*, 2007 p. 100

Nos indivíduos idosos, altos níveis de IL-6 são considerados um marco no aumento do risco da fragilidade, e estão de forma significativa associados com a redução da força muscular (ERSHLER e KELLER, 2000; BARBIERI *et al.*, 2003).

IL-6 é uma citocina multifuncional, que influencia reações antígeno-anticorpo e inflamatória. Ela induz a diferenciação de células B e a secreção de imunoglobulinas, o crescimento das células T e a diferenciação dessas células em T "citotóxicas". Também participa da produção de proteínas de fase aguda durante a resposta inflamatória. IL-6 é um fator crítico

no controle dos sistemas imune e hematopoiético, e faz com que as células B iniciem a proliferação e diferenciação nas células formadoras de anticorpos (ERSHLER e KELLER, 2000; BARBIERI *et al.*, 2003).

A indução natural de citocinas durante o processo inflamatório parece ser benéfica, entretanto, sua superprodução e a manutenção de um estado inflamatório por um período mais longo, como o observado em indivíduos idosos, seria provavelmente deletério (FERRUCCI *et al.*, 1999).

Ferrucci *et al.*, 2005 relatam que, provavelmente, o “estado pró-inflamatório” em idosos está relacionado com a alta prevalência de fatores de riscos cardiovasculares, incapacidade funcional e morbidade (FERRUCCI *et al.*, 2005).

3.4 Envelhecimento e atividade física

Frente ao processo de desenvolvimento tecnológico que vem possibilitando maior longevidade, onde a OMS registrou: 1975 a expectativa de vida dos países desenvolvidos era 71 anos, já em 2000 a expectativa passou para 76 anos, assim, também registrado para os países em desenvolvimento, surge a necessidade de investir na obtenção da melhora da qualidade de vida dos anos adquiridos com o avanço da tecnologia aplicada à medicina.

O envelhecimento é marcado por um decréscimo das capacidades motoras, redução da força, flexibilidade, velocidade da condução nervosa e dos níveis de VO₂ máximo, dificultando a realização das atividades diárias e a manutenção de um estilo de vida saudável (MATSUDO e MATSUDO, 1993; McARDLE, 1986). Ocorrem alterações fisiológicas durante o envelhecimento, que podem diminuir a capacidade funcional, comprometendo a saúde e qualidade de vida do idoso.

Essas alterações acontecem: ao nível do sistema cardiovascular; no sistema respiratório com a diminuição da capacidade vital, da frequência e do volume respiratório; no sistema nervoso central e periférico, onde a reação torna-se mais lenta e a velocidade de condução nervosa declina e; no sistema músculo-esquelético pelo declínio da potência muscular, não só pelo avanço da idade mas pela falta de uso e diminuição da taxa metabólica basal (EVANS, 2002; MATSUDO e MATSUDO, 1992).

Desta maneira, o exercício físico promove o aumento da reserva funcional, evitando compensações e limitações de órgãos e sistemas que, quando não se apresentam em equilíbrio manifesta-se por meio de doenças.

Assim, os exercícios visam ao controle de surgimento de doenças, assim, com o combate de doenças existentes, promovendo mudanças de hábitos, prevenindo declínios orgânicos (FORREST *et al.*, 2001; HU *et al.*, 2001; THOMPSON *et al.*, 2003; PAPAEO, 2007).

Além dos exercícios físicos modificarem alguns processos de doenças, especialmente as doenças cardiovasculares em idosos, a prática da mesma na população idosa, segundo o AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (1998) retrata benefícios como:

- Aumenta e melhora a capacidade funcional dos idosos;
- Melhora a função cognitiva;
- Alivia o sintoma de depressão;
- Estimula a auto-imagem e auto eficiência;
- Reduz falência cardíaca;
- Controlar hipertensão e reduzir índices de acidentes vasculares encefálicos;
- Prevenir a osteoporose e obesidade;
- Controlar o Diabetes mellitus;

Okuma (1998) demonstra que exercícios físicos, juntamente com a hereditariedade, alimentação adequada e hábitos de vida apropriados podem melhorar, em muito, a qualidade de vida dos idosos. Observa-se que nos últimos anos, os profissionais da área de saúde têm enfatizado a necessidade de prevenir ou retardar o desenvolvimento das doenças crônicas que acometem a população idosa, numa tentativa de aumentar a expectativa de vida ativa, através do bem estar funcional.

Segundo Leite (2000), no idoso, as qualidades físicas como, a coordenação, o equilíbrio, os reflexos neuromotores, etc., diminuem com o avançar da idade, tornando bastante complexas muitas tarefas simples, como arrumar a própria cama, servir um café, vestir-se sem auxílio. Por muitos anos, pensou-se que o declínio da performance era uma consequência natural do envelhecimento. Contudo, estudos recentes indicam que o declínio do desempenho está mais relacionado ao estilo de vida que a pessoa adota ao curso da sua vida (como: tabagismo, prática regular de exercícios físicos, alimentação e tipo de atividade ocupacional), do que à própria idade.

Bonsdorff *et al.* (2008) em seu ensaio clínico controlado de dois anos, acompanhou 632 idosos, que foram divididos em dois grupos em que, o grupo intervenção realizava uma atividade acompanhada por fisioterapeuta que prescrevia exercícios que melhoram a performance da realização das tarefas instrumentais da vida diária, e o grupo controle, que somente recebia orientações educativas e não intervencionistas. Bonsdorff *et al.* (2008) observaram que a incapacidade funcional aumentou nos dois grupos, porém, o grupo que sofreu intervenção não apresentou mudança significativa, o que demonstra que a atividade prescrita não mudou o quadro de incapacidade mas preveniu seu agravamento quando comparado ao controle.

Meirelles (2000) considera, também, que, o que se destaca como objetivo principal dos exercícios físico, na terceira idade, é o retardamento do processo inevitável do envelhecimento, por meio da manutenção de um estado suficientemente saudável, senão perfeitamente possível, que possibilite a normalização da vida do idoso e afaste os fatores de riscos comuns.

O AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (1998) preconiza que níveis adequados de força tornam as pessoas capazes de desenvolverem tarefas com menor esgotamento fisiológico.

Antes de iniciar qualquer tipo de exercício, considera-se importante que o idoso seja submetido a uma avaliação médica cuidadosa, para prescrição do programa. A diminuição de VO_2 máximo pode requerer que se opte por um teste de baixa e moderada intensidade e maior duração. Isso se deve, também, a um maior tempo requerido para que se alcance o STEADY - STATE; usar maior período de aquecimento e pequenos incrementos nas cargas ou incremento em intervalos de tempo maior; em função da maior fadigabilidade deve ser diminuída a duração total do teste.

A diminuição dos níveis de equilíbrio e força indica o uso prioritário da bicicleta (ergômetro); a redução na coordenação muscular exige, muitas vezes, a realização de mais de um teste que chegue a um resultado confiável; outros fatores como o uso de próteses dentárias a diminuição da acuidade visual e auditiva, devem ser, também, considerados (MATSUDO e MATSUDO, 1993).

A modalidade apropriada, intensidade, duração, frequência e progressão da atividade física são os componentes essenciais de uma prescrição de exercícios sistematizados e individualizados. Estes cinco componentes são utilizados nas prescrições de exercícios para

pessoas de todas as idades e capacidades funcionais, independentemente da existência de fatores de risco ou doenças (American College of Sports Medicine, 1998).

No entanto, a prescrição de exercícios deve ser desenvolvida, considerando a condição individual da saúde (incluindo medicações), perfil do fator de risco, características comportamentais, objetivos pessoais e preferências de exercícios.

Os objetivos da prescrição de exercícios devem evidenciar a melhora da aptidão física, a promoção da saúde, uma redução dos fatores de risco para doença crônica e assegurar cuidado durante a participação em exercícios. E não esquecer os interesses individuais, necessidades de saúde e condição clínica. Os princípios gerais de prescrição de exercícios aplicam-se, também, aos idosos.

Caputo *et al.* (2003) afirmam que os efeitos do treinamento sobre o organismo são dependentes da interação de pelo menos três fatores: nível inicial de condicionamento, sobrecarga aplicada (intensidade, duração e frequência semanal) e tipo de exercício (especificidade de movimento) (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 1991).

Por meio da figura 3.4 Pedersen *et al.* (2008) mostraram o comportamento dos níveis de interleucina-6, conforme realização de exercício físico, visto que os níveis de glicogênio disponíveis estão correlacionados com treinamento de cada sujeito

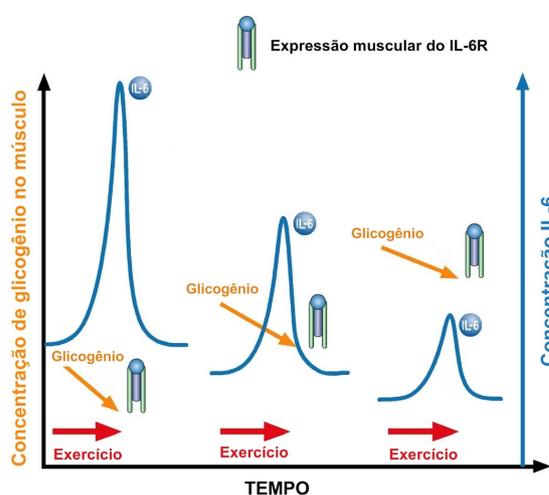


FIGURA 3.4 Esta figura representa um modelo como a Interleucina-6 é regulada em resposta à adaptação do exercício. Exercícios regulares aumentam a síntese de glicogênio, e o músculo treinado conseqüentemente armazena mais glicogênio.

FONTE: PEDERSEN e FEBBRAIO, 2008 pag. 1397.

Durante a realização de exercícios, os músculos não treinados são altamente dependentes do glicogênio como substrato. O treinamento leva a um aumento de enzimas-oxidantes e uma maior capacidade de oxidar a gordura e, portanto, usar a gordura como substrato durante o exercício. Isto significa que os músculos treinados utilizam menos glicogênio durante o trabalho. A ativação da interleucina-6 (muscular) é dependente de glicogênio. Em condições de baixa taxa de glicogênio muscular a transcrição de IL-6 é mais rápida e relativamente mais IL-6 é produzida na mesma atividade, em comparação com uma alta de glicogênio muscular. Tão aguda é a resposta dos níveis de IL-6 no plasma é mais baixa em indivíduos treinados contra sujeitos não treinados.

3.5 Bicicletas, Bicicleta-estacionária ou ciclo-ergômetro

Com a popularização dos diversos tipos de bicicleta, o ciclismo começou a ser largamente praticado ao ar livre e em recintos fechados, com o uso da bicicleta estacionária. Nesse contexto, surgiram os departamentos de ergometria em academias, clínicas médicas e centros desportivos (VILLALBA, 2005). Assim, é percebido um grande movimento em direção à prática do ciclismo *indoor*, o que pode ser explicado pelo êxodo dos praticantes de ciclismo em busca de segurança, por condições climáticas desfavoráveis, treinamento, praticidade e distanciamento do trânsito dos grandes centros urbanos (VILLALBA, 2005).

A popularização da bicicleta estacionária, entretanto, está sendo pouco acompanhada de estudos mais detalhados sobre o desempenho dos praticantes, tanto no âmbito da fisiologia do exercício, como da biomecânica (LIMA et al. 2003). O que se deve, dentre outras causas, às limitações da bicicleta utilizada nessa modalidade, que não possui quantificação da carga utilizada e da potência produzida. Devido ao desenvolvimento das bicicletas estacionárias (ciclo ergômetro) foi possível realização de testes que avaliavam variáveis fisiológicas, o que permitiu que os fisiologistas fizessem as primeiras descobertas para melhorar a performance dos ciclistas.

Existe a necessidade de quantificação da carga utilizada e potência produzida por um ciclista, visto que, somente sendo conhecida esta sobrecarga imposta, é que se pode analisar a resposta fisiológica do indivíduo frente ao estímulo, o que pode ser feito com ciclo ergômetros devido a sua instrumentação. Contudo, é interessante notar que, mesmo com esse tipo de carência, há uma ampla utilização desta bicicleta estacionária em programas de condicionamento físico (BRAGA et al.,2005).

Dentre as bicicletas especiais destacou-se a Bicicleta Estacionária ou Ciclo-Ergômetro (Fig.3.5a). Os ciclos-ergômetros podem ser de frenagem mecânica ou, mais comumente, eletromagnética, sendo esses últimos mais práticos para programa de exercício supervisionado.



FIGURA 3.5 a - Ciclo Ergômetro clássico b - Modelo para membros Superiores e Inferiores
FONTE: WWW.SCHWINN.COM acesso 02/04/2008

Há modelos específicos para membros superiores, ou ainda, para que os quatro membros (Fig. 3.5b.) sejam trabalhados, simultaneamente. Os modelos de membros superiores são úteis na avaliação de pacientes com problemas neuromusculares e ósseos dos membros inferiores (LEITE, 2000). Já para os modelos de membros inferiores há a opção convencional vertical e outra denominada de recumbente, na qual o paciente fica com a região dorsal apoiada (LEITE, 2000).

Há importantes diferenças na eficiência mecânica para o ato de pedalar nas distintas situações mencionadas, o que deverá ser levado em consideração para a prescrição do exercício. Idealmente, o cicloergômetro deverá permitir a leitura da carga de trabalho em Watts, dentro de uma ampla e discriminada possibilidade de valores (por exemplo, entre 0 e 200 Watts, variando de 5 em 5 Watts), permitindo aumentos de pequenas cargas.

A resistência pode e deve ser ajustada para ir ao encontro das habilidades de cada paciente. A possibilidade de pré-programação em protocolos intervalados específicos ou através de retroalimentação pela frequência cardíaca (FC) é bastante conveniente e recomendada (VILALBA, 2005). É um aparelho de fácil transporte, ideal para pesquisas fora do laboratório e de menor

custo financeiro. Uma das principais desvantagens do ciclo ergômetro é o envolvimento de menor massa muscular durante o exercício que, por exemplo, a esteira rolante, entretanto, mostra-se mais segura para indivíduos idosos.

Os ciclos ergômetros com frenagem mecânica são mais baratos e leves, entretanto é necessário que o paciente mantenha uma velocidade fixa de pedaladas para manter o trabalho constante. Por outro lado, os ciclos ergômetros, com frenagem eletromagnética, são mais caros e menos portáteis, mas dispõe de ajuste interno de resistência, capaz de manter o trabalho de acordo com a velocidade de pedaladas.

4. Material e Método

4.1 Delineamento do estudo

Foi realizado um estudo intervencionista, com delineamento longitudinal em que as voluntárias foram avaliadas, previamente, para caracterização do perfil da capacidade funcional, índices plasmáticos de Interleucina-6 e performance muscular dos membros inferiores na tarefa de flexo-extensão do joelho em diferentes velocidades.

O estudo foi desenvolvido em três etapas:

Pré-Treinamento: avaliação inicial de todas as variáveis: desempenho muscular – membros inferiores, teste funcional TUG (*timed up and go*), mensuração dos níveis de interleucina-6 presentes no plasma.

Repouso: período compreendido de 12 semanas em que as voluntárias foram orientadas a não realização de atividade física. Todas as voluntárias foram reavaliadas o que possibilitou criar uma linha base para interpretação dos resultados pós-intervenção.

Pós-Treinamento: avaliação final após treinamento do ciclo ergômetro de resistência mínima durante 12 semanas com frequência de treino de três vezes semanais com duração de 1 hora. Voluntárias tiveram sua frequência cardíaca e pressão arterial monitoradas de 15 em 15 minutos durante a execução do treinamento.

Esse projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais, parecer nº 472/06 (**Anexo 02**) sendo que todas as voluntárias assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (**Anexo 03**).

4.2 Amostra

A amostra deste estudo é composta de 31 idosas com idade superior a 65 anos que foram recrutadas de grupos de convivência da cidade de Belo Horizonte - MG, e também, do centro de Saúde - Cidade Ozanan no bairro Ipiranga em Belo Horizonte.

Foram incluídas no estudo as voluntárias que atenderam aos seguintes critérios: viver na comunidade, ser capaz de andar sem dispositivo de auxílio à marcha e ser sedentária, de acordo com a classificação do *Center for Disease Control/American College of Sports Medicine*

(CDC/ACSM, 1998). Essa classificação considera sedentário aquele indivíduo que não realiza atividade física moderada por, no mínimo, 30 minutos em cinco ou mais dias da semana ou 20 minutos de atividade de intensidade vigorosa em três ou mais dias da semana (MATSUDO e MATSUDO, 2002; US DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICE, 1998)

Foram excluídas do estudo, as voluntárias que apresentavam histórias prévias de cirurgia de membro inferior; limitações das amplitudes articulares do joelho e tornozelo; história de quedas nos últimos seis meses; queixas de tonturas e alteração cognitiva, que compromettesse a compreensão dos testes.

4.3 Instrumentação

4.3.1 O Ciclo ergômetro

Para a realização desta pesquisa foi desenvolvido um modelo especial de bicicleta estacionária – que permite ser utilizada em ambientes internos, independentes das condições climáticas ou ambientais externas.

Tradicionalmente, os ciclos ergômetros são compostos por duas coroas que se conectam por meio de uma corrente e transmitem a força de rotação pelo pedal.

A figura 4.1 (a), (b),(c) e (d) mostram o ciclo ergômetro de resistência mínima. Antes de iniciar o exercício, as alturas do assento e do guidão devem ser ajustadas para o conforto e eficácia do usuário ao pedalar. A altura do assento deve ser mantida de forma que exista apenas uma flexão mínima (5°) no joelho, onde o pé está em sua posição mais inferior sobre o pedal. A frequência da pedalada deve ser de 60 rotações por minuto (rpm).



FIGURA 4.1 A. Desenho do ciclo ergômetro vista em perspectiva lado direito



4.1 B. Desenho do ciclo ergômetro vista em perspectiva lado esquerdo



FIGURA 4.1 B. Ciclo Ergômetro Lateral.



D. Ciclo Ergômetro Panorâmica

O ciclo ergômetro desenvolvido, além das partes mecânicas, possui instrumentação para medir a frequência de execução das pedaladas, e apresentar ao usuário um indicador luminoso (*biofeedback* visual) para que se auto-discipline, a fim de manter frequência de 60 rpm. Esse sistema de medição é composto por três partes: ímãs fixados na coroa do cicloergômetro, um sensor magnético instalado junto ao quadro e um módulo de processamento presa ao guidão.

Foram utilizados 10 ímãs distribuídos uniformemente ao longo dos 360 graus da coroa, assim os dez ímãs estão espaçados de 36 graus sobre a superfície da mesma como mostra a figura 4.2. O sensor magnético foi posicionado de forma a captar a passagem de cada um dos ímãs durante uma volta da coroa, assim, a cada volta, o sensor é acionado dez vezes, o que resulta em um detector de movimento da coroa.

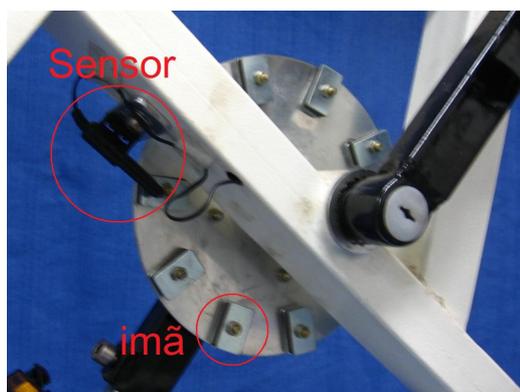


FIGURA 4.2 Posição do sensor magnético e ímãs distribuídos na coroa do cicloergômetro

O sensor magnético utilizado é do tipo *reed-switch*, e funciona como um interruptor, que é acionado quando há uma presença magnética próxima de sua estrutura. As figuras 4.3.(a) e (b)

mostram as posições onde o sensor é capaz de detectar a presença de um dos ímãs e a posição onde a presença do ímã já não é mais detectada, respectivamente.

Os sinais de detecção do sensor são enviados para caixa de processamento, que analisa o ciclo da pedala executado pela voluntária.



FIGURA 4.3.a. Posição onde o sensor detecta o ímã



b.Intervalos entre ímãs

O módulo de processamento é a parte responsável por receber os sinais enviados pelo sensor magnético, processar essa informação e guiar o usuário, por meio do *biofeedback* visual, sobre a qualidade do exercício praticado. Uma imagem deste módulo é apresentada na figura 4.4, onde também podem ser vistos o cabo em que é ligado o sensor (a esquerda) e sua fonte de alimentação (a direita).



FIGURA 4.4. Cabo de conexão do sensor, Caixa de processamento e fonte de alimentação.

4.3.2 O sistema de processamento e controle dos dados do ciclo ergômetro de resistência mínima

A caixa de processamento apresenta recursos para entrada de parâmetros sobre o exercício a ser monitorado, bem como a amplitude e a velocidade do movimento, por meio de 4 botões (B1 a B4). A leitura de dados durante o exercício ou a mudança nos parâmetros é visualizada no visor de cristal líquido acima dos botões. Além desses, há LED's (*Ligth Emissor Diode- Diodo Emissor de Luz*) que são os emissores de luz responsáveis pelo *biofeedback* visual (LD1 a LD5). A figura 4.5 apresenta a indicação numérica dos botões e dos LED's.



FIGURA 4.5 Caixa de processamento com indicação numérica dos botões e LED's.

O processamento da informação é realizado baseado nos parâmetros inseridos pelo usuário e, portanto, é necessário que uma pessoa habilitada entre com os valores de amplitude e velocidade do movimento para que o exercício seja analisado corretamente. A partir desses valores, o equipamento mede a frequência do movimento. O resultado dessa razão determina o funcionamento do *biofeedback* visual. Para editar ou ler os parâmetros, cada botão apresenta uma função, descritas a seguir:

- B1: seleção da grandeza, onde : (Velocidade (vel) [km/h]; e Amplitude distância do pé de vela (amp) [m];
- B2: diminuir grandeza selecionada (velocidade e amplitude);
- B3: aumentar grandeza selecionada (velocidade e amplitude);
- B4: modificar o valor da grandeza (velocidade e amplitude).

A Figura 4.6, apresenta uma amostra de como são visualizados os parâmetros no visor de cristal líquido.

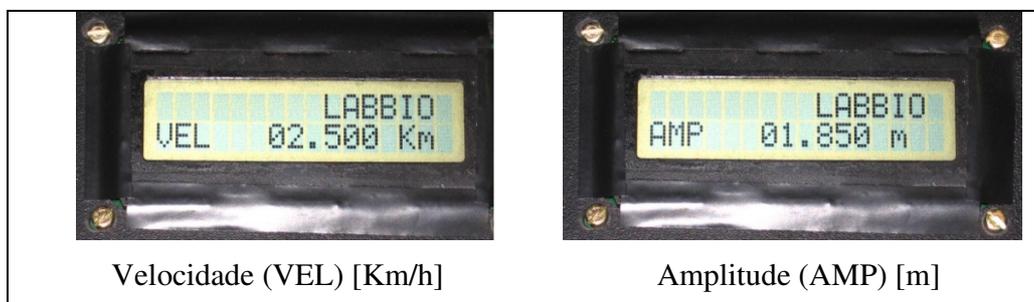


FIGURA 4.6 Telas de dados apresentadas no visor de cristal líquido

O objetivo do indicador luminoso composto pelos cinco LED's (LD1 a LD5) é criar *biofeedback* visual para o usuário do ciclo ergômetro de forma a manter sua frequência de pedaladas em 60 rpm. Somente um dos LED's fica ligado por vez, e o significado de cada um deles é relacionado com a frequência das pedaladas:

- LD1 (vermelho) indica frequência abaixo dos 60 rpm;
- LD2 (amarelo) indica frequência abaixo dos 60 rpm;
- LD3 (verde) indica frequência dentro da faixa desejada igual a 60 rpm;
- LD4 (amarelo) indica frequência acima dos 60 rpm;
- LD5 (vermelho) indica frequência acima dos 60 rpm;

Um exemplo do funcionamento desse indicador luminoso seria descrito da seguinte forma: um usuário inicia o exercício e o LD1 (vermelho) permanece ligado indicando que a frequência das pedaladas está muito baixa e que o usuário precisa de aumentar a frequência das pedaladas a fim de atingir a faixa desejada que mantenha 60 rpm. Conforme essa frequência aproxima-se da faixa desejada o LD1 desliga e liga-se o LD2 (amarelo) alertando o usuário que a frequência das pedaladas ainda precisa ser aumentada, mas que já estão próximas a um valor aceitável. Ao se atingir a faixa de frequência desejada, desliga-se o LD2 e o LD3 (verde) é ligado, indicando ao usuário que ele deve manter a frequência das pedaladas. O caso análogo ocorre para o LD4 (amarelo) e LD5 (vermelho) quando a frequência das pedaladas encontra-se acima, ou muito acima da faixa desejada.

4.3.3 Avaliação funcional dos idosos

Para avaliar o desempenho funcional foi empregado *Timed Up and Go Test* (TUG) (PODSIADLO e RICHARDSON, 1991); este teste é uma versão modificada do '*Get-up and Go Test* (MATHIAS *et al.*, 1986). TUG tem como objetivo avaliar a mobilidade e o equilíbrio. É amplamente utilizado por ser de fácil aplicação. O teste quantifica a mobilidade funcional por meio do tempo que o indivíduo realiza a tarefa, ou seja, em quantos segundos levanta-se de uma cadeira padronizada (46 cm de altura) sem apoio de braços, caminha 3 metros, vira-se, volta rumo à cadeira, e senta-se novamente.

Para medir a velocidade foram utilizadas células fotoelétricas (*Kit Multisprint®*, Insera Indústria Mecânica LTDA, Belo Horizonte, Minas Gerais) conjuntamente com a medida feita por outro examinador, usando cronômetro. As fotocélulas foram dispostas de maneira a registrar o tempo decorrido entre a voluntária levantar-se da cadeira, realizar o percurso de ida, girar 180 graus pelo obstáculo, retornar e sentar-se novamente como mostrados nas figuras 4.7 e 4.8.



FIGURA 4.7. Disposição das fotocélulas durante teste Funcional “Timed Up and Go “

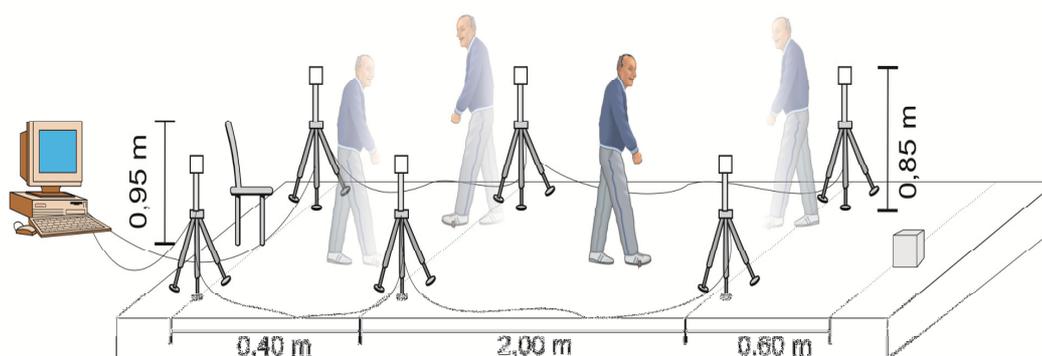


FIGURA 4.8- Circuito para mensuração do TUG composto por 3 fotocélulas.

4.4 Procedimento

4.4.1 Teste de função muscular

Para avaliação do desempenho muscular, de membros inferiores foi utilizado o dinamômetro isocinético *Biodex System 3 Pro®* (*Biodex Medical Systems Inc., Shirley, NY, USA*), mostrado na Fig.4.9. O dinamômetro é um equipamento eletromecânico que permite avaliar quantitativamente e de maneira segura, parâmetros físicos da função muscular, tais como força, potência e resistência. O equipamento é composto por uma cadeira, um dinamômetro e um microcomputador para o processamento dos dados. O participante foi instruído a realizar força máxima para mover a alavanca que está encaixada no dinamômetro e que se move a uma velocidade constante previamente determinada. O torque produzido pela voluntária contra a alavanca do dinamômetro foi registrado. A resistência oferecida por esta alavanca é adaptativa, ou seja, tem intensidade igual à força exercida pelo participante. Desta forma, a velocidade do sistema é mantida constante, não havendo aceleração e desaceleração dos movimentos de flexão e extensão do joelho e o risco de lesão é, portanto, mínimo (PINHO et al., 1999; PERRIN, 1993). Para a avaliação da função muscular dos extensores e flexores do joelho, foram realizadas três repetições sub-máximas antes do teste para familiarização da idosa com o dispositivo. Durante o processo de avaliação foi marcado um intervalo para descanso de 30 segundos entre a familiarização e o teste. Segundo instruções do fabricante, o eixo rotacional da articulação foi alinhado com o eixo rotacional do aparelho. A inclinação do encosto da cadeira foi de 85° e a almofada do braço de alavanca foi posicionada imediatamente acima do maléolo lateral. A correção do efeito da gravidade sobre a musculatura envolvida segundo instruções do fabricante, foi realizada na posição de 5° de flexão do joelho. A amplitude de movimento (ADM) total do teste foi limitada a 85°, a partir do ângulo de 90° de flexão do joelho. A avaliação foi realizada em cinco contrações concêntricas, na velocidade angular de 60°/s; dez contrações concêntricas, na velocidade angular de 120°/s e quinze contrações concêntricas, na velocidade angular de 180°/s (DIAS, 2004). Durante a avaliação, os voluntários foram estimulados verbalmente a mover a alavanca do dinamômetro o mais rápido e com a maior força possível, produzindo, assim, um torque máximo (DIAS, 2004).



FIGURA 4.9. Dinamômetro Isocinético- *Biodesx System 3 Pro*

4.4.2 Medidas dos Índices de Interleucina-6

Antes do teste de performance muscular foram colhidos 5 ml de sangue da veia ulnar das participantes em tubos a vácuo contendo citrato por profissional qualificado, seguindo as normas de utilização de materiais pífuro-cortantes. A coleta de sangue das idosas foi realizada no Laboratório de Dor e Inflamação em Reabilitação da Universidade Federal de Minas Gerais. Após esse procedimento, os tubos contendo sangue foram centrifugados, o plasma retirado em ambiente estéril e armazenado no *freezer* a -20°C .

A análise das concentrações plasmáticas de IL-6 foi realizada pelo método de ELISA, (*Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*). Os índices de citocinas presentes nas amostras foram expressos em picograma por mL (pg/mL). Utilizou-se o *kit* de alta sensibilidade (Quantikine®HS, R&D Systems Mineapolis), as leituras foram feitas por um leitor de microplacas ajustado para 490 nm e correção do comprimento de onda a 650 nm (Fig.4.10).



Figura 4.10 (a) Centrifuga



(b) Microplacas

4.4.3 Medidas de Desempenho Funcional:

O teste foi realizado com o uso de seus calçados habituais, e se necessário, de bengala. No TUG, a idosa parte da posição inicial com as costas apoiadas na cadeira e foi instruída a se levantar, andar um percurso linear de 3 metros até um ponto pré-determinado marcado no chão, regressar e tornar a sentar-se apoiando as costas na mesma cadeira. A voluntária foi instruída a não conversar durante a execução do teste e realizá-lo numa velocidade habitual auto-selecionada, de forma segura.

O teste tem início após o sinal de partida dado pelo avaliador e pelo comando verbal "vá" (instante em que inicia a cronometragem). A cronometragem foi interrompida, somente, quando a voluntária colocou-se, novamente, na posição inicial, sentado com as costas apoiadas na cadeira.

4.4.4 Determinação de citocinas por ELISA

Para mensuração dos níveis plasmáticos das citocinas, foram colhidos 5 ml de sangue da veia ulnar dos participantes. Os kits para ELISA de humanos foram obtidos da RD Systems (DuoSet) e utilizados de acordo com os procedimentos previamente descritos pelo fabricante.

Em uma placa de 96 poços foram adicionados 100 μ l/poço de uma solução contendo concentração adequada do anticorpo de captura específica. Esta solução permaneceu em contato com a placa durante 18 h a 4° C. Posteriormente, as placas foram lavadas (4 vezes) com tampão de lavagem (Phosphate Buffered Saline PBS/Tween 0,1%) em um lavador de placas automático. Logo após, foram adicionados 200 μ l/poço da solução de bloqueio contendo 1% de albumina de soro bovino em PBS.

O tempo de bloqueio foi de no mínimo 1 hora. Em seguida, foram adicionados aos padrões de citocinas em concentração conhecida e as amostras (100 μ l/ poço). 18 horas após a incubação a 4° C, as placas foram lavadas e foram adicionados às placas 100 μ l de uma solução de anticorpo de detecção, seguida de incubação de 1 h.

Transcorrido este período e após lavagem, foi adicionado à placa uma solução contendo estreptavidina ligada à peroxidase (Pharmlingen). Após 20-30 min, a placa foi novamente lavada

e depois foi adicionado o tampão substrato contendo o-fenilenodiamina (OPD, Sigma) e H_2O_2 (Merck). A reação foi parada com ácido sulfúrico 1M. O produto de oxidação do OPD foi detectado por colorimetria em um leitor de placas de ELISA no comprimento de onda de 492 nm.

4.5. Treinamento no ciclo ergômetro

4.5.1 Intervenção

Foram realizadas medidas antropométricas (altura e comprimento dos membros inferiores) para ajuste da altura do banco da bicicleta. Em seguida, foi utilizado um monitor cardíaco da marca OREGON HR 102 HEART RATE MONITOR, para o monitoramento da frequência cardíaca durante a execução do treinamento e, também, um esfignomanômetro para aferição da pressão arterial. Os valores da pressão arterial eram aferidos antes das voluntárias se posicionarem para realização do treinamento, pois caso houvesse qualquer alteração dos valores pré-determinados, o treinamento seria suspenso e a voluntária encaminhada ao serviço de saúde para realização de acompanhamento médico.

As voluntárias realizaram o treinamento durante 12 semanas em dias alternados (segunda, quarta e sexta-feira), durante um período de 60 minutos. O treinamento consistia de pedalar o ciclo ergômetro na frequência de 60 rpm e observar o monitor que sinalizava por meio de leds (verde, amarelo e vermelho) os parâmetros de realização dos exercícios que deveria ser cumprido.

Durante o treinamento, houve desistência de uma voluntária e outras duas foram excluídas do estudo por faltarem às sessões por mais de três vezes consecutivas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análises estatísticas

Foi realizada análise descritiva de todas as variáveis utilizadas no estudo. Como as variáveis do estudo são contínuas, foram descritas medidas de tendência central e variabilidade.

A correlação de Pearson foi utilizada para explorar a natureza da relação entre as variáveis contínuas considerando nível de significância de $\alpha = 0,05$.

A regressão linear foi utilizada para explorar a natureza da relação entre variáveis aleatórias contínuas, permitindo prever ou estimar o valor de uma variável resposta que corresponde a um valor determinado de variável explicativa. Foi utilizado o software SPSS 16.0. Em todas as análises foi considerado um nível de 5% de significância.

Para a análise estatística da normalidade dos dados de cada variável quantitativa, foi utilizado o teste Kolmogorov-Smirnov, por meio do qual se concluiu que ao nível de 5% de significância que as variáveis seguem uma distribuição normal de probabilidade. Desse modo, optou-se pela utilização de testes paramétricos.

5.2 Análise descritiva

A tabela 5.1, apresenta a amostra estudada composta, inicialmente, por 31 mulheres com idade média de 73,86 anos ($\pm 5,97$), média de peso de 64 Kg ($\pm 11,18$), altura de 1,57 m ($\pm 0,07$), índice de massa corporal (IMC) de 26,12 ($\pm 4,55$).

TABELA 5.1

Características de 31 mulheres idosas selecionadas para o estudo.

	Média	Desvio Padrão	Mediana	Valor Min.	Valor Max.
Idade (anos)	73,86	5,97	73,10	63,29	86,58
Peso (Kg)	64,00	11,18	62,00	45,00	96,50
Altura (m)	1,57	0,07	1,56	1,43	1,76
IMC (Kg/m²)	26,12	4,55	25,43	15,94	40,17

Valores dos índices de interleucina-6 da avaliação inicial, repouso e avaliação final estão representados na tabela 5.2.

TABELA 5.2

Medidas da concentração de IL-6 pré, repouso e pós.

	Média	Desvio Padrão	Mediana	Valor Min.	Valor Max.
IL-6 pré	1,91	2,21	1,36	0,02	9,49
IL-6 repouso	1,93	2,23	1,37	0,02	9,58
IL-6 pós	1,56	1,68	1,22	0,02	7,83

A tabela 5.2 demonstra a média do nível de interleucina (IL-6) no plasma de 1,91 pg/ml no pré-teste ($\pm 2,21$) no repouso de 1,93 pg/ml ($\pm 2,23$) e no pós-teste de 1,56 pg/ml ($\pm 1,68$).

A média de 1,56 pg/ml no pós-treinamento representa melhora das voluntárias, após o uso do ciclo ergômetro de resistência mínima. Quando analisado o comportamento funcional das voluntárias, foi observado, também, uma redução do tempo na execução do teste TUG, que mensura a mobilidade e predisposição a eventos de quedas quando o tempo de realização da tarefa do teste aumenta.

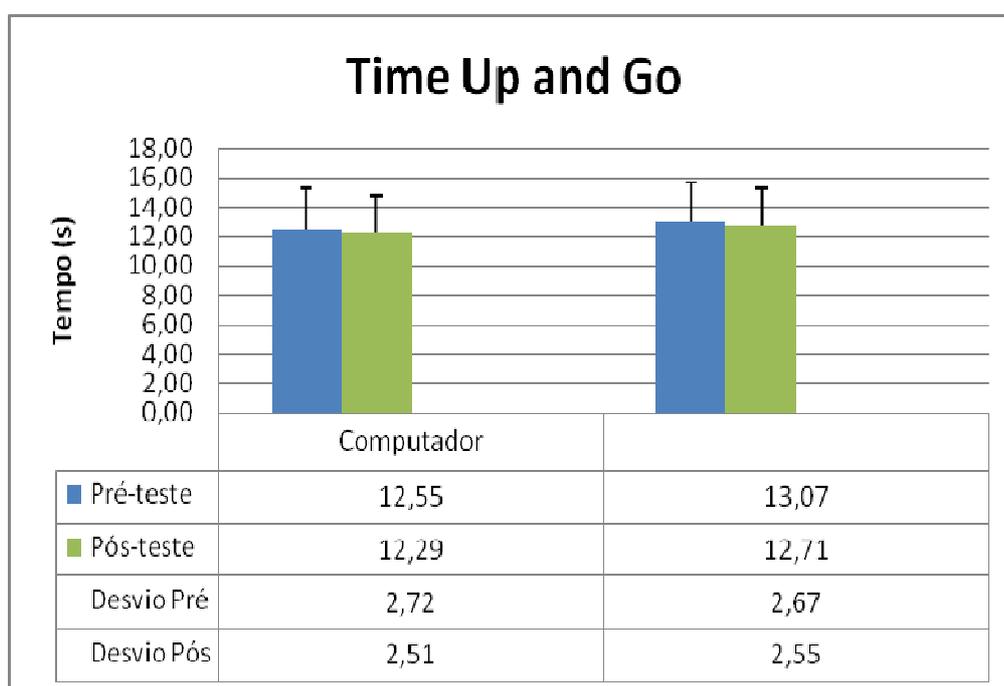


GRAFICO: 5.1 Valores em segundo do teste funcional Timed up and Go Test utilizando computador com fotocelulas e cronômetro

A Tabela 5.3 demonstra a média das medidas do tempo (segundos) feita pelo cronômetro no pré-teste, com média de 12,18 s e desvio padrão de 2,57 s, no repouso de 12,23 s com desvio padrão de 2,58 s e no pós-teste de 11,62 s com desvio padrão de 2,4 s. O gráfico 5.1 representa os valores em segundos da realização do TUG pré e pós-intervenção e os respectivos desvios padrão.

TABELA 5.3

Medidas obtidas pelo cronômetro em três tempos :pré, repouso e pós

	Cronômetro pré	Cronômetro repouso	Cronômetro pós
N	28	28	28
Média	12,1	12,2	11,6
Mediana	11,4	11,4	10,7
DP	2,5	2,5	2,4
Valor mínimo	8,7	8,8	8,5
Valor máximo	18,1	18,2	18,5

A tabela 5.4 demonstra a média das medidas pelo computador no pré-teste, com média de 11,7 s e desvio padrão de 2,6 s, no repouso de 11,7 s com desvio padrão de 2,6 s e no pós-teste de 11,2 s com desvio padrão de 2,41 s.

Assim, como na utilização de computador como cronometro durante a realização do Teste Funcional “*Timed Up and Go*” que avalia mobilidade e risco de quedas, a redução da médias dos valores também é demonstrada por melhora clínica da capacidade funcional das idosas participantes do treinamento do ciclo ergômetro.

TABELA 5.4

Medidas do tempo utilizando o software e fotocélulas nos momentos: pré, repouso e pós

	Computador pré (s)	Computador Repouso (s)	Computador Pós (s)
N	30	30	30
Média	11,7	11,7	11,2
Mediana	11,0	11,0	10,6
DP	2,6	2,6	2,4
Valor mínimo	8,4	8,4	8,3
Valor máximo	18,2	18,3	17,8

A tabela 5.5, demonstra que o coeficiente de correlação de Pearson encontrado na associação da IL-6 pré com IL-6 repouso foi $r=1,0$. O índice demonstra uma relação perfeita entre essas variáveis. O resultado foi, estatisticamente, significativo, considerando um nível de significância de 5% e o valor do coeficiente de correlação, $p < 0,001$. O coeficiente de correlação de Pearson, encontrado na associação da IL-6 pré com IL-6 pós foi de 0,978, apresentando uma relação quase perfeita entre essas variáveis. O resultado foi estatisticamente significativo, considerando um nível de significância de 5% e o valor do coeficiente de correlação, $p < 0,001$. A correlação apresenta uma relação direta entre essas variáveis. Ou seja, quanto maior a IL pré, maior a IL repouso e pós.

TABELA 5.5
Correlação entre valores observados pelo cronômetro e computador - Correlação de Pearson

	Computador					
	Pré	p value	repouso	p value	pós	p value
Cronômetro	0,992	0,001	0,992	0,001	0,997	0,001

A Tabela 5.5, mostra o coeficiente de correlação de Pearson encontrado na associação entre as medidas no cronômetro e computador. O coeficiente de correlação de Pearson, r , foi de 0,992 ($p < 0,001$) no pré teste e repouso e $r=0,997$ ($p < 0,001$) no pós teste. O índice demonstra uma relação quase perfeita entre essas variáveis. O resultado foi estatisticamente significativo, considerando um nível de significância de 5% e o valor do coeficiente de correlação, $p < 0,001$.

A partir desta medida é possível afirmar que os testes realizados na clínica por meio de cronômetros são válidos, pois na tabela acima apresentaram ótima correlação.

A Tabela 5.6, a seguir, demonstra o coeficiente de correlação de Pearson encontrado na associação entre IL-6 com as medidas observadas no cronômetro e com o computador. O coeficiente de correlação encontrado na associação da IL-6 com cronômetro e computador demonstrou uma relação direta entre as variáveis.

TABELA 5.6

Correlação entre valores de concentração de IL-6 com medidas observadas no computador e cronômetro

Correlação	cronômetro	p value	computador	p value
IL-6 pré	0,200	0,290	0,183	0,332
IL-6 repouso	0,199	0,293	0,182	0,335
IL-6 pós	0,048	0,804	0,064	0,741

Considerando um nível de significância de 5% e o p (valor do coeficiente de correlação) $>0,05$, não foi identificada significância estatística entre IL-6 (pré, repouso e pós) e medidas observadas pelo cronômetro ou computador. A seguir o gráfico 5.2 apresenta os valores individuais dos níveis plasmáticos das voluntárias no período pré e pós-intervenção.

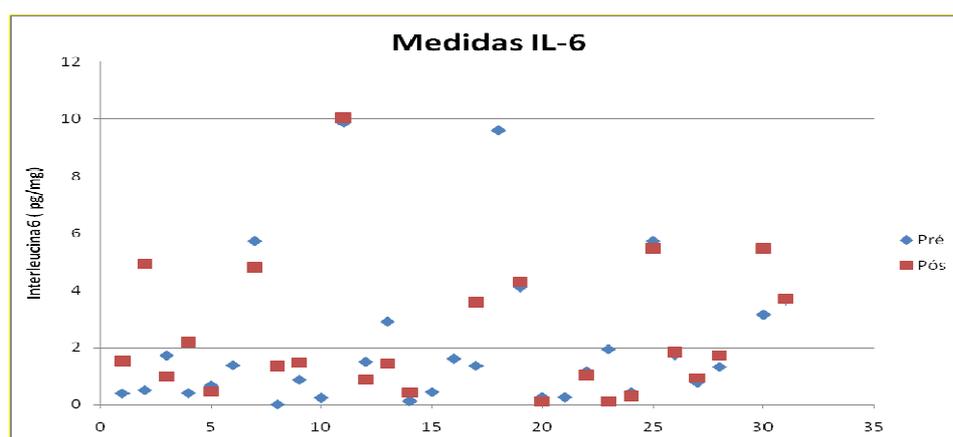


GRAFICO 5.2 – Valores dos níveis plasmáticos de IL-6 das voluntárias

A Tabela 5.7 demonstra que, de uma maneira geral, observa-se uma correlação negativa entre os níveis de IL-6 no plasma e a força muscular, indicando que quanto maior a força muscular, menor os níveis de IL-6.

Para a velocidade de 180°/s., correlação estatisticamente significante, foi observada para os músculos flexores do joelho direito (trabalho [J] e torque [Nm]) e IL-6 pré e repouso. Para a relação agonista/antagonista (a/a), correlação estatisticamente significante foi observada para os músculos flexores do joelho direito e esquerdo, e músculos extensores do joelho esquerdo com IL-6 repouso e pós. Também foi observada correlação, estatisticamente significante, para os

músculos extensores do joelho direito no pré teste. Para medida torque/peso corporal (tq/bw), correlação estatisticamente significativa foi observada para os músculos flexores do joelho direito e IL-6 nos três momentos, e para os músculos flexores do joelho esquerdo com IL-6 pós. Para medida de torque (Nm) foi observada correlação estatisticamente significativa para os músculos flexores do joelho direito no pré teste e repouso. Para o trabalho (J) os resultados foram semelhantes aos valores de torque (Nm).

TABELA 5.7

Correlação entre índices de força muscular e níveis de interleucina (IL-6) no plasma.

Desempenho Muscular	IL-6 correlação					
	pré		repouso		Pós	
Trabalho (J)						
60 °/s.	Pearson	p	Pearson	p	Pearson	P
Extensão direita (J)	-0,007	0,971	-0,007	0,970	-0,091	0,633
Extensão esquerda (J)	-0,183	0,324	-0,184	0,321	-0,399	0,029
Flexão direita (J)	-0,310	0,089	-0,310	0,089	-0,128	0,500
Flexão esquerda (J)	-0,395	0,028	-0,395	0,028	-0,201	0,286
180 °/s.						
Extensão direita (J)	-0,2479	0,1788	-0,2477	0,1790	-0,1176	0,5361
Extensão esquerda (J)	-0,2133	0,2492	-0,2142	0,2473	-0,3070	0,0989
Flexão direita (J)	-0,4546	0,0102	-0,4540	0,0103	-0,1668	0,3784
Flexão esquerda (J)	-0,2415	0,1905	-0,2420	0,1896	-0,1682	0,3742
Pico do Torque (Nm)						
60 °/s.						
Extensão direita (Nm)	-0,0399	0,8312	0,9076	0,0000	-0,0480	0,8013
Extensão esquerda(Nm)	-0,1507	0,4184	0,4550	0,0101	-0,2931	0,1160
Flexão direita (Nm)	-0,2366	0,2000	0,3966	0,0272	-0,1351	0,4765
Flexão esquerda (Nm)	-0,3091	0,0906	-0,0399	0,8311	-0,1537	0,4173
180°/seg						
Extensão direita (Nm)	-0,2731	0,1372	-0,2727	0,1378	-0,1142	0,5481

Extensão esquerda(Nm)	-0,1940	0,2956	-0,1943	0,2948	-0,3433	0,0632
Flexão direita (Nm)	-0,5624	0,0010	-0,5615	0,0010	0,1310	0,4903
Flexão esquerda (Nm)	-0,2232	0,2275	-0,2234	0,2270	-0,1701	0,3688

**Agonista/antagonista
(a/a)**

60^o/s.

Extensão direita (a/a)	-0,177	0,341	-0,176	0,344	-0,044	0,818
Extensão esquerda(a/a)	-0,203	0,273	-0,202	0,275	0,266	0,155
Flexão direita (a/a)	0,085	0,648	-0,086	0,647	-0,167	0,378
Flexão esquerda (a/a)	-0,088	0,639	-0,087	0,642	0,14	0,940

180^o/s.

Extensão direita (a/a)	-0,559	0,001	-0,291	0,112	-0,197	0,296
Extensão esquerda(a/a)	-0,168	0,365	0,519	0,030	0,422	0,018
Flexão direita (a/a)	-0,223	0,227	0,438	0,014	0,493	0,005
Flexão esquerda (a/a)	0,291	0,112	0,851	0,000	0,251	0,173

**Torque/peso corporal
tq/bw)**

60^o/s.

Extensão direita (tq/bw)	-0,040	0,831	0,040	0,831	-0,154	0,417
Extensão esquerda (tq/bw)	-0,151	0,418	-0,151	0,417	0,537	0,002
Flexão direita tq/bw)	-0,237	0,200	-0,236	0,202	0,514	0,003
Flexão esquerda (tq/bw)	-0,309	0,091	-0,309	0,091	0,704	0,000

180^o/s.

Extensão direita (tq/bw)	-0,2730	0,1370	-0,2730	0,1380	-0,3430	0,0630
Extensão esquerda (tq/bw)	-0,1940	0,2960	-0,1940	0,2950	0,2630	0,1530
Flexão direita (tq/bw)	-0,5620	0,0010	-0,5610	0,0000	0,7310	0,0000
Flexão esquerda (tq/bw)	-0,2230	0,2280	0,2230	0,2270	0,8590	0,0000

Conforme Tab. 5.7 e gráfico 5.3 a velocidade de 60 %/s., para esforço total (J), apresenta correlação estatisticamente significativa para os músculos flexores do joelho esquerdo no pré teste e repouso.

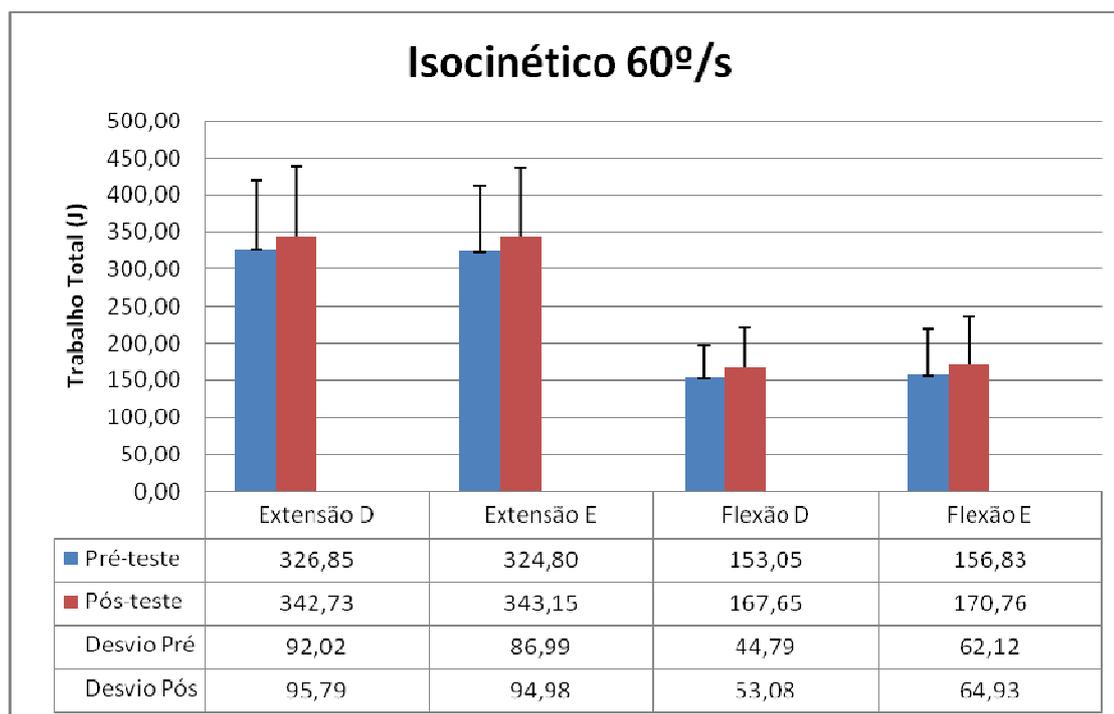


GRAFICO 5.3 Trabalho total realizado na avaliação do dinamômetro isocinético na velocidade de 60 °/s no pré e pós período de intervenção.

Para o pico de torque NM, para os músculos extensores direito e esquerdo e flexor direito no repouso e para torque/peso corporal (Tq/Bw) para os músculos flexores esquerdo no pré, repouso e pós teste e extensores esquerdos no pós teste também foram entrados resultados com relação significativa apresentado na tab. 5.7 e no gráfico 5.4 a seguir.

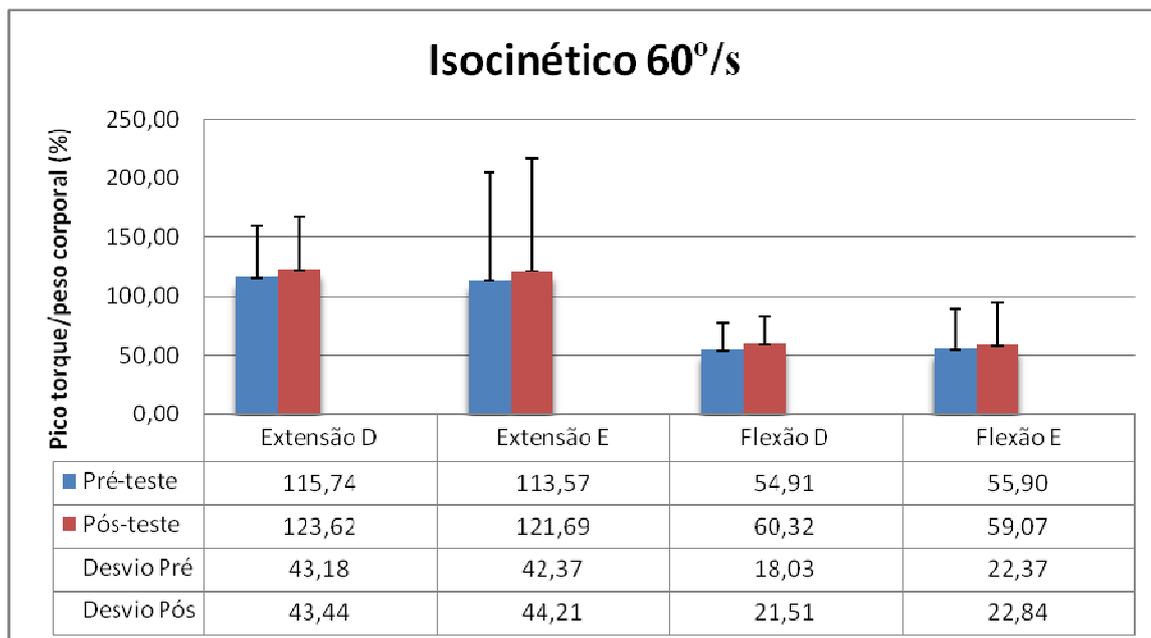


GRAFICO 5.4 Média do pico do torque a 60 °/s no pré e pos período de intervenção

O gráfico 5.5 apresenta os valores do trabalho total (J) na velocidade de 180 °/s, com diferença significativa na performance dos flexores do membro direito e esquerdo, sendo, que a musculatura extensora apresenta $p < 0,1$.

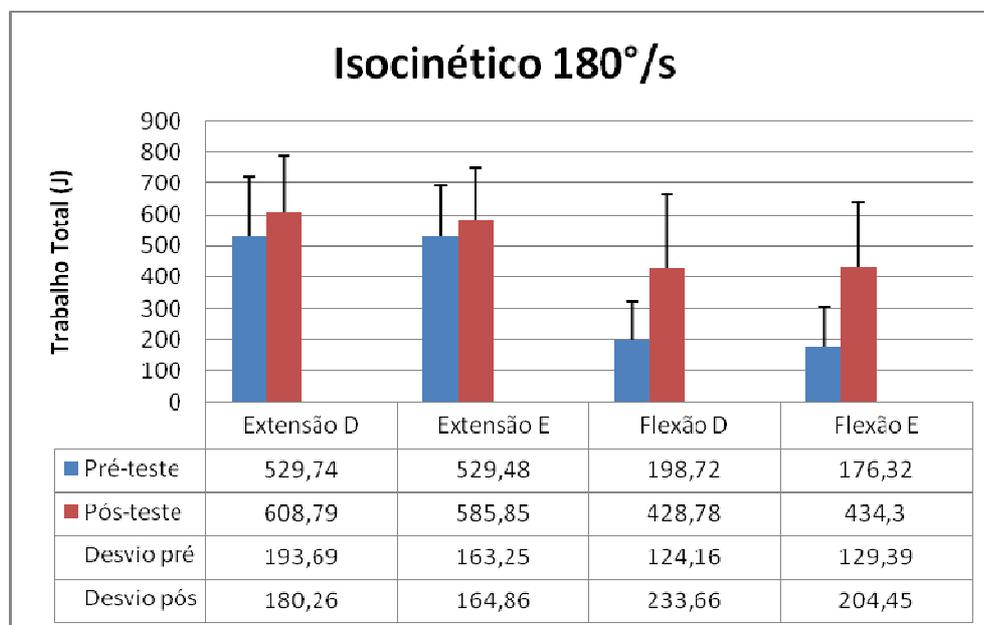


GRÁFICO 5.5 Trabalho total na velocidade 180 °/s no pré e pós período de intervenção.

Tabela 5.8, foi realizada regressão linear tendo a IL-6 como variável resposta e os índices de força muscular com 180°/s como explicativas. A cada variação na extensão direita (a/a) observa-se um decréscimo de 0,090 no valor da IL-6 com 180°/s. A cada variação da extensão esquerda (a/a) observa-se um aumento de 0,094 no valor da IL-6 com 180°/s. A cada variação na flexão direita (a/a) observa-se um aumento de 0,047 no valor da IL-6 com 180°/seg. A cada variação da flexão esquerda (a/a) observa-se um decréscimo de 0,039 no valor da IL-6 com 180°/s.

TABELA 5.8

Modelo de regressão linear entre os índices de força muscular e níveis de interleucina no plasma com 180 %s.

	IL-6 180 % s. pré						IL-6 180 % s. pós							
	B	Erro Padrão	Beta	t	Valor p	CI (95%)		B	Erro Padrão	Beta	t	Valor p	CI (95%)	
						LI	LS						LI	LS
Pico torque/peso corporal (tq/bw)														
extensão direita (tq/bw)	-0,245	0,126	-2,986	-1,955	0,071	-0,515	0,024	-0,067	0,051	-1,016	-1,318	0,210	-0,177	0,043
extensão esquerda (tq/bw)	0,088	0,129	0,963	0,682	0,506	-0,188	0,364	0,107	0,069	1,626	1,554	0,144	-0,042	0,256
flexão direita (tq/bw)	0,057	0,235	0,427	0,244	0,811	-0,447	0,562	0,004	0,002	0,433	1,83	0,090	0	0,009
flexão esquerda (tq/bw)	0,365	0,272	3,039	1,341	0,201	-0,218	0,948	-0,082	0,053	-1,291	-1,547	0,146	-0,196	0,032
Trabalho total(J)														
extensão direita (J)	0,003	0,02	0,24	0,138	0,893	-0,04	0,045	0,002	0,006	0,189	0,268	0,793	-0,012	0,016
extensão esquerda (J)	-0,013	0,018	-0,964	-0,724	0,481	-0,052	0,026	-0,01	0,01	-1,007	-0,987	0,341	-0,032	0,012
flexão direita (J)	-0,04	0,03	-2,253	-1,353	0,197	-0,104	0,023	-0,002	0,009	-0,321	-0,251	0,805	-0,022	0,017
flexão esquerda (J)	0,042	0,032	2,474	1,314	0,210	-0,027	0,111	-0,014	0,013	-1,705	-1,029	0,322	-0,043	0,015
Pico do torque (NM)														
Extensão direita (Nm)	0,15	0,347	0,89	0,432	0,672	-0,595	0,895	0,192	0,135	1,365	1,424	0,178	-0,099	0,484
Extensão esquerda(Nm)	-0,077	0,336	-0,371	-0,229	0,822	-0,797	0,643	-0,196	0,158	-1,246	-1,241	0,237	-0,536	0,145
Flexão direita (Nm)	0,86	0,519	3,376	1,657	0,120	-0,253	1,972	0,009	0,15	0,081	0,059	0,954	-0,315	0,332
Flexão esquerda (Nm)	-0,819	0,505	-3,34	-1,622	0,127	-1,902	0,264	0,365	0,222	3,011	1,647	0,123	-0,114	0,843
Agonista/antagonista(a/a)														
Extensão direita (a/a)	-0,173	0,138	-1,849	-1,253	0,231	-0,47	0,123	-0,090	0,027	-0,847	-3,292	0,006	-0,149	-0,031
Extensão esquerda(a/a)	-0,131	0,174	-1,532	-0,753	0,464	-0,503	0,242	0,094	0,026	1,326	3,652	0,003	0,039	0,15
Flexão direita (a/a)	0,022	0,063	0,188	0,354	0,728	-0,113	0,158	0,047	0,02	0,479	2,354	0,035	0,004	0,09
Flexão esquerda (a/a)	-0,04	0,053	-0,351	-0,756	0,462	-0,153	0,073	-0,039	0,012	-0,759	-3,215	0,007	-0,065	-0,013

Legenda: IL – Interleucina 6; LI – limite inferior; LS – Limite Superior

TABELA 5.9

Média das medidas a/a com 60 e 180 °/s por IL-6 estratificada

	IL	pré 60				pré 180				p
		N	Média	DP	P	N	Média	DP	P	
Extensão direita (a/a)	<=1,91	20	57,49	39,76	0,314	20	52,51	23,5997	0,007*	
	>1,91	11	44,58	15,97		11	29,60	15,457		
	Total	31	52,91	33,55		31	44,381	23,591		
Extensão esquerda (a/a)	<=1,91	20	342,34	76,41	0,132	20	44,59	31,1817	0,493*	
	>1,91	11	292,92	99,36		11	37,773	11,5618		
	Total	31	324,80	86,99		31	42,171	25,9103		
Flexão direita (a/a)	<=1,91	20	15,07	7,48	0,782	20	37,84	20,876	0,240*	
	>1,91	11	15,84	7,08		11	29,518	12,7807		
	Total	31	15,34	7,23		31	34,887	18,6237		
Flexão esquerda (a/a)	<=1,91	20	20,37	8,22	0,689	20	35,315	20,3598	0,378*	
	>1,91	11	21,59	7,80		11	28,764	17,7417		
	Total	31	20,80	7,96		31	32,99	19,4321		
	IL	pós 60				pós 180				p
		N	Média	DP	P	N	Média	DP	P	
Extensão direita (a/a)	<=1,56	20	50,94	22,60	0,409	20	47,80	14,7008	0,031*	
	>1,56	10	62,79	55,47		10	34,83	14,8132		
	Total	30	54,89	36,36		30	43,48	15,7604		
Extensão esquerda (a/a)	<=1,56	20	52,42	15,04	0,299	20	49,23	23,5701	0,680*	
	>1,56	10	63,66	43,17		10	45,37	24,725		
	Total	30	56,17	27,49		30	47,943	23,6036		
Flexão direita (a/a)	<=1,56	20	13,97	7,98	0,889	20	41,55	18,4614	0,204*	
	>1,56	10	13,57	5,30		10	33,07	12,7445		
	Total	30	13,83	7,11		30	38,723	17,0363		
Flexão esquerda (a/a)	<=1,56	20	17,04	8,40	0,898	20	51,84	39,0226	0,240*	
	>1,56	10	17,39	2,45		10	36,67	9,5786		
	Total	30	17,15	6,94		30	46,783	32,8489		

*ANOVA

A tabela 5.9, representa as médias das medidas de a/a, segundo subgrupos de IL-6 (maior ou menor que o valor médio). Observa-se que para a medida extensão direita (a/a), nas situações pré 180°/s. e pós 180°/s., maiores médias foram observadas nos valores de IL-6 abaixo da média ($p < 0,05$).

O gráfico 5.6 representa a melhora da relação agonista/antagonista, sendo, musculatura extensora/flexora o que demonstra maior equilíbrio muscular permitindo melhor desempenho nas atividades funcionais como levantar e sentar em uma cadeira.

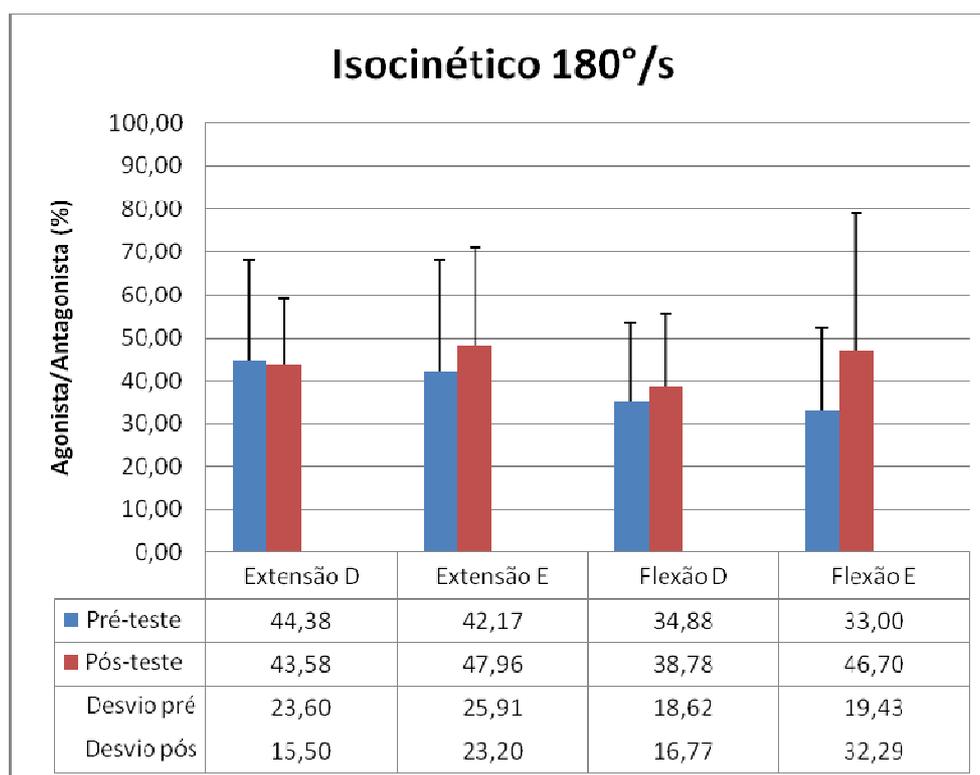


GRAFICO 5.6 - Relação agonista/antagonista na velocidade de 180°/s.

O ciclo ergômetro utilizado neste estudo possui todos os dispositivos de ajustes antropométricos (FIG.3a e 3b) além do sistema de controle de movimento o qual por meio de um visor. As voluntárias foram instruídas a manter um padrão de movimento onde foi pré-estabelecido 60 rpm como foi observado na literatura por vários pesquisadores o ponto inicial de solicitação do desempenho muscular com o menor consumo de energia. (BAUM e LI, 2003; SAUNDERS *et al.*, 2003; LUCIA e JOYOS, 2004).

Savelberg *et al.*, 2003, estudaram a posição do tronco com um fator que poderia influenciar no recrutamento muscular, e também, na cinemática da articulação do joelho. Seu estudo determinou que

o tronco deve estar com uma inclinação de aproximadamente de 20° afetaria o desempenho do joelho e tornozelo tal comportamento foi reportado para ciclistas de rodovia e triatletas.

Neste estudo, as idosas voluntárias tiveram suas medidas registradas (altura e largura dos ombros) e suas bicicletas ajustadas nos seguintes parâmetros: altura do banco e posicionamento das mãos. As idosas poderiam realizar até 20° graus de flexão do tronco, 100° graus para flexão de quadril e 110° graus de flexão de joelho aproximadamente.

Anderson, et. al (2007) apresentaram em seu trabalho o modelo matemático para aplicação torque voluntário máximo como função da velocidade angular da articulação do membro inferior.

Inúmeros são os trabalhos que comprovam em seus estudos que a utilização de exercícios físicos regulares oferece uma proteção contra doenças crônicas como síndromes metabólicas - diabetes tipo2, dislipidemia, hipertensão, obesidade; doenças cardíacas e pulmonares – doença pulmonar obstrutiva crônica, doenças coronarianas; alterações musculares e ósseas e articulares – osteoartrite, artrite reumatóide, osteoporose, fibromialgia e outras (LEE *et al.*, 1997; LAMONTE *et al.* 2005; PEDERSEN *et.al.* 2006; WILUND *et.al.* 2007; THUNE E FURBERG, 2003).

O exercício físico regular exerce efeito antiinflamatório para o indivíduo, gerando a proteção das doenças acima citadas, pois é capaz de regular nível de receptores de TNF-alfa; citocinas - interleucina 6 e interleucina 1; receptor antagonista e proteína C reativa (PETERSEN e PEDERSEN, 2005). Da mesma forma a intervenção realizada no presente estudo apresenta redução dos níveis de IL-6, como demonstrado na Tab. 5.6.

Alexanderson e Lundberg (2007) e Alexanderson (2009) apresentaram redução significativa nos quadros de inflamação muscular de pacientes com osteoartrite utilizando exercícios para movimentação dos membros inferiores e treinamento de força isométrica durante 7 semanas. A Tab.5.9, do presente trabalho, apresenta resultados semelhantes àqueles publicados por estes autores.

Estudo recente apresenta a interleucina 6 como uma molécula de sinalização intercelular tradicionalmente associada com as respostas imunes, sendo secretada por linfócitos e macrófagos em resposta a lesão ou a processos infecciosos (PETERSEN e PEDERSEN, 2005). A concentração de IL-6 aumenta com o envelhecimento, devido ao processo inflamatório estar associado a doenças crônicas que frequentemente causam aos idosos incapacidade, contribuindo para o declínio funcional dos idosos (PETERSEN e PEDERSEN, 2005).

Observando a Tab.5.6 é possível verificar, durante o acompanhamento das voluntárias por um período de 12 semanas sem realização de exercícios físicos, que o valor da concentração plasmática de interleucina-6 aumentou em concordância com a literatura.

Em resposta ao treinamento realizado pelas idosas neste, estudo foram observadas mudanças significativas dos valores dos níveis de IL-6, o que está de acordo com estudos recentes que verificam que a alteração dos valores de interleucina-6 tem componentes genéticos, neurogênicos, estresse, dieta e sono, dentre outros fatores.(HO *et al.*, 2005; CAVA *et al.*, 2000). No entanto isto pode ser avaliado como um ganho, uma vez que os idosos apresentam normalmente aumento dos níveis IL-6 devido à presença de co-morbidades.

O exercício físico submáximo e regular é recomendado para a manutenção da saúde e prevenção de doenças. Em indivíduos saudáveis, o treinamento aeróbico é atingido na faixa entre 60 a 90% de frequência cardíaca máxima para a idade e 50 a 80% de faixa de consumo máximo de oxigênio (VO₂), sustentando por 20 a 45 minutos, com frequência de três a quatro vezes por semana (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE; HURLEY *et al.*, 1984). Nesta intensidade, acima do limiar anaeróbico, obtêm-se adaptações fisiológicas nos músculos periféricos e melhora na função cardíaca. Porém, em determinadas intensidades, o exercício pode ser capaz de estimular a formação de EAO₂ que atacam as estruturas protéicas, lipídicas e DNA, resultando em danos celulares. Estudos mostram que o exercício físico, principalmente o mais intenso, está associado a danos musculares e produção aumentada de radicais livres (PEDERSEN *et al.*, 2007, PENKOWA *et al.*, 2003, STEENBERG *et al.*, 2001). Por outro lado, sabe-se que o exercício físico pode induzir um aumento das defesas antioxidantes no organismo de pessoas saudáveis (POLIDORI, 2000). O presente estudo investigou os efeitos de 12 semanas de treinamento em um ciclo ergômetro de resistência mínima realizado durante 1 hora 3 vezes por semana por meio avaliado por meio de avaliação da função muscular do joelho flexo-extensão (trabalho a 60°/s e 180°/s, trabalho total a 60°/s e 180°/s, potência média a 120°/s e relação agonista-antagonista a 60°/s e 180°/s) além de teste funcional “*timed up and go*” utilizando fotocélulas.

Foram encontradas diferenças estatisticamente significantes nos valores médios da relação agonista-antagonista a 180°/s para extensão e flexão esquerda e flexão direita indicando que o treinamento realizado no ciclo ergômetro melhorou a performance muscular, assim com o equilíbrio muscular do lado esquerdo. Os valores do torque normalizado pelo peso corporal, também

apresentaram melhora significativa para o membro esquerdo sendo que o mesmo não ocorreu do lado direito.

Os valores de trabalho e potência muscular encontrados neste estudo não apresentaram melhoras na velocidade de 60 °/s e corroboram com demais autores que relacionam o processo de sarcopenia que ocorre com o envelhecimento, especialmente relacionada à perda de fibras musculares do tipo II (VANDERVOORT, 2002, WILLIAMS, 2002; DOHERTY, 2003), considerando que a diminuição da potência muscular está presente na população idosa ativa e sedentária, compondo um processo fisiológico do envelhecimento (PETRELLA *et al.*, 2004; FERRUCCI *et al.*, 1999).

Entretanto na velocidade de 180°/s observou-se melhora do desempenho muscular como mostrado no gráfico 5.5, o que demonstra que o ganho no desempenho provocado pelo treinamento no ciclo ergômetro proporcionou melhora do trabalho muscular desempenhado pelas voluntárias.

O grupo avaliado apresentou redução dos níveis de interleucina 6, porém não foi significativa no pré-teste a média da IL-6 era 1,91 pg/mg e no pós treinamento o valor passou a 1,56 pg/mg, valores que, da mesma forma do mensurado pelo isocinético apresenta melhora clínica, visto que o desfecho natural é o aumento dos níveis inflamatórios (IL-6) dos indivíduos idosos.

Nos valores do “*Timed Up and Go – TUG*” houve uma melhora entre os valores de pré-teste correspondente a média de 11,7 s contra 11,2 s no pós teste registrados por meio de fotocélula. Desta forma, compreende-se que as voluntárias reverteram também o processo de perda de mobilidade inerente ao envelhecimento, acentuado pelo estilo de vida sedentária que possuem.

Os valores TUG foram registrados, também, por meio de um cronômetro manual com valores de pré-teste correspondente a média de 12,1 s contra 11,6 s no pós-teste. Não há registros na literatura relacionando o teste TUG com os níveis de interleucina 6, entretanto, THORBJORN, 1994, COHEN *et al.*, 1997, PENNINX *et al.*, 2004, CESARI *et al.*, 2004; LHSU *et al.*, 2009, BRINKL *et al.*, 2009, apontam redução dos níveis séricos de IL-6 e apresentam correlações negativas com força de preensão palmar e positiva com tarefas funcionais como levantar da cadeira, caminhada de 4 m que corrobora com o presente estudo, sendo o mecanismo de levantar da cadeira parte da realização do teste (TUG).

Oliveira *et al.*(2008) mostram em seu estudo uma correlação negativa entre os níveis de IL-6 e força muscular de flexores e extensores de joelho de idosas da comunidade mas notou que não houve correlação entre as tarefas funcionais- levantar da cadeira e velocidade de marcha, corroborando os resultados do presente estudo e sugerindo que os níveis de Il-6 estão associados a redução da força muscular.

A Tabela 10 apresenta modelo de regressão linear entre os índices de força muscular e níveis de interleucina-6 no plasma com 180°/seg. Além disso, apresentam significância estatística $p < 0.005$ para as medidas de relação de agonista e antagonista bilateralmente. Este resultado demonstrou haver melhora da relação agonista e antagonista, gerado pelo treinamento em um ciclo ergômetro de resistência mínima.

A melhora da relação agonista/antagonista pode ser o fator promovedor da redução do tempo de execução do teste funcional TUG onde normalmente se espera um aumento do tempo em razão do processo de envelhecimento e perda de massa muscular que se instala nos idosos.

Algumas limitações deste estudo podem ser enumeradas, visto que a tecnologia utilizada é inovadora e ainda não apresenta outros estudos para comparação:

- Foi utilizada uma amostra heterogênea de voluntárias com relação a realização de exercícios físicos na vida jovem e adulta.

- A ausência de grupos de voluntárias sem doenças crônicas pré-existentes como grupo controle para os efeitos da utilização da nova tecnologia – ciclo ergômetro de resistência mínima e seus efeitos em disfunções pré-diagnósticas.

- A utilização de medidas apenas de Interleucina-6 visto que existe um complexo de citocinas (IL-1; IL10) e TNF-alfa que elucidam o comportamento do processo inflamatório e incapacidade que os idosos podem apresentar.

Novos estudos devem ser realizados, considerando maior período de intervenção, e também, emprego de amostras com maior número de voluntárias para que outros possíveis resultados possam ser evidenciados.

6. Conclusão

O sistema de controle de frequência desenvolvido no Laboratório de Bioengenharia da UFMG e aplicado no cicloergômetro de resistência mínima mostrou-se eficiente para um programa de treinamento realizado com as idosas da comunidade de Belo Horizonte.

As voluntárias deste estudo apresentam boa e rápida adaptação à utilização do ciclo ergômetro de mínima resistência. O equipamento de controle de frequência de pedalada instalado no ciclo ergômetro de resistência mínima foi eficiente em manter, por meio de *feedback* visual, a informação sobre a frequência a ser desenvolvida durante o treinamento, garantindo conforto e bom desempenho das participantes.

A metodologia desenvolvida para avaliar o efeito do ciclo ergômetro se mostrou eficiente, devendo ser aprimorada por meio de utilização de mensuração de outros marcadores biológicos que estão associados ao processo de envelhecimento.

Os efeitos do treinamento se mostraram positivos, alguns parâmetros mensurados se apresentaram com valores melhorados, alguns com relevância estatística, porém todos com relevância clínica considerando a mudança do perfil de desempenho muscular e níveis plasmáticos de IL-6 que diminuem e aumentam, respectivamente, ao logo do processo de envelhecimento.

A utilização de foto células como método de maior precisão em comparação à medição feita pelo cronômetro convencional, usado no dia-a-dia da clínica, confirmou a capacidade em avaliar o desempenho funcional do uso pelo método tradicional utilizado (cronômetro) visto que as medidas ao serem comparadas não apresentaram diferenças significativas.

Índices de interleucina-6 também apresentaram melhora visto que os valores de desta citocina sofrem alterações de diversos comportamentos que o idoso pode apresentar como até mesmo aspectos nutricionais que não foram controlados neste estudo.

As voluntárias idosas estão no processo de envelhecimento que provocam alterações em todos seus sistemas orgânicos fazendo que seu desempenho reduza ao logo da vida, o grupo acompanhado neste estudo obteve melhora nos valores dos seus exames pós-treinamento quando comparados ao pré-treinamento.

ABSTRACT

Between 1980 and 2000, Brazilian population in the age of 60 or more grew 7.3 millions, totalizing more than 14.5 millions. In 2025, there will be a total of approximately 1.2 billion people in the age of 60 or over, being approximately 15% of the world-wide population. Due with the growth of the elderly population we see the necessity to promote the improvement of the quality of their lives allowing the old ones to grow old with health. Therefore, a minimal resistance ergometer was developed together with a system of control of frequency of turns of the pedals, with the objective of minimize the functional decline due by the physiological aging, which happens to the healthy old women, causing the reduction of the quality of life, allowing longevity with more autonomy and independence. Thirty one healthy female were selected; the average age was 73.6 SD, residents in the metropolitan region of Belo Horizonte, for the realization of a program of training using an ergometer with minimal resistance three times per week, during the period of one hour per session. The volunteers were evaluated in three different stages: pre-training, rest and post-training. The volunteers also performed the Timed Up and Go test (TUG) in order to assess the mobility and functional capacity; performed velocity test for the flexion-extension of the knee in three different angular velocity (60°/s; 120°/s and 180°/s) and were also submitted to a blood sampling for the dosage of the concentration of the plasmatic interleukin-6 levels. The answer to the training, to which the women were submitted, was analyzed and then verified the reduction on the average level of the interleukin-6 level (IL-6) in the plasma pre 1.91 pg/ml to 1.56 pg/ml in the post-test. In the correlation between rates of muscle strength and levels of interleukin-6 in the plasma there was statistical signification with ($p < 0.00$) between agonist/antagonist and relation torque / physical weight in the dynamometer to 180°/s.

Key words: elderly, cycle ergometer, functional evaluation, bioengineering and interleukin-6.

7– Referências bibliográficas

1. ALEXANDERSON H, DASTMALCHI M, ESBJÖRNSSON-LILJEDAHL M, OPAVA CH, LUNDBERG IE. Benefits of intensive resistance training in patients with chronic polymyositi or dermatomyositis. *Arthritis Rheum.* 57:768-77, 2007.
2. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*;v.30, p.992–1008,1998.
3. AMERICAN COLLEGE OS SPORTS MEDICINE (ACSM), *Guidelines of Exercise Testing and Exercise Prescription.* 4a ed. Philadelphia: Lea and Febiger.1991
4. and mechanical optima affect freely chosen HO, G.Y.F.; XUE, X.; BURK, R.D.; KAPLAN, R.C.; CORNELL, E.; CUSHMAN, M. Variability of serum levels of tumor necrosis factor-alpha, interleukin 6, and soluble interleukin 6receptor over 2 years in young women. *Cytokine* v.;30:1–6, 2005.
5. ANDERSON, C.S.; LATHAM, N.K.; BENNETT, D.A.; STRETTON, C.M.; Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* v.59: 48–61, 2004.
6. ANDERSON, D.; MADIGAN, M.; NUSSBAUM,M.Maximum voluntary joint torque as a function of joint angle and angular velocity: Model development and application to the lower limb *Journal of Biomechanics*, V. 40, Issue 14, p.3105-3113, 2007.
7. ANDERSON, L.; SCHNOR, P.; SCHROLL, M. e HEIN, H. All-cause mortality associated with physical activity during leisure time, work, sports, and cycling to work. *Arch. Intern. Med.*, v. 160, p. 1621–1628, 2000.
8. AQUINO, M. A.; LEME, L. E. G.; AMATUZZI, M. M.; GREVE, J. M. D.; TERRERI, A. S. A. P.; ANDRUSAITIS, F. R.; NARDELLI, J. C.; Isokinetic assessment of knee flexor/extensor muscular strength in elderly women. *Rev.Hosp Clín Fac Med S Paulo.* v.57(4):p.131-134, 2002.
9. BARBIERI, M.; FERRUCCI, L.; RAGNO, E.; CORSI, A.; BANDINELLI, S.; BONAFE, M.; OLIVIERI, F.; GIOVAGNETTI, S.; FRANCESCHI, C.; GURALNIK, J.M.; PAOLISSO, G.; Chronic inflammation and the effect of IGF-I on muscle strength and power in older persons. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* v. 284, p.E481– E487, 2003.

10. BAUM, B.S.; LI, L. Lower extremity muscle activities during cycling are influenced by load and frequency. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, v. 13, p. 181-90, 2003.
11. BAUMGARTNER, R.N.; KOEHLER, K.M., GALLAGHER, D.; ROMERO, L.; HEYMSFIELD, S.B.; ROSS, R.R.; GARRY, P.J.; LINDEMAN, R.D. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol* v.147: p.755–763, 1998.
12. BAUTMANS, I. ; NJEMINI, R. ; VASSEUR, S. Biochemical changes in response to intensive resistance exercise training in the elderly. *Gerontology*. v.51 (4), p. 253-65, 2005.
13. BEAN, J.F.; KIELY, D.K.; HERMAN, S. The relationship between leg power and physical performance in mobility-limited older people. *JAGS*, v.50, p. 461-467, 2002.
14. BEMBEN, M.G.; MASSEY, B.H.; BEMBEN, D.; MISNER, J.E.; BOILEAU, R.A. Isometric intermittent endurance of four muscle groups in men aged 20-74 yr. *Med Sci Sports Exerc.*,v.28(1):p.145-54,1996.
15. BONSDORFF, M.B.V.; LEINONEN, R.; KUJALA, U.M.; HEIKKINEN, E; TÖRMÄKANGAS, T.; HIRVENSALO, M.; RASINAHO, M.; KARHULA, S.; BSOCIOL; MÄNTY, M.; RANTANEN, T.. Effect of Physical Activity Counseling on Disability in Older People: A 2-year Randomized Controlled Trial
16. BORTZ, W. A conceptual framework of frailty: a review. *J. Gerontol. Biol. Sc. Med. Sc.*, v.57A, p.M283-M288, 2002.
17. BRAGA, A.; BARBOSA, D.; BENARRÓS, F.; BRAGA, S. Respostas fisiológicas e metabólicas durante uma aula de ciclismo indoor. *Rev Bras Ativ Fís Desempenho Hum* v.1, p. 12-19; 2005;
18. BUCHNER, D.M. Physical activity and quality of life in older adults. *JAMA*;v.277:p. 64–66, 1997.
19. BULAT T, HART-HUGHES, S.; AHMED, S.; QUIGLEY, P.; PALACIOS, P. Effect of a group-based exercise program on balance in elderly. *Clin Interv Aging*. v 2: 655–660, 2007.
20. CAPUTO, F.; STELLA, S.G.; MELLO, M.T. e DENADAI, B.S., Índices de potência e capacidade aeróbia obtidos em cicloergômetro e esteira rolante: comparações entre corredores, ciclistas, triatletas e sedentários *Rev Bras Med Esporte* Vol. 9, Nº 4 – Jul/Ago, p.223-230, 2003.
21. CARMELI, E., COLEMAN, R., REZNICK, A.Z. “The biochemistry of aging muscle” **Exp Gerontology** v37: p.477-89, 2002.

22. CARVALHO-ALVES, P.C. e MEDEIROS, S. *Mecanismos moleculares envolvidos na sarcopenia e o papel da atividade física*. In: CAMERON, L. C. e MACHADO, M. Tópicos avançados em bioquímica do exercício. *Shape: Rio de Janeiro*, 2004.
23. CAVA F, GONZALEZ C, PASCUAL MJ, NAVAJO JA, GONZALEZ-BUITRAGO JM. Biological variation of interleukin-6 (IL-6) and soluble interleukin 2 receptor (sILR2) in serum of healthy individuals. *Cytokine* v.12:1423–5, 2000.
24. CAVAILLON, J.-M. *et al.* In "Encyclopedia of Molecular Cell Biology and Molecular Medicine, *Molecular mediators: Cytokines*, 2ª Edição, Vol.8, p. 431-460, 2005.
25. CHAIMOWICZ, F. A saúde dos idosos brasileiros às vésperas do século XXI: problemas, projeções e alternativas. *Rev. Saúde Pública*, v.31, n.2, p. 184-200, 1997.
26. CHIBA, H.; EBIHARA, S.; TOMITA, N.; SCHULTZ, A.B.; BUTLER, J.P. Differential gait kinematics between fallers and non-fallers in community-dwelling elderly people. *Geriatrics and Gerontology International*, v. 5, p. 127-134, 2005.
27. COHEN, H.J.; PIEPER, C.F.; HARRIS, T.;RAO, K.M.; CURRIE, M.S.; . The association of plasma IL-6 levels with functional disability in community-dwelling elderly . *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* . ; v. 52 : p. M201 – M208, 1997.
28. DANIELS R, VAN ROSSUM E, DE WITTE L, KEMPEN GI, VAN DEN HEUVEL W. Interventions to prevent disability in frail community-dwelling elderly: a systematic review. *BMC Health Serv Res*. v. 30; p.268-278, 2008.
29. Dias, J. M. D; Arantes, P. M. M; Alencar, M. A; Faria, J. C; Machala, C. C; Camargos, F. F. O; Dias, R. C; Zaza, D. C. Relacao isquiotibiais/quadriceps em mulheres idosas utilizando o dinamometro isocinetico. *Rev. bras. fisioter*;8(2):111-115, maio-ago. 2004.
30. DINARELLO, C.A.; Role of pro and anti-inflammatory cytokines during inflammation: experimental and clinical findings. *J Biol Regul Homeost Agents*.; v. 11:91-103, 1997.
31. DOHERTY, T.J. Invited review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol*, v. 95, n.4, p. 1717-1727, 2003.
32. ERSHLER, W.B., KELLER, E.T., Age-associated increased interleukin-6 gene expression, late-life diseases, and frailty. *Annu. Rev. Med.*:v.51, 245–270, 2000.
33. EVANS WJ: Effects of exercise on senescent muscle. *Clin Orthop* p.211-20, 2002.
34. EVANS WJ: Exercise, nutrition, and aging. *Clin Geriatr Med* v.11: p.725-34, 1995.

35. FARIAS, N., e BUCHALLA, C. M. A classificação internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde da organização mundial da saúde: conceitos, usos e perspectivas. *Rev. bras. epidemiol.*, vol.8, no.2, p.187-193,2005.
36. FERRARI, M.A.C. O envelhecer no Brasil. *O Mundo da Saúde.*, v. 23, n. 4, p. 197-203, 1999.
37. FERRUCCI, L. *et al.* serum IL-6 level and the development of disability in older persons. *JAGS*, v.47, p. 639-646, 1999.
38. FERRUCCI, L., PENNINX, B.W.J.H.; VOLPATO, S.; HARRIS, T.B.; BANDEEN-ROCHE, K.; BALFOUR, J.; LEVEILLE, S.G.; FRIED, L.P.; MD, J.M Change in muscle strength explains accelerated decline of physical function in older women with high interleukin-6 serum levels, *J. Am. Geriatr. Soc.* v.50, p. 1947–1954, 2002.
39. FERRUCCI, L.; HARRIS, T.B.; GURALNIK, J.M.; TRACY, R.P.; CORTI, M.C.; COHEN, H.J.; PENNINX, B.; PAHOR, M.; WALLACE, R.; e HAVLIK, R.J. Serum IL-6 level and development of disability in older persons. *J. Am. Geriatr. Soc.* v.47, p. 639–646,1999.
40. FORREST, K.Y.; BUNKER, C.H.; KRISKA, A.M.; UKOLI, F.A.; HUSTON S.L.; MARKOVIC, N. Physical activity and cardiovascular risk factors in a developing population. *Med. Sci. Sports Exerc.* v.33, p. 1598–1604, 2001.
41. FRANCESCHI, C.; CAPRI,M.; MONTI,D.; GIUNTA,S.; OLIVIERI,F., SEVINI, F., et al. - Inflammaging and anti-inflammaging: A systemic perspective on aging and longevity emerged from studies in humans *Mechanisms of Ageing and Development.* v.128, , p. 92-105, 2007.
42. FRANCESCHI,C e BONAFE,M` Centenarians as a model for healthy aging biochemical society transactions *Human Aging: From the Bench to the Clinic* V. 31, part 2; p. 457-461, 2003.
43. FRIED, L.; TANGEN, C.; WALSTON, J.; NEWMAN, A. HIRSCH, C.; GOTTDIENER, J.; SEEMAN, T.; TRACY, R.; KOP, W.; BURKE, G.; MCBURNIE, M.; cardiovascular health study collaborative research group. Frailty in older adults: Evidence for a phenotype. *J. Gerontol. Biol. Sc. Med. Sc.*, v.56A, n.3, p.M146-M156, 2001.
44. FRISOLI, J.A., CHAVES, P.H.; PINHEIRO, M.M.; SZEJNFELD, V.L.: The effect of nandrolone decanoate on bone mineral density, muscle mass and hemoglobin levels in elderly women with osteoporosis: a double-blind, placebo controlled study. *J Gerontol* 60: 648-53, 2005.
45. FRONTERA, W.R.; SUH, D.; KRIVICKAS, L.S.; HUGHES, V.A.; GOLDSTEIN, R.; ROUBENOFF, R. Skeletal muscle fiber quality in older men and women. *Am J Physiol Cell Physiol*, v. 279, n.3, p. C611-C618, Sept. 2000.

46. GOING, S.; WILLIAMS, D.; LOHMAN, T. Aging and body composition: biological changes and methodological issues. *Exerc Sport Sci Rev*; v.23: 411- 49, 1995.
47. GUIMARAES, J.I. Normatização de Técnicas e Equipamentos para Realização de Exames em Ergometria. *Ergoespirometria Arq Bras Cardiol* ; v.80: 458-64, 2003.
48. HANSEN EA, ANDERSEN JL, NIELSEN JS,SJOGAARD G. Muscle fiber type, efficiency, and mechanical optima affect freely chosen pedal rate during cycling. *Acta Physiol. Scand.* 2002;v.176: p.185-94, 2002.
49. HU, F.B.; STAMPFER, M.J. e SOLOMON, C. *ET AL.*, Physical activity and risk for cardiovascular events in diabetic women, *Ann. Intern. Med.* v.134 , p. 96–105, 2001.
50. HURLEY, B.F.; SEALS, D.R.; EHSANI, A.A.;, *ET AL.* Effects of high-intensity strength training on cardiovascular function. *Med Sci Sports Exerc*; v.16: 483-488, 1984.
51. HUY,C.; S. BECKER, U.; GOMOLINSKY, T.; KLEIN e THIEL, A. Health, medical risk factors, and bicycle use in everyday life in the over-50 population, *J. Aging. Phys. Act.* V.16 (4), p. 454–464, 2008.
52. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
53. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. (IPEA).
54. JANSSEN, I.; HEYMSFIELD, S.B.; ROS, R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc.* v;50(5):889-96,2002.
55. JANSSEN, I.; SHEPARD, D. S.; Katzmarzyk, P.T.; e Roubenoff, R. The healthcare costs of sarcopenia in the United States. *J Am Geriatr Soc*, v. 52, p. 80-85, Jan. 2004.
56. KOVAR, P.A.; ALLEGRANTE, J.P.; MACKENZIE, R.; PETERSEN, M.G.E.; GUTIN, B.; CHARLSON, M.E. Supervised fitness walking in patients with osteoarthritis of the knee. *Ann Int Med* v.116: p. 529–534, 1992.
57. KRABBE, K. S.; PEDERSEN, M.; BRUUNSGAARD, H. Mini-Review. Inflammatory mediators in the elderly. *Experimental Gerontology.* Copenhagen. v. 39, p. 687-699, 2004.
58. KURODA Y, ISRAELL S. Sport and physical activities in older people. In: Dirix A, *et al.* (eds). *the olympic book of sports medicine. 1st ed. oxford:* blackwell scientific publications; p. 331-355, 1988.
59. LAMONTE, M.J.; BLAIR, S.N.; CHURCH, T.S. Physical activity and diabetes prevention. *Journal of Applied Physiology.*; v. 99(3):1205–1213, 2005.

60. LEE, I.M.; PAFFENBARGER, R.S.,JR., HENNEKENS, C.H. Physical activity, physical fitness and longevity. *Aging.*; v. 9(1-2):2–11, 1997.
61. LEITE, P.F. Fisiologia do Exercício Ergometria e Condicionamento Físico; *Cardiologia Desportiva*. São Paulo: Robe; 2000.
62. LIMA, R.; SAPUCAHY, L., MELLO, D., ALBERGARIA, M., FERNANDES FILHO, J. Custo metabólico de uma aula de spinning em academias na zona oeste do RJ em mulheres de 20 a 35 anos. *Rev min educ fis*;v.11(2)108-113, 2003.
63. LIMA-COSTA, M.F.; BARRETO, S.M.; GIATTI, L. Condições de saúde, capacidade funcional, uso de serviços de saúde e gastos com medicamentos da população idosa brasileira: um estudo descritivo baseado na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. *Cad Saúde Pública*, v. 19, n.3, p. 1-11, 2003.
64. LUCIA, A.; JOYOS, H.; Kinetics of VO₂ in professional cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison, 34 (2): 320-325, 2002.
65. LUNDBERG IE, ALEXANDERSON H. TECHNOLOGY INSIGHT: Tools for research, diagnosis and clinical assessment of treatment in idiopathic inflammatory myopathies. *Nature Clin Pract Rheumatol*, 3:282-90, 2007 (Review).
66. MACALUSO, A.; De VITO, G.. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *European Journal Applied Physiology*, v.91, p.450–472,2004
67. MATHIAS, S., NAYAK, U.S., ISAACS, B. Balance in elderly patients: the "get-up and go" test. *Arch Phys Med Rehabil.*;v.67(6):p.387-9, 1986.
68. MATIELLO-SVERZUT, A.C. Histopatologia do músculo esquelético no processo de envelhecimento e fundamentação para a prática terapêutica de exercícios físicos e prevenção da sarcopenia. *Rev. Fisioter. Univ. São Paulo*. 2003; 10: 24-33.
69. MATSUDO, S. M.; MATSUDO, V. Prescrição e benefícios da atividade física na terceira idade. *Revista Horizonte*, São Paulo, n. 54, p. 221-228, 1993.
70. MATSUDO, S.M. Envelhecimento, atividade Física e saúde. *R. Min. Educ. Fís.* v.10, n. 1, p. 193-207, 2002.
71. MATSUDO, S.M., MATSUDO, V.K.R. E BARROS NETO, T.L. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. *Rev. Bras. Ciên. e Mov.* 8 (4): p.21-32, 2000.

72. MATTHEWS, C. A.; JURJ e SHU, X *ET AL.*, Influence of exercise, walking, cycling, and overall nonexercise physical activity on mortality in Chinese women, *Am. J. Epidemiol.* V.165 (12) p. 1343–1350, 2007.
73. McARDLE, W. D., KATCH, F. I.; KATCH, V. L. *Fisiologia do exercício: energia nutrição e desempenho humano*. Guanabara, Rio de Janeiro, 1986.
74. MCAULEY, J.W.; LONG, L.; HEISE, J. A prospective evaluation of the effects of a 12-week outpatient exercise program on clinical and behavioral outcomes in patients with epilepsy, *Epilepsy Behav.* v.2, p. 592–600,2001.
75. MEIRELES, M. E. A. *Atividade Física na 3ª Idade: uma abordagem sistêmica*. 2ª edição. Editora Sprint. Rio de Janeiro, 1999
76. MOLDOVEANU, A.; SHEPHARD, R.J and SHEK, P.N. The cytokine response to physical activity and training. *Sports Med* v.31, n.2, p.115-144, 2001.
77. MOREIRA, C. A. *Atividade física na maturidade*. Shape: Rio de Janeiro, 2001.
78. MORLEY, J.E., BAUMGARTNER, R.N., ROUBENOFF, R., et al “Sarcopenia” *J Lab Clin Med.*; v137: p. 231-43, 2001
79. MORLEY, J.E., PERRY III, H.M., MILLER, D.K. “Something about frailty” (editorial) *J Gerontol Med Sci*; v.57A(11): 698-704, 2002.
80. MÜHLBERG, W AND. SIEBER,C Sarcopenia and frailty in geriatric patients: Implications for training and prevention. *Z Gerontol Geriat* v.37:p.2–8, 2004.
81. NARICI, M. V.; MAGANARIS, C. N. Adaptability of elderly human muscles and tendons to increased loading. *Experimental physiology*, Manchester, v. 91, n. 3, p. 483-498, Feb. 2006.
82. NAVARRO, A.; LOPES-CEPERO, J.M.; SANCHES, DEL.; PINO, M.J. Skeletal muscle aging *Front biosci* v.6: p.26-44,2001.
83. NELSON, M.E.; FIATARONE, M.A.; MORGANTI, C.M.; TRICE, I.; GREENBERG, R.A.; *ET AL.* Effects of high-intensity strength training on multiple risk factors for osteoporotic fractures. A randomized controlled trial. *JAMA* v.272: p.1909–1914,1994.
84. OKUMA, SILENE SUMIRE. *O idoso e a Atividade Física*. Campinas: *Papirus*. 1998
85. OLIVEIRA, D.M.; NARCISO, F.M.; SANTOS, M.L.; PEREIRA, D.S.; COELHO, F.M.; DIAS, J.M.D.; PEREIRA, L.M.S. Muscle strength but not functional capacity is associated with plasma interleukin-6 levels of community-dwelling elderly women. *Braz J Med Biol Res.* Dec;v. 41(12):1148-53, 2008.

86. PAPALEO NETO, M. *Tratado de Geriatria e Gerontologia* 2ed. rev São Paulo Ed. Atheneu, 2007.
87. PAPALÉO NETTO, M.. *Gerontologia. A velhice e o envelhecimento em visão globalizada ed.* São Paulo: Atheneu, 2005.
88. PEDERSEN, B.K e FEBBRAIO, M.A. Muscle as an Endocrine Organ: Focus on Muscle-Derived Interleukin-6. *Physiol Rev* v.88: p.1379–1406, 2008.
89. PEDERSEN, B.K, AKERSTROM, T.C, NIELSEN, A.R.; FISCHER, C.P. Role of myokines in exercise and metabolism. *J Appl Physiol*; v.103, p. 1093–1098, 2007.
90. PEDERSEN, B.K.; SALTIN, B. Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*.;16(supplement 1):3–63, 2006.
91. PENNINX, B.W.; ABBAS, H.; AMBROSIUS, W. ET AL . Inflammatory markers and physical function among older adults with knee osteoarthritis . *J Rheumatol*; ; v.31, p. 2027 –2031, 2004 .
92. PERES, N.B.; NARDI, J.A.B.; CHIES –Imunossenescência- O envelhecimento das Células T no *Envelhecimento Biociências*, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 187-194, dez. 2003
93. PERRACINI,M.R. e RAMOS,L.R. 200 Fatores associados a quedas em uma coorte de idosos residentes na comunidade *Rev. Saúde Pública* vol.36 no.6 São Paulo Dec. 2002
94. PERRIN, D.H. *Isokinetic exercise and assesment.* United States of America. Ed. Human Kinetics Publishers, 1993.
95. PETERSEN, A.M.W.; PEDERSEN, B.K. *Journal of Physiology and Pharmacology*,v.57, *Suppl* 10, p.43.51,2006
96. PETRELLA, J. K.; KIM, J.; TUGGLE, S. C.; HALL, S. R.; BAMMAN, M. M.; Age differences in knee extension power, contractile velocity, and fatigability. *Journal of Applied Physiology*, v. 98: p. 211-220, 2005.
97. PINHO, L., DIAS, R. C., SOUZA, T. R., FREIRE, M. T. F., TAVARES, C. F. E DIAS, J. M. D. Avaliação isocinética da função muscular do quadril e do tornozelo em idosos que sobre quedas. *Rev. bras. fisioter.* Vol. 9, No. 1; p.93-99, 2005.
98. PODSIADLO, D.; RICHARDSON, S. The Timed "Up & Go": A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *J Am Geriatr Soc*, n.39, p.142-148, 1991.
99. POLIDORI, M.C.; MEDOCCI, P.; CHERUBINI, A.; SENIN, U. Physical activity and oxidative stress during aging. *International Journal in Sports Medicine* v. 21: p. 154-157, 2000.

- 100.RAMOS, L.R. A explosão demográfica da terceira idade no Brasil: uma questão de saúde pública. *Gerontologia*, v. 1, n.1, p. 3-8, 1993.
- 101.REEVES, N. D.; MAGANARIS, C. N.; NARICI, M. V. Effect of strength training on human patella tendon mechanical properties of older individuals. *Journal of Physiology, Manchester*, v. 548, n. 3, p. 971-981, Mar. 2003.
- 102.REEVES, N. D.; NARICI, M. V.; MAGANARIS, C. N. Myotendinous plasticity to ageing and resistance exercise in humans. *Experimental Physiology, Manchester*, v. 91, n. 3, p. 483-498, Feb. 2006.
- 103.REUBEN, D.B.; JUDD-HAMILTON, L.; HARRIS, T.B.; SEEMAN, T.E. The associations between physical activity and inflammatory markers in high-functioning persons: MacArthur studies of successful aging. *JAGS*, v. 51,p. 1125-1130, 2003.
- 104.REXRODE, KM.; BURING, J.E.; MANSON, J.E. Abdominal and total adiposity and risk of coronary heart disease in men. *Int J Obes Relat Metab Disord*; v.25(7): p. 1047-56, 2001.
- 105.ROSENBERG, I.H.; ROUBENOFF, R. Stalking Sarcopenia *Annals of Internal Medicine* 1 V.123, p. 727-728, November 1995.
- 106.ROUBENOFF, R.; PARISE, H.; PAYETTE, H.A. *et al.* Citokines, insulin-like growth factor 1, sarcopenia and mortality in very old community-dwelling men and women: the Framingham heart study. *Am J Med*, v. 115, n.15, p.429-435, 2003.
- 107.ROUBENOFF, R; CASTANEDA,C Sarcopenia—Understanding the Dynamics of Aging Muscle *JAMA*, v.12, p. 286, No. 10, 2001.
- 108.SAUNDERS MJ, EVANS EM, ARNGRIMSSON SA, ALLISON JD, WARREN GL, CURETON KJ. Muscle activation and the slow component rise in oxygen uptake during cycling. *Med Sci Sports Exerc.*;32(12):p.2040-5, 2000
- 109.SAVELBERG, H.H.C.M.; VAN DE PORT, I.G.L.; WILLEMS, P.J.B. Body configuration in cycling affects muscle recruitment and movement pattern, *J Appl Biomech* v.19, p. 4–13,2003.
- 110.SAYERS, S.P.; BEAN, J; CUOCO, A. *et al.* Changes in function and disability after resistance training: does velocity matter?- a pilot study. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.*, v. 82, n. 8. p. 605-613, 2003.
- 111.SILVA, R.A.S. e OLIVERIA, H.B. Prevenção de lesões no ciclismo indoor- uma proposta metodológica *Rev. Bras. Ciên. E Mov. Brasília* v. 10 n. 4 p. 07-18 outubro 2002.

- 112.SILVA, T. A. A.; J.A. F.; PINHEIRO, M. M.; SZEJNFELD, V.L. - Sarcopenia Associada ao Envelhecimento: Aspectos Etiológicos e Opções Terapêuticas *Rev Bras Reumatol*, v. 46, n.6, p. 391-397, nov/dez, 2006.
- 113.SPIRDUSO, W. W. Força e endurance muscular. In: SPIRDUSO, W. W. *Dimensões físicas do envelhecimento*. Barueri-SP: cap. 3, p. 136-147, Ed. Manole, 2005.
- 114.STEENSBERG, A., TOFT, A.D.,SCHJERLING, P., HALKJÆR-KRISTENSEN, J. H., AND PEDERSEN, B.K. Plasma interleukin-6 during strenuous exercise: role of epinephrine. *Am J Physiol Cell Physiol* 281 Vol. 281, Issue 3, C1001-C1004, September 2001
115. SUZUKI, T.; BEAN, J.F.; FIELDIN,G R.A. Muscle power of the ankle flexors predicts functional performance incommunity-dwelling older women. *Journal of the American Geriatrics Society*, New York, v.49, p.1161-7, 2001.
- 116.THOMPSON, P.D.; BUCHNER, D.; PINA, I.L. Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease: a statement from the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity), *Circulation* v.107 , p. 3109–3116, 2003.
- 117.THORBJORN, C. A.; RIKKE KROGH-MADSEN, A.; PETERSEN, A.M AND PEDERSEN. B.K. Glucose ingestion during endurance training in men attenuates expression of myokine receptor *Experimental Physiology – Research Paper Exp Physiol* v.11; p. 1124–1131, 1994.
- 118.THUNE, I.; FURBERG, A.S. Physical activity and cancer risk: dose-response and cancer, all sites and site-specific. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. V. 33 (supplement 6): p.S530–S550, 2003.
- 119.VILLALBA, C.B. Manual de ciclo indoor. Barcelona: Editorial Pai do Tribo; 2005.
- 120.VON BONSDORFF, M. B.; LEINONEN, R.; KUJALA, U. M.; HEIKKINEN, E.; TÖRMÄKANGAS, T.; HIRVENSALO, M.; RASINAHO, M.; KARHULA, S.; MÄNTY, M.; T. RANTANEN, T. Effect of Physical Activity Counseling on Disability in Older People: A 2-Year Randomized Controlled Trial *Journal of the American Geriatrics Society*:v. 56 : (12) : p.2188-2194 : 2008.
- 121.WILUND, K.R. Is the anti-inflammatory effect of regular exercise responsible for reduced cardiovascular disease? *Clinical Science*.;v.112(11-12): p. 543–555, 2007.

122. WORLD HEALTH ORGANIZATION. International classification of functioning, disability and health. Geneva: *World Health Organization*; 2001.

Universidade Federal de Minas Gerais
Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG - COEP

Parecer nº. ETIC 372/06

**Interessado: Prof. João Marcos Domingos Dias
Marcos Pinotti Barbosa
Depto. De Fisioterapia
EEFFTO-UFMG**

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP, aprovou, *ad referendum*, no dia 29 de novembro de 2006, depois de atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado “**Efeitos da utilização do ciclo ergômetro de resistência mínima na capacidade funcional de idosas da comunidade e a sua correlação com os índices plasmáticas de interleucina 6**” bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do referido projeto.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.


Profa. Dra. Maria Elena de Lima Perez Garcia
Presidente do COEP/UFMG

ANEXOS:

I - CARTA DE INFORMAÇÃO AOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

Título da pesquisa: EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DO CICLO ERGÔMETRO DE RESISTENCIA MÍNIMA NA CAPACIDADE FUNCIONAL DE IDOSAS DA COMUNIDADE E A SUA CORRELAÇÃO COM OS ÍNDICES PLASMÁTICOS DE INTERLEUCINA 6.

Pesquisadores: Prof. Dr. Marcos Pinotti Barbosa, Prof. Dr. João Marcos Domingues Dias, Profa. Dra. Leani Souza Máximo Pereira, e Breno Gontijo do Nascimento (doutorando),

Instituição: Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG e Escola de Engenharia da UFMG

JUSTIFICATIVA:

Esperamos com esse trabalho, caracterizar idosas de uma região brasileira quanto ao perfil de desempenho muscular, funcional e imunológico, correlacionando mediadores inflamatórios, no caso a interleucina-6 com as variáveis de força e potência muscular e desempenho funcional. A interleucina -6 é um mediador que tem sido correlacionado com incapacidade funcional, prevalência de doenças e fraqueza muscular. Esperamos contribuir desta forma, para a formação de conhecimento em Geriatria e Gerontologia no Brasil, contribuindo indiretamente para o desenvolvimento de novas políticas de saúde.

OBJETIVOS DO ESTUDO

Desenvolver e testar cientificamente o equipamento cicloergômetro Stimulon tecnologia baseada na eficiência energética para realização de movimentos utilizando consumo ótimo de energia no princípio $St=0.3$ que mantém a razão da frequência, velocidade média e amplitude (número de Strouhal).

Avaliar o desempenho funcional de idosas residentes na comunidade de Belo Horizonte e correlacioná-lo com as variáveis mensuradas de potência muscular e força muscular, determinando qual dentre estas variáveis seria mais preditiva (com diferença estatisticamente significativa) do desempenho funcional.

Verificar se existe diferença estatística nos níveis de um mediador inflamatório denominado interleucina – 6 (IL-6) dentro de uma amostra da população de idosas que vivem na comunidade com diferentes níveis de desempenhos funcional e muscular.

INFORMAÇÕES SOBRE A COLETA DO SANGUE E TESTES A SEREM REALIZADOS:

Fui informada que serei submetida ao teste de avaliação cognitiva – Mini-Exame do estado mental, antes assinar qualquer documento. Se o meu desempenho no teste for abaixo dos pontos de corte previstos por Bertolucci em 1994, serei excluída dos procedimentos do estudo. Serei submetida também a um teste de avaliação que detecta presença de sintomas de depressão e, caso meu desempenho segundo Yesavage (1983),

detecte presença de sinais desta doença não participarei dos demais procedimentos do estudo.

Responderei a um questionário com dados sócio-demográficos e estado de saúde. Neste questionário, responderei perguntas acerca do meu estado clínico atual, e, caso haja alguma doença aguda instável no momento da entrevista ou as medicações de que faço uso sejam as incluídas nos critérios de exclusão, também estou de acordo em não participar como sujeito desta pesquisa.

Fui informada (e recebi orientações acerca de cada teste especificamente) de que serei submetida à realização de alguns testes funcionais, tais como levantar de uma cadeira, realizar marcha Tandem (andar com um pé na frente do outro) e realizar marcha de 10 metros nas velocidades habituais e maior velocidade possível.

Serei ainda submetida a um teste para avaliação de meu desempenho muscular, o qual será realizado através do uso de um equipamento de dinamometria isocinética Biodex System 3 Pro, situado no laboratório de Desempenho Motor e Funcional Humano, do Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG. Recebi orientações básicas prévias de como este equipamento funciona.

Fui esclarecida de que existe possibilidade de eu referir fadiga durante os testes de força e potência no dinamômetro, mas que esta, caso ocorra, deverá ser de pequena magnitude. Posso ainda, ocasionalmente, apresentar um dolorimento nos músculos da região anterior e posterior das minhas coxas, poucas horas após a realização dos testes de força e potência muscular no aparelho isocinético, mas que, entretanto, tratar-se-á de um dolorimento leve e de resolução espontânea.

Fui informada que serei submetida a uma coleta de 5 ml de sangue periférico, que será retirado da veia mediana ulnar do braço direito por um profissional qualificado observando todas as normas de proteção e segurança com material cortante-perfurante (agulhas e seringas descartáveis, em ambiente estéril). Todo esse procedimento será realizado no Laboratório de Dor e Inflamação do Departamento de Fisioterapia da UFMG. O pesquisador responsável arcará com as despesas do transporte para esse local, quando necessário, bem como de um lanche após a coleta do sangue.

Foi esclarecido a mim que a coleta do volume de sangue (5ml); não acarretará nenhum risco para a minha saúde. O dolorimento no local onde é retirado o sangue em alguns casos pode ocorrer, mas desaparece rapidamente. Fui informada que poderei fazer perguntas ou solicitar informações atualizadas sobre o estudo em qualquer momento do mesmo. Caso não deseje participar do estudo terei a liberdade de me retirar em qualquer momento do mesmo sem prejuízo da minha participação em outras atividades da Instituição. Se houver algum prejuízo para a minha saúde, comprovadamente causados pelos procedimentos descritos acima, terei a meu dispor tratamento médico e indenização financeira por parte da Instituição.

Caso venha a desenvolver alguma reação adversa relacionados ao estudo ou tenha dúvidas sobre o referido estudo, por favor ligue para Breno Gontijo do Nascimento nos telefones 9975-7483 / 34828191 ou para o Prof. Dr. João Marcos Dias, nos telefones 3499-4783 ou 3499-4778 ou para a Profa. Dra Leani Souza Máximo Pereira, nos telefones; 34994783.

Em caso de perguntas com relação a seus direitos como participante do estudo o Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG também poderá ser contatado pelo telefone 3499-4592.

Recebi as informações acima e as compreendo completamente. Estou participando dessa pesquisa e fui informada que os resultados individuais da mesma são confidenciais e não serão divulgados. Concordo com a divulgação dos resultados finais, caracterizando o grupo de indivíduos, após o devido tratamento estatístico.

_____/_____/_____
Data

Assinatura do participante

Anexo II: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu _____,
conforme assinatura abaixo, concordo em participar, de livre e espontânea vontade, da pesquisa intitulada: **EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DO CICLO ERGÔMETRO NA CAPACIDADE FUNCIONAL DE IDOSAS DA COMUNIDADE E A SUA CORRELAÇÃO COM OS ÍNDICES PLASMÁTICOS DE INTERLEUCINA 6.**

Tenho conhecimento dos objetivos e da metodologia a ser empregada e de todos os procedimentos, através da carta aos participantes do estudo, em anexo.

Quando julgar necessário e sem qualquer prejuízo para minha parte, poderei cancelar o presente termo de consentimento.

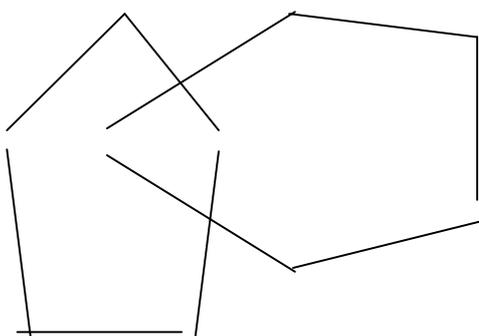
_____/_____/_____
Data

Assinatura do participante

Assinatura do responsável

ANEXO III**MINI-MENTAL - Mini-exame do Estado Mental (Bertolucci *et al.*, 1994.)**

ORIENTAÇÃO	PONTOS
Dia da semana	1
Dia do mês	1
Mês	1
Ano	1
Hora aproximada	1
Local específico (apartamento ou setor)	1
Instituição (hospital, residência, clínica)	1
Bairro ou rua próxima	1
Cidade	1
Estado	1
MEMÓRIA IMEDIATA	
Vaso, carro, tijolo	3
ATENÇÃO E CÁLCULO	
100-7 sucessivos	5
EVOCAÇÃO	
Recordar as três palavras	3
LINGUAGEM	
Nomear um relógio e uma caneta	2
Repetir: "Nem aqui. Nem ali, nem lá"	1
Comando: "Pegue este papel com sua mão direita, dobre-o ao meio e coloque-o no chão"	3
Ler e obedecer: "Feche os olhos"	1
Escrever uma frase	1
Copiar um desenho	1
ESCORE	30
SOLETRAR	
Solettar a palavra "mundo" de trás para frente	5
Escore 30	30
FECHE OS OLHOS	



ANEXO IV**GDS-Escala de Depressão Geriátrica**

?	O Sr.(a), de um modo geral, está satisfeito(a) com a sua vida	S	N
		im	ão
	O Sr.(a) tem a sensação de que a sua vida anda meio vazia ?	S	N
		im	ão
?	O Sr.(a) tem medo de que alguma coisa ruim vai te acontecer	S	N
		im	ão
	Na maior parte do tempo o Sr./Sra se sente feliz ?	S	N
		im	ão

	Nos últimos tempos o Sr.(a) deixou de fazer muitas atividades, ou coisas que tinha interesse de fazer?	S	N
		im	ão
	O Sr.(a) se sente impotente diante das coisas, incapaz diante das coisas?	S	N
		im	ão
	O Sr.(a) acha que tem mais problemas de memória que a que a maioria das pessoas?	S	N
		im	ão
	O Sr.(a) se sente cheio(a) de energia?	S	N
		im	ão
	O Sr.(a) anda sem esperança em relação às coisas da sua vida?	S	N
		im	ão
	O Sr.(a) acha a que maioria das pessoas estão melhor que você?	S	N
		im	ão

	Acontece com frequência de o Sr.(a) sentir que as coisas estão chatas, sem graça?	Si	N
		m	ão
	Na maior parte do tempo o Sr.(a) anda de bom humor ?	Si	N
		m	ão
	Nos últimos tempos o Sr.(a) tem preferido ficar mais em casa do que antes? Deixou de sair e fazer coisas novas fora de casa?	Si	N
		m	ão
	O Sr.(a) acha que estar vivo agora é maravilhoso?	Si	N
		m	ão
	O Sr.(a) se sente inútil, sem valor?	Si	N
		m	ão

Conte quantas respostas, DENTRE TODAS AS 15 PERGUNTAS, foram nas letras destacadas

ANEXO V**QUESTIONÁRIO DO PARTICIPANTE**

DATA: _____

Nome: _____ Numero: _____

Idade: _____ Sexo: () M () F

Cor: () branca () negro () parda () amarela () índio

Peso: _____ Altura: _____

Faz uso de algum auxílio locomoção? Qual?

Estado civil: () Solteiro () Casado () Viúvo () Separado () Unido () Não informado

Escolaridade: _____

Profissão: _____

Renda: () sim () não Valor: _____

Endereço: _____

Telefone: _____

ESTADO GERAL DE SAÚDE**Tem alguma doença crônica?**

- () Osteoartrite () Artrite reumatóide () Câncer () Diabetes () Hipertensão
 () Bronquite () Doença do coração () Doença renal () Depressão () Tuberculose
 () Mental () Esquizofrenia () Cirrose () Epilepsia () Fratura () Ulcera ()

AVC

- () Fratura de fêmur () Incontinência urinária () Outra

Encontra-se em tratamento devido à algum quadro de doença agudo?

Apresentou quadro de AVE (acidente vascular encefálico), IAM (infarto agudo do miocárdio) ou fraturas nos MMII (membros inferiores) nos últimos seis meses?

Teve alguma queda nos últimos 06 meses ? () sim () não

Tem alguma queixa em relação à sua saúde?

() Dor () Outra

Avaliação da dor - escala numérica de dor 1__2__3__4__5__6__7__8__9__10

Localização da dor: _____ Irradiação: _____

Faz uso de medicamento? () sim () não

Quais: _____

Fuma? () sim, atuante () não, nunca fumou () não, mas já fumou Tempo: _____

Bebe ou já bebeu? () sim () não

Realiza exercícios físicos? () sim () não

Quantas vezes por semana? _____

Quanto tempo dura cada sessão de exercícios? _____

Consultou algum médico no último ano? () sim () não

() clínico () ginecologista () oftalmologista () outros

Realiza fisioterapia? () sim () não

Quantas sessões por semana: _____

Qual o tipo de tratamento realizado: _____

Tem alguma atividade de lazer? () sim () não

Você recebe visitas? () sim () não De quem? _____

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)