

**AMANDA MIRANDA GUÉRIOS**

**DETERMINAÇÃO DA INTENSIDADE DE EXERCÍCIO QUE REPRESENTA O PICO DA  
TAXA DE OXIDAÇÃO DE GORDURA DE MULHERES IDOSAS SEDENTÁRIAS**

**Monografia apresentada como requisito parcial  
para conclusão do Curso de Bacharel em  
Educação Física, do Departamento de  
Educação Física, Setor de Ciências Biológicas,  
da Universidade Federal do Paraná. Orientador:  
Tácito Pessoa de Souza Jr., Phd. Co-  
orientador: Hassan Mohamed Elsangedy, Drd.**

**CURITIBA  
2010**

Dedico este trabalho á todos aqueles que me amaram e me ajudaram nesta longa caminhada, em especial, meu querido pai e incentivador e á minha amada mãe, por todo carinho e amor...

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço á Deus por Ele ter possibilitado um caminho na minha vida onde pude obter grandes conquistas e por ter me dado a luz.

Agradeço aos meus pais, Munir e Jaqueline, pela vida, pelo sustento, pelo apoio e acima de tudo, por todo amor que eles têm por mim.

Agradeço ao meu orientador, Tácito, por toda bagagem de conhecimento que ele proporcionou á mim e aos meus colegas e ao meu co-orientador, Hassan, pela paciência, pela amizade e por ser um modelo a ser seguido.

Agradeço á todos os professores que foram fiéis á missão de ensinar e estarão sempre na minha memória.

Agradeço ao meu namorado, Ragami, por estar ao meu lado sempre e por sua garra e força de vontade, que me inspira.

Agradeço ás minhas amigas, em especial á Katiana e Bruxa, por todos os momentos inesquecíveis que passamos juntas, por todos esses anos de amizade, companheirismo e toda uma vida pela frente.

E por fim, agradeço aos meus colegas de classe, por caminharem junto comigo esses anos.

## RESUMO

**Introdução:** Atualmente, a população mundial vem sofrendo mudanças morfológicas corporais por falta de atividade física e alimentação inadequada, conseqüentemente aumentando o índice de patologias como obesidade e diabetes tipo II. A população idosa é igualmente atingida por este quadro e são necessárias medidas para tentar revertê-lo. Entretanto, existe uma escassez de estudos nesta população relacionada à oxidação de gorduras. **Objetivo:** O presente estudo teve como objetivo determinar a taxa do pico de oxidação de gordura em mulheres idosas e sedentárias. **Métodos:** O estudo foi realizado com uma população de 23 idosas entre 60 e 75 anos de idade, sedentárias, com um IMC entre 23 e 29 kg.m. Os sujeitos realizaram um protocolo de esteira, teste incremental até exaustão e calorimetria indireta. **Resultados e Discussão:** Os resultados demonstraram que o pico de oxidação ocorreu na intensidade moderada em uma média de  $\pm 54\%$  do  $Vo_{2max}$ . Não existem estudos anteriores sobre MOG na população idosa, por isso não há como comparar os resultados obtidos. O conhecimento da faixa do  $Fat_{Max}$  pode ser de grande aplicabilidade e facilitador na prescrição do exercício para idosos e outras populações pois possibilita a oscilação de intensidades mais altas e baixas, dentro da zona que otimiza a oxidação de gordura. **Conclusões:** Há a necessidade de padronizar protocolos de mensuração do  $Fat_{Max}$  em estudos futuros. O  $Fat_{Max}$  pode ser utilizado com objetivo de melhorar e referenciar futuras prescrições de exercício para esta população, tornando-se ferramenta útil no combate ao excesso de gordura e manutenção o peso, além de utilizar a caminhada para a realização da atividade, que é um exercício de fácil acesso e execução.

**Palavras-chave:** Oxidação, intensidade, envelhecimento,  $Fat_{Max}$

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Características físicas e fisiológicas dos sujeitos.....	29
TABELA 2 Média do $Fat_{Max}$ , MOG e determinação da $Fat_{zona}$ .....	30

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	9
1.2 OBJETIVO.....	13
1.3 HIPÓTESE.....	13
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	15
2.1 COMPOSIÇÃO CORPORAL.....	17
2.2 ENVELHECIMENTO E ALTERAÇÕES METABÓLICAS.....	19
2.3 EXERCÍCIO E FUNÇÃO METABÓLICA.....	20
2.4 MÁXIMA OXIDAÇÃO DE GORDURA E FATMAX.....	21
2.5. GORDURA CORPORAL E ENVELHECIMENTO.....	22
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	24
3.1 PARTICIPANTES.....	24
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	25
3.3 FAMILIARIZAÇÃO.....	25
3.4 TESTE INCREMENTAL MÁXIMO.....	26
3.5 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS.....	27
3.6 CALORIMETRIA INDIRETA E CÁLCULOS.....	27
3.7 TRATAMENTO DOS DADOS E ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	28
<b>4 RESULTADOS</b> .....	29
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	31
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	34
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	35
<b>APÊNDICES</b> .....	42

# DETERMINAÇÃO DA INTENSIDADE DE EXERCÍCIO QUE REPRESENTA O PICO DA TAXA DE OXIDAÇÃO DE GORDURA DE MULHERES IDOSAS SEDENTÁRIAS

## 1. INTRODUÇÃO

A obesidade tem sido rotulada como a epidemia do século XXI. Porém, o papel da composição corporal, especialmente da massa gorda, não foi considerada fundamental para compreender as implicações da epidemia da obesidade na saúde (SOWERS *et al.* 2007), denotando a fragilidade de estudos nesta área. Atualmente, 1/3 da população possui excesso de peso, sendo que essa tendência é crescente nas últimas décadas (WHO, 1997; MONTEIRO *et al.* 1995), inclusive na população de idosos (GOFIN *et al.* 1996). Uma das causas desse fenômeno é a falta de atividade física, que gera e/ou acentua diversas patologias, sendo algumas delas, já comprovadas que são agravadas pela obesidade, como o diabetes, (SANTOS, 2007), as cardiopatias, problemas articulares, circulatórios. Inclusive problemas e doenças de origem emocional, como ansiedade, depressão e menor auto-estima (DALLMAN *et al.* 2003; KOTTKE, 2003).

Uma das formas de tentar reverter esse quadro é melhorar os hábitos de vida desde cedo. Essas medidas são também uma medida preventiva, pois adotando um estilo de vida saudável, o indivíduo pode ajudar a prevenir ou adiar a incapacidade em idades mais avançadas (FOGEL, 2005). Inserido nessas medidas, o exercício físico têm se mostrado importante para melhorar a perda de peso a curto prazo, quando

combinadas com as mudanças no consumo alimentar, segundo o *Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults - The Evidence Report* (1998) e um preditor significativo de perda de peso a longo prazo (JAKIĆIĆ *et al.* 2003), que dentre os diversos benefícios dessa prática, um deles seria a redução da massa gorda corporal (SANTOS, 2007).

Nesta busca pela redução do excesso de peso e obesidade, é documentado que durante o exercício, há uma intensidade ideal para a oxidação de gordura que prioriza a mesma como substrato energético, chamado de  $Fat_{Max}$  (JEUKENDRUP, 2001).

Maximizar a oxidação da gordura durante os treinos tornou-se um dos principais alvos dentre os praticantes dos esportes de resistência, tanto da elite quanto o recreacional (MEYER, 2008). Isso mostra que, além de ser usado em treinamento de alto desempenho, também pode ser um preditor na prescrição de exercício para aqueles que buscam qualidade de vida, saúde e lazer. E também foi reconhecido que a facilitação do metabolismo das gorduras é importante para o desempenho e os aspectos relacionados com a saúde do exercício (JEUKENDRUP, 2001).

A determinação do  $Fat_{Max}$  pode ser uma ferramenta importante, pois nos estudos apresentados neste trabalho, a determinação do mesmo ocorreu otimizando o treinamento em faixas etárias, condição física e sexo de indivíduos diferentes, evitando excesso ou pouca intensidade. Tratando-se de oxidação de gordura, o  $Fat_{Max}$  é utilizável desde que seja levada em conta as especificidades de cada população, visto que, como reportados em outros estudos, ele não é o mesmo para todos.

Até o presente momento, foram realizados estudos somente com populações de homens e mulheres jovens e de meia idade, negligenciando as alterações ocorridas

nos grupos de idade mais avançada. Um dos fatores que torna importante o foco de novos estudos direcionados para os indivíduos acima de 60 anos é que o processo de envelhecimento populacional tem sido observado em inúmeros países nas últimas décadas, onde um crescente aumento da população idosa tem ocorrido em detrimento aos demais segmentos etários (CAMARANO, 2002; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2007). Tanto dos países desenvolvidos como na maioria dos países em desenvolvimento, a expectativa de vida tem aumentado nos últimos anos (MATSUDO, 2000), e isso mostra que a população está vivendo mais. A população idosa está aumentando e existe necessidade de estudo e pesquisa para esses indivíduos.

É evidente que os idosos, por apresentarem declínio das funções fisiológicas pela ação do tempo, estão propensos a apresentar doenças degenerativas. A predição do  $Fat_{Max}$  para essa população será de grande importância, pois otimizará o tempo despendido para as atividades físicas, respeitando os limites salútares e fisiológicos que essa população apresenta.

Outra vantagem para indivíduos diabéticos, muito comuns na terceira idade, é que o aumento da capacidade de oxidar gordura como fonte de substrato durante o exercício físico irá torná-los menos dependentes de glicose como fonte de energia (JEUKENDRUP, 2001). Segundo o estudo de Bogdanis *et al.* (2008) o ponto de máxima oxidação de gordura em 18 mulheres de idade 36 á 37 anos, obesas e sedentárias ocorreu entre 40.1 e 41.9% do  $VO_{2max}$  e entre 60 e 61.4% da frequência cardíaca máxima, e em 28 homens, com idades de 36 á 38 anos, obesos e sedentários, o ponto de máxima oxidação de gordura ocorreu entre 39.5 e 41.6% do

$VO_{2m\acute{a}x}$  e entre 57.8 e 59.2 da freqüência cardíaca máxima. Podemos dizer que as intensidades foram similares e que o  $VO_{2m\acute{a}x}$  não foi diferente entre homens e mulheres quando expressado em kg por massa livre de gordura. E ao comparar esses homens obesos e sedentários com 18 homens moderadamente treinados, com idades entre 28 e 30 anos, a zona do  $Fat_{Max}$  foi encontrada entre 55+/- 3 e 72 +/- 4% do  $VO_{2m\acute{a}x}$ , equivalente a 68+/- 3 e 79 +/- 3 da freqüência cardíaca máxima, ou seja, em homens moderadamente treinados, o  $Fat_{Max}$  é 16% maior que em homens obesos. (ACHTEN, 2002). Em seis meninos pré-púberes, com idades entre 11 e 12 anos (RIDDEL *et al.* 2008), saudáveis e normalmente ativos, o pico de oxidação de gordura foi na faixa de 56+/- 4% do  $VO_{2m\acute{a}x}$  e foi consideravelmente maior nos meninos nessa fase inicial da puberdade, em comparação com os homens de 20 á 26 anos, onde o pico de oxidação de gordura foi de 31+/- 4 % do  $VO_{2m\acute{a}x}$ . Em outro estudo, testes iniciais revelaram que indivíduos do sexo feminino e masculino não são semelhantes no que diz respeito à sua capacidade de resistência. Nas 11 mulheres, com idades entre 23 e 25 anos, saudáveis, a máxima oxidação de gordura ocorreu entre 59.6 +/-10% do  $VO_{2m\acute{a}x}$ , e 10 homens, com idades entre 23 e 25 anos, saudáveis foi entre 62.5 +/- 9.3% do  $VO_{2m\acute{a}x}$  (MEYER *et al.* 2008). Desta maneira, o presente estudo tem como objetivo determinar o  $Fat_{Max}$  em mulheres idosas sedentárias durante o exercício em esteira. A caminhada, tanto para esta população quanto para outras, uma opção de exercício físico acessível e de fácil execução.

## 1.2 OBJETIVO

O presente estudo tem por objetivo determinar a intensidade de exercício que representa o pico da taxa de oxidação de gordura de mulheres idosas sedentárias durante exercício em esteira.

## 1.3 HIPÓTESE

Conforme prévios estudos que investigaram o  $Fat_{Max}$ , como no estudo de Bogdanis, et al. (2008), onde o  $Fat_{Max}$  dos indivíduos estudados, que representavam uma população de homens e mulheres obesos e sedentários, com idades entre 36 e 37 anos, apresentaram um pico de oxidação de gordura entre  $40.1 \pm 1.8$  (nos homens) e  $39.5 \pm 2.3\%$  (nas mulheres) do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ), correspondente a uma intensidade baixa, pois um aumento da gordura corporal e sedentarismo estão associados com uma menor intensidade do exercício que corresponde ao pico de oxidação de gordura. Deve-se levar em consideração que o estudo foi feito em um protocolo de esteira e não em ciclo ergômetro. Diferentemente, o estudo de Achten (2003), realizado o protocolo em ciclo ergômetro, relatou que o  $Fat_{Max}$  de atletas moderadamente treinados encontrava-se á uma intensidade de 62% do  $VO_{2m\acute{a}x}$ , sendo esta uma intensidade moderada. Em outro estudo, Meyer *et al.* (2008), relatou que mulheres jovens apresentaram um  $Fat_{Max}$  de 59% do  $VO_{2m\acute{a}x}$  enquanto nos homens jovens foi de 62% do  $VO_{2m\acute{a}x}$ . Portanto, especula-se que as mulheres idosas atingirão o pico de oxidação de gordura a uma intensidade moderada.

Estudos recentes mostraram que em pessoas jovens, saudáveis e treinadas, a máxima oxidação de gordura foi entre 59% a 64% do  $VO_{2m\acute{a}x}$  (ACHTEN, 2004) enquanto em pessoas normais essa taxa ficou entre 48% do  $VO_{2m\acute{a}x}$  (VENABLES, 2005). A contribuição da oxidação de gordura ao gasto energético tornou-se insignificante acima de  $89 \pm 3\%$  do  $VO_{2m\acute{a}x}$  (ACHTEN, 2002), por isso acredita-se que a intensidade ideal para a oxidação de gordura das mulheres idosas seja abaixo dessa intensidade.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

O envelhecimento é um processo multi-fatorial, sendo influenciado pelo tempo cronológico, por aspectos psicológicos, sociais, biológicos e funcionais (KRAUSE, 2006). Ele envolve alterações fisiológicas que tendem a se linear com o tempo e são caracteristicamente decrescente na natureza (KENNEY, 1985). Na velhice, ocorrem mudanças progressivas no organismo, conduzindo a efetivas reduções nas funções fisiológicas (WATKIN, 1982; WENK, 1983). Os aspectos biológicos são constituídos, principalmente pelas alterações negativas no sistema cardiovascular, neuro-muscular, respiratório e assim diminuem as capacidades físicas (SPIRDUSO, 1995; RIKLI, 1999). As mudanças de ordem biológica verificadas no declínio do organismo humano decorrem, fundamentalmente, do processo de senescência, responsável por perdas orgânicas e funcionais. (RAUCHBACH, 1989).

Deve-se ressaltar também que o incremento da gordura corporal durante o envelhecimento pode ser resultado do desequilíbrio entre ingestão e utilização de gordura. (KRAUSE, 2006). Estudos evidenciam que, com o avançar da idade, ocorre aumento da gordura visceral e que a relação entre acúmulo de gordura abdominal e alterações metabólicas se mantém com a idade (Di PIETRO, 1999). O ganho de peso e o acúmulo da gordura corporal possivelmente resultam de herança genética, mudanças na dieta e no nível de atividade física, associados com uma interação entre esses fatores ou a idade (SPIRDUSO, 1995).

Outra característica fisiológica do envelhecimento é a perda de massa muscular. A perda de massa muscular é considerada um dos principais determinantes da perda

de força no envelhecimento (GOODPASTER *et al.* 2006). Para Campos (2004), com a perda da massa magra (sarcopenia), há também o aumento da gordura intra-muscular, acarretando assim em um problema na comunicação entre a fibra e o nervo motor, afetando as funções metabólicas do músculo, trazendo como conseqüências, problemas na habilidade funcional e potência muscular. A sarcopenia é a mudança no equilíbrio de energia associado com o metabolismo muscular alterado e declínios na atividade (SIECK, 2003).

Embora a massa magra inclua água, vísceras, osso, tecido conectivo e músculo, é este último que sofre a maior perda com o processo de envelhecimento (aproximadamente 40%) (MATSUDO, 2000). No entanto, estudos longitudinais para analisar a associação entre a perda de massa e força em idosos são escassos (GOODPASTER *et al.* 2006). As alterações do tecido muscular da pessoa idosa são concordes com a redução de sua força muscular e sua capacidade aeróbia e anaeróbia (RAUCHBACH, 1989). Embora a perda de massa muscular esteja associada com o declínio da força em adultos mais velhos, esta diminuição da força é muito mais rápida do que a perda concomitante de massa muscular, sugerindo um declínio na qualidade do músculo (GOODPASTER *et al.* 2006).

No envelhecimento do organismo, as alterações morfológicas e funcionais dos órgãos e tecidos não são patológicas no seu senso estrito, mas não encontram-se numa normalidade fisiológica. (RAUCHBACH, 1989), ou seja, é um processo natural porém traz prejuízos.

Outra mudança importante na composição corporal é a perda da massa mineral óssea, como conseqüência universal do envelhecimento (MATSUDO, 2000). Uma

mulher aparentemente saudável experimenta, por volta dos 70 anos, uma diminuição de 20% na densidade mineral óssea vertebral e de 25-40% no colo do fêmur e região trocântérica, enquanto que o homem na mesma idade diminui em 3% a densidade óssea vertebral e em 20-30% a densidade do fêmur (GOING, 1995). Além da raça, muitos outros fatores influenciam a massa óssea, tais como sexo, hereditariedade, peso corporal, dieta, atividade física e *status* hormonal (RICHELSON *et al.* 1994; REID *et al.* 1994). Sabe-se também que indivíduos do sexo masculino tem uma massa óssea maior e com menor risco de fraturas do que as mulheres (VISSER *et al.* 1998).

## 2.1. COMPOSIÇÃO CORPORAL

Mudanças significativas na composição corporal apresentando efeitos consequentes na saúde, acredita-se que ocorre com os idosos (BAUMGARTNER, 1993).

Uma das mais evidentes alterações que acontecem com o avanço da idade cronológica é a mudança nas dimensões corporais (MATSUDO, 2000), sendo elas a estatura, peso e composição corporal. As alterações na composição corporal ocorrem especialmente na diminuição na massa livre de gordura, no incremento da gordura corporal e na diminuição da densidade óssea (FIATARONE-SINGH, 1998; SPIRDUSO, 1995; MATSUDO, 2000; VISSER *et al.* 1997). Os idosos têm menos massa muscular e óssea, volume extracelular de líquidos expandido e massa celular corporal reduzida em comparação aos adultos jovens (BAUMGARTNER, 2006). Em um estudo recente realizado por Raguso (2006) com idosos acima de 65 anos, mostrou

que houve um declínio significativo na massa muscular e seu conteúdo de potássio corporal total e acúmulo de gordura corporal foram observados durante um período de três anos no idoso saudável e o lazer atividade física parece não impedi-los, porém, um maior nível de atividade física está associada com maior massa muscular, conteúdo de potássio corporal total e menos gordura total e no tronco. Observa-se que as fibras musculares tendem a declinar 35% entre os 52 aos 77 anos (LEXELL, 1986), acarretando em uma diminuição na área de secção transversa de aproximadamente 1% ao ano, após a quinta década de vida humana (KRAUSE, 2006)

Outro fator que agrava as mudanças na composição corporal, nesse caso somente em mulheres, é a menopausa. A menopausa natural é associada com redução do gasto energético durante a atividade física e descanso, uma perda acelerada de massa isenta de gordura e aumento da adiposidade central e os níveis de insulina em jejum (POEHLMAN, 2004). Será citado posteriormente as mudanças metabólicas que a diminuição da massa muscular trás.

As mulheres idosas tendem a acumular gordura na região do quadril e coxas, enquanto que os homens a principal região seria o abdômen (BEMBEN *et al.* 1995). Os componentes da massa livre de gordura parecem declinar em 20% de minerais, 12% água e 5% proteína (HEYWARD, 1996). São cada vez mais necessários estudos com informações precisas da composição corporal em indivíduos idosos, pois um maior número de pessoas está atingindo idades mais avançadas (KUCZMARSKI, 1989).

Esses dados podem ser úteis para: prevenir a desnutrição em pessoas institucionalizadas, para triagem de riscos para a saúde, para planejar e avaliar a intervenção terapêutica, para estudar os mecanismos de mudança do padrão de

gordura e as correlações de perda de estatura, e estudar associações entre os padrões de gordura e de mortalidade, como um indicador de prognóstico para as condições de receber tratamento, e para desenvolver padrões de referência ambulatorial e não ambulatorial para idosos (KUCZMARSKI, 1989).

## 2.2. ENVELHECIMENTO E ALTERAÇÕES METABÓLICAS

Estudos têm relatado que a taxa metabólica basal diminui com a idade (POEHLMAN *et al.* 1990; VAN PELT *et al.* 2001) fato atribuído a fatores como a diminuição de massa magra e ao concomitante aumento da massa gorda (FUKUGAWA, 1990) alterações hormonais (POEHLMAN *et al.* 1990), inatividade física (POEHLMAN *et al.* 1990 ; VAN PELT *et al.* 2001), genética individual (RISING, 1992) e envelhecimento (POEHLMAN, 1998). Tratando-se de taxa metabólica de repouso, essa diminui, com a idade, nas mulheres, um processo que está associado com a perda de massa magra (POEHLMAN *et al.* 1993). A taxa metabólica basal mede a quantidade mínima de energia necessária para manter as funções fisiológicas em repouso (POEHLMAN *et al.* 1993)

Embora a taxa metabólica de repouso diminua aproximadamente 10% por década, essas alterações metabólicas, per si, não explicam o aumento da gordura com a idade (MATSUDO, 2000). O incremento da gordura corporal durante o envelhecimento pode ser resultado do desequilíbrio entre ingestão e utilização de gordura (KRAUSE, 2006), em outras palavras, menor utilização desse substrato (MORIO *et al.*, 2001), acarretando o acúmulo e excesso de massa gorda. A massa

gorda corporal está associada com o aumento do risco de doenças e mortalidade (STANGL, 2002; BLAIR *et al.* 1996; PAFFENBARGER, 1988).

Outro fator que pode interferir na taxa metabólica basal, segundo Poehlman *et al.* (1993), são os hormônios da tireóide que podem agir como moduladores do declínio da mesma com a idade, por intervirem na termogênese e na regulação da taxa metabólica.

Tem havido crescente preocupação com o estudo da taxa metabólica basal devido à sua relação com os riscos de ganho de massa gorda (RAVUSSIN *et al.* 1998; RAVUSSIN, 1993), especialmente em idosos, uma vez que uma baixa taxa metabólica pode contribuir para a prevalência de altas taxas de sobrepeso e obesidade neste grupo etário (PIERS *et al.* 1998). Porém, Fukugawa (1990) sugere que as diferenças na massa magra não podem explicar plenamente uma menor taxa metabólica de repouso na idade, sugerindo que o envelhecimento está associado com uma alteração no metabolismo energético do tecido.

### 2.3. EXERCÍCIO E A FUNÇÃO METABÓLICA

A perda da massa muscular e conseqüentemente da força muscular é, a nosso ver, a principal responsável pela deterioração na mobilidade e na capacidade funcional do indivíduo que está envelhecendo (MATSUDO, 2000) e da diminuição da taxa metabólica basal (FUKUGAWA, 1990). Observa-se que a atividade física habitual facilita a manutenção dos níveis de proteína corporais e dessa forma, retarda a redução da força observada com o envelhecimento (RAUCHBACH, 1989). Como mais indivíduos vivem mais, é necessário determinar a amplitude e os mecanismos em que

o exercício e a atividade física podem melhorar a saúde, capacidade funcional, qualidade de vida e independência nesta população. (MAZZEO *et al.* 1998).

O aumento da taxa metabólica de repouso devido ao exercício físico se dá através do aumento da massa magra, que contribui para o aumento do gasto energético total (MEIRELLES, 2004) o que torna favorável a prática de exercícios. Em outro estudo realizado por UUSI-RASI *et al.* ( 2001), mostrou que a manutenção do peso corporal, a alta ingestão de cálcio e a melhor preservação da aptidão física parecia proteger do colo do fêmur contra a perda óssea, sendo assim, essa junção de fatores é favorável á proteção da massa óssea. Pode-se dizer também que o exercício físico demonstra efeitos positivos em relação ao controle da massa corporal, e também reduz a massa gorda, podendo auxiliar na manutenção do estado de saúde (KRAUSE, 2006).

#### 2.4 MÁXIMA OXIDAÇÃO DE GORDURA E FATMAX

O  $Fat_{Max}$  é definido como a intensidade do exercício da qual a oxidação de gordura é máxima (JEUKENDRUP, 2001). O principal objetivo da utilização do  $Fat_{Max}$  é expandir as perspectivas atuais relacionadas ao exercício e o metabolismo de gordura, pois sabe-se que o excesso de gordura corporal na população vêm crescendo e esse excesso é o causador de vários problemas de saúde, já mencionados. Morio *et al.* (2001), ressaltou que o excesso de gordura ligado á problemas crônicos é mais evidente na senescência.

Os estudos com  $Fat_{Max}$  tem sido reconhecidos como fator importante na prescrição de exercícios, desempenho e perda de peso. Foi reconhecido que a facilitação do metabolismo das gorduras é importante para o desempenho e os aspectos ligados com a saúde que o exercício proporciona (JEUKENDRUP, 2001). Além do mais, o exercício físico tem se apresentado como uma importante ferramenta para o controle do peso corporal e para a redução da gordura corporal á longo prazo em indivíduos adultos (JAKICIC *et al.* 2003; JAKICIC, 2009).

A prescrição correta da intensidade do exercício que atinge o fatmax é de total importância, pois evidências sugerem que a intensidade do exercício no qual ocorre o  $Fat_{máx}$  pode ser afetada pelo sexo, dieta, status de treinamento, composição corporal, modelo de exercício e idade (BOGDANIS *et al.* 2008; ACHTEN, 2002; ACHTEN, 2003). É documentado que existe uma grande variação na intensidade relativa do exercício no qual ocorre o  $Fat_{máx}$  e a máxima oxidação de gordura (BOGDANIS *et al.* 2008). Porém, os diversos autores relataram que a oxidação de gordura aumenta com intensidades do exercício baixa á moderada e diminui de moderada a alta intensidade de exercício, ressaltado por JEUKENDRUP (2003).

O metabolismo de gordura é uma área que não recebe muita atenção, mesmo sendo de bastante importância. São necessários mais estudos, enfocando também a população idosa.

## 2.5. GORDURA CORPORAL E ENVELHECIMENTO

O envelhecimento está associado á muitas alterações fisiológicas, sendo elas o incremento do peso corporal, diminuição na massa livre de gordura – principalmente no tecido muscular e aumento do tecido adiposo (LEVADOUX *et al.* 2001), e isso ocorre devido á menor utilização desse substrato (MORIO *et al.* 2001), ou seja, menor utilização de lipídeos como fonte de energia. Essas alterações trazem prejuízos também na realização das atividades da vida diária e, o idoso tende a ser menos ativo, o que pode aumentar ainda mais suas perdas alterações neurais, músculo-esqueléticas, endócrinas e psicossociais (CAMPOS, 2004).

Os indivíduos com idade cronológica avançada, geralmente são mais acometidos pelas doenças crônicas não transmissíveis, devido em grande parte, ao aumento da vulnerabilidade adquirida com o passar do tempo, associado às alterações deletérias causadas pela senescência (KRAUSE, 2006). Em decorrência do acúmulo dos efeitos deletérios do envelhecimento *per se*, o indivíduo idoso pode se encontrar em uma situação de maior fragilidade física (FRIES, 1980; RIKLI, 1999). Com o envelhecimento ocorrem alterações corporais que podem interferir no estado nutricional do idoso (MENEZES, 2007) e um estudo de Visser *et al.* (1997) mostrou que idosos com gordura corporal elevada tinham níveis elevados de incapacidade.

Para tanto, tem-se tentado encontrar estratégias para maximizar a perda da gordura corporal durante o exercício. A capacidade de homens e mulheres idosos de se ajustar ao exercício realizado regularmente tem sido demonstrado por muitos laboratórios (EVANS,1995). Segundo Fiatarone *et al.* (1994) o treinamento com exercicios de alta intensidade é meio eficaz de se contrapor fraqueza muscular em pessoas idosas . O exercício aeróbico resultou em melhorias na capacidade funcional e risco reduzido de

desenvolver diabetes do tipo II em idosos (EVANS, 1995). Outra estratégia que não pode deixar de ser dita para redução de peso geralmente inclui modificações dietéticas, incluindo um aumento do nível de atividade física (LUSZCZYNSKA *et al.* 2007)

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 PARTICIPANTES**

Os sujeitos participantes da coleta foram 23 mulheres idosas, na faixa etária de 60 á 75 anos. O recrutamento das participantes foi realizado através de convites pessoais e anúncios impressos e o presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFPR. Cada participante assinou um termo de consentimento livre esclarecido após da explicação dos objetivos, procedimentos experimentais, possíveis riscos e benefícios.

Foram estabelecidos os seguintes critérios de inclusão: a) condição de previamente sedentária, indicado por uma participação inferior a 30 minutos de atividade física moderada em três ou mais dias da semana ; b) totalidade das respostas negativas ao *Physical Activity Readiness Questionnaire* (PARQ); c) não ingestão de medicamentos que influencia as funções metabólicas ou cognitivas; d) serem eumenorrêicas a pelo menos seis meses e por fim; e) não ser usuário de tabaco nos últimos seis meses.

### 3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

No presente estudo, foi utilizado um delineamento *ex post facto* (THOMAS, 2005). Cada participante realizou duas sessões experimentais programadas, em dias diferentes. No decorrer da primeira sessão, os indivíduos foram submetidos a uma triagem inicial, familiarização e mensurações antropométricas. A realização da segunda sessão envolveu um teste incremental até a exaustão para determinação das variáveis fisiológicas utilizadas no estudo. Todos os experimentos foram realizados no período matutino (entre 8 e 12 horas) e sobre condições ambientais similares (21°C e 55% de umidade relativa). Todos os participantes foram instruídos a abster-se de exercícios e evitar produtos que continham cafeína nas 24 horas antes dos testes e apresentar-se no laboratório após um período de 10-12 horas de jejum noturno.

### 3.3 FAMILIARIZAÇÃO

A familiarização ocorreu no dia na triagem. Os participantes realizaram uma simulação do teste incremental máximo, porém em uma velocidade e intensidade abaixo da do teste, sendo esta simulação feita em velocidade de 4.5 km/h, durante 10 minutos cada participante, apenas para a conscientização do caminhar em esteira e com as instruções do avaliador responsável de como proceder ao final do teste, no momento da exaustão.

### 3.4 TESTE INCREMENTAL MÁXIMO

Anterior ao início do teste incremental máximo, uma fita elástica com eletrodos foi ajustada ao tórax e um relógio receptor foi fixado ao punho do participante, para a mensuração da frequência cardíaca. Além disso, um prendedor nasal e uma máscara com bucal respiratório bidirecional com formato em T (marca Hans Rudolph®, modelo 2726, Kansas City, Estados Unidos), conectada via tubo plástico ao sistema de espirometria computadorizado foram corretamente posicionados no sujeito.

Posteriormente, todos os participantes inicialmente realizaram um aquecimento em esteira (marca Reebok Fitness, modelo X-fit 7, Londres, Reino Unido) de 5 cinco minutos a uma velocidade padrão de 1,11 m.s<sup>-1</sup> e sem inclinação com o intuito secundário de adaptação dos participantes com os equipamentos utilizados e verificação do correto funcionamento dos componentes do sistema de espirometria computadorizado. Finalmente, após dois minutos de repouso em posição ereta, o teste incremental máximo será iniciado, sendo conduzido em conformidade com o protocolo proposto Bruce, 1971. O teste foi finalizado no ponto de exaustão volitiva dos participantes, os quais foram encorajados verbalmente a se manter em exercício pelo maior tempo possível. Após o término do teste incremental máximo, um procedimento de volta à calma foi conduzido, através de caminhada em velocidade de 1,11 m.s<sup>-1</sup> sem inclinação durante cinco minutos (LIND, 2005; EKKEKAKIS, 2006). Os

participantes foram então liberados após um período de 20 minutos de repouso (sentado) e observação pelo avaliador responsável.

A determinação dos parâmetros fisiológicos (frequência cardíaca e VO<sub>2</sub>) foram realizadas através de analisador de gases, coletando os dados a cada 15 segundos, e os parâmetros perceptuais e afetivos a cada minuto.

### 3.5 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

A estatura (cm; estadiômetro Sanny™, São Paulo, Brasil) e a massa corporal (kg; balança Toledo™, São Paulo, Brasil) foram mensurados de acordo com as técnicas descritas por Gordon *et al.* (1988). O índice de massa corporal (IMC, kg·m<sup>-2</sup>) foi calculado com a massa corporal dividida pela estatura ao quadrado.

### 3.6 CALORIMETRIA INDIRETA E CÁLCULOS

Para realização dos cálculos da calorimetria indireta, uma média de cada minuto foi realizada para o VO<sub>2</sub> (L·min<sup>-1</sup>) e VCO<sub>2</sub> (L·min<sup>-1</sup>) obtidos durante os estágios do teste incremental até a exaustão, para os valores obtidos até o RER ≤ 1,0. A oxidação da gordura e do carboidrato foi calculada usando uma equação estequiométrica (FRAYN, 1983), com a suposição de que a taxa de excreção de nitrogênio pela urina foi insignificante.

Para cada indivíduo uma curva polinomial ajustada foi construída apresentando a taxa de oxidação de gordura (expressada em g/min.) versus a intensidade do exercício (expressada em %  $VO_{2máx}$ ).

Para cada participante, a curva foi usada para a obtenção das seguintes variáveis: a) máxima oxidação de gordura (MOG); b)  $Fat_{max}$ , intensidade do exercício no qual a máxima oxidação de gordura foi observada; e c); e d) zonas do  $Fat_{max}$ , intervalo de intensidades de exercícios com as taxas de oxidação de gordura dentro de 10% de variação das taxas da MOG (VENABLES, 2005 ; ACHTEN, 2003).

### 3.7. TRATAMENTO DOS DADOS E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados descritivos foram expressos em médias  $\pm$  desvio padrão (DP) e médias  $\pm$  erro padrão da média (EPM). Todos os dados foram analisados usando o SPSS para Windows versão 18.0 (SPSS, Inc., Chicago, USA) software package.

#### 4. RESULTADOS

A tabela 1 apresenta as características antropométricas e aptidão cardiorrespiratória dos indivíduos. Os participantes apresentam média de IMC entre 24 e 29 kg·m<sup>-2</sup>. Mulheres com idade acima de 65 anos com IMC dentro deste limite são consideradas mulheres de peso normal.

**Tabela 1** Características físicas e fisiológicas dos sujeitos

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Idade	23	57	87	66,74	7,43
MC	23	51,2	85,3	68,38	9,52
EST	23	1,47	1,70	1,55	,055
IMC	23	22,73	34,45	28,22	3,18
VO <sub>2max</sub> ml/kg	23	11,72	29,58	21,33	4,44

Na tabela 2, são apresentados os resultados da zona de máxima oxidação de gordura nos indivíduos, que fica entre 51,4% 59,6% do  $VO_{2\text{máx}}$  e a média entre eles é de 54,1% do  $VO_{2\text{máx}}$ . A máxima oxidação de gordura por  $\text{g}\cdot\text{min}^{-1}$  foi a média de média de 0,367.

**Tabela 2** Média do  $Fat_{\text{Max}}$ , MOG e determinação da  $Fat_{\text{zona}}$

	Média	Desvio Padrão
$Fat_{\text{max}}$ (% $VO_{2\text{max}}$ )	54,1	$\pm 6,33$
$Fat_{\text{zona}}$ (-5%)	51,4	$\pm 6,01$
$Fat_{\text{zona}}$ (-10%)	48,7	$\pm 5,69$
$Fat_{\text{zona}}$ (+5%)	56,9	$\pm 6,64$
$Fat_{\text{zona}}$ (+10%)	59,6	$\pm 6,96$
MOG	0,367	$\pm 0,132$
$Fat_{\text{zona}}$ (-5%)	0,364	$\pm 0,131$
$Fat_{\text{zona}}$ (-10%)	0,355	$\pm 0,129$
$Fat_{\text{zona}}$ (+5%)	0,365	$\pm 0,131$
$Fat_{\text{zona}}$ (+10%)	0,357	$\pm 0,128$

## 5. DISCUSSÃO

O presente trabalho teve como embasamento estudos que conceituaram e delineararam o  $Fat_{Max}$ , estes objetivando aprimorar os conhecimentos sobre a relação entre intensidade do exercício e substrato energético, buscando um ajuste ideal entre objetivos e necessidades de cada população e suas especificidades. Na tentativa de encontrar estratégias para maximizar a perda da gordura corporal durante o exercício, buscando uma zona de intensidade da qual prioriza a maior oxidação de gordura corporal como substrato energético, foi realizado o estudo com embasamento no conceito de  $Fat_{Max}$  (JEUKENDRUP, 2001).

Através dos resultados apresentados, observa-se que mulheres idosas apresentam o  $Fat_{Max}$  em uma intensidade de  $54 \pm 6\%$  do  $VO_{2m\acute{a}x}$ , considerada moderada (NELSON *et al.* 2007) com uma máxima oxidação de gordura de  $0,367 \pm 0,132 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$ . Não existem estudos anteriores sobre MOG na população idosa, por isso não há como comparar os resultados obtidos. Outros estudos com populações diferentes, tratando-se do sexo, faixa etária, condicionamento e aptidão física, apresentaram resultados pouco divergentes, levando em conta todas as variáveis. Em um estudo com 18 homens moderadamente treinados, com idades entre 28 e 30 anos, o  $Fat_{Max}$  foi encontrado entre  $55 \pm 3$  e  $72 \pm 4\%$  do  $VO_{2m\acute{a}x}$  (ACHTEN, 2002) e em outro, realizado por Stisen *et al.* (2006), foi observado que o  $Fat_{m\acute{a}x}$  não apresentou diferenças entre as mulheres treinadas ( $56\%$  do  $VO_{2m\acute{a}x}$ ) e as destreinadas ( $53\%$   $VO_{2m\acute{a}x}$ ).

De acordo com a tabela 2, dentro da zona de MOG, essa variou pouco, ou seja, a MOG foi de  $0,367 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$  e a mínima de  $0,355 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$ , em uma variação de 10% do  $\text{VO}_{2\text{máx}}$ , (de 49% a 59%) ou seja, o conhecimento da faixa do  $\text{Fat}_{\text{Max}}$  pode ser de grande aplicabilidade e facilitador na prescrição do exercício para idosos e outras populações pois possibilita a oscilação de intensidades mais altas e baixas, dentro da zona que otimiza a oxidação de gordura.

Porém, há divergências quando comparado os resultados do presente estudo com uma população de obesos e sedentários. Esses apresentaram a zona de  $\text{Fat}_{\text{Max}}$  abaixo da do grupo estudado. O ponto de máxima oxidação de gordura em 18 mulheres de idade 36 á 37 anos, ocorreu entre 40.1 e 41.9% do  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  e em 28 homens, com idades de 36 á 38 anos, o ponto de máxima oxidação de gordura ocorreu entre 39.5 e 41.6% do  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  (BOGDANIS *et al.* 2008). O que pode explicar essa baixa intensidade na faixa do  $\text{Fat}_{\text{Max}}$  é o fato de que mulheres inativas com sobrepeso apresentam uma baixa oxidação de gordura, sendo esta de  $0,200 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$  durante uma caminhada em intensidade moderada, pois há baixa atividade enzimática, esta que favorece a oxidação de gordura (STISEN, 2006).

Outro fator que dificulta a comparação e possibilita diferenças na máxima oxidação de gordura, além de não haver estudos com esta população, é a utilização de diferentes protocolos de exercício que observaram uma maior máxima oxidação de gordura durante exercício realizado em esteira comparado ao realizado em ciclo ergômetro (ACHTEN, 2002; ACHTEN 2003). Existem apenas 4 estudos que determinam o pico de oxidação de gordura durante a caminhada (ACHTEN, 2003; VENABLES, 2005; BOGDANIS *et al.* 2008). Em um estudo realizado por Riddel (2008),

o  $Fat_{Max}$  encontrado em uma população de homens, entre 20 e 26 anos, foi muito abaixo ( $31 \pm 4$  % do  $VO_{2m\acute{a}x}$ ) se comparado aos outros estudos, este realizado em protocolo de ciclo ergômetro.

Para a realização de futuros trabalhos, há a necessidade de aprofundar a questão da oxidação de gordura na população idosa, pois é uma população pouco estudada no âmbito do  $Fat_{Max}$  e padronizar das medidas de mensuração do mesmo (se em esteira ou ciclo ergômetro), níveis de condicionamento e aptidão física dos participantes e controle destas variáveis e de outras. Como a caminhada é uma atividade física frequentemente realizada por idosos, seria mais interessante e de maior necessidade a utilização de um protocolo em esteira.

## 6. CONCLUSÃO

Ao analisar os resultados do presente trabalho, observa-se que em uma intensidade moderada de caminhada, as mulheres idosas alcançaram a faixa ideal para oxidação de gordura, além de ter semelhante resultado com outras populações do mesmo gênero previamente estudadas.

E a partir dos resultados obtidos, o  $Fat_{Max}$  pode ser utilizado com objetivo de melhorar e referenciar futuras prescrições de exercício para esta população, tornando-se ferramenta útil no combate ao excesso de gordura e manutenção o peso, além de utilizar a caminhada para a realização da atividade, que é um exercício de fácil acesso e execução. A prescrição do exercício a partir do  $Fat_{Max}$  irá possibilitar melhores resultados e poderá evitar possíveis excessos, ariscados nas faixas etárias mais avançadas. Deve-se levar em conta que a população idosa necessita de mais estudos relacionados à máxima oxidação de gordura pois ainda há poucas referências e parâmetros de estudos anteriores. Além disso, deve-se atentar para a padronização, mensuração e as variáveis dos estudos que serão realizados. Devo frisar que programas de treinamento físico em uma intensidade que provoca taxas máximas de oxidação de gordura podem ser úteis em uma variedade de condições e de uma variedade de populações, como já foi apresentado posteriormente. Também pode ser utilizado em programas de redução geral de peso e para os atletas como um meio para aumentar a capacidade de oxidar a gordura.

## REFERÊNCIAS

ACHTEN, J.; GLEESON, M.; JEUKENDRUP, A. E. Determination of the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation. *Med.Sci. Sports Exerc.*, Vol. 34, No. 1, 2002.

ACHTEN, J.; VENABLES, M. C; JEUKENDRUP, A.E. Fat oxidation rates are higher during running compared with cycling over a wide range of intensities. *Metabolism* 53, 2003.

ACHTEN, J.; JEUKENDRUP, A. E. Optimizing fat oxidation through exercise and diet. *Nutrition* 2, .2004.

BAUMGARTNER, R. N. Body composition in elderly persons: a critical review of needs and methods. *Prog Food Nutr Sci.* 1993.

BAUMGARTNER, R. N. Body Composition in Healthy Aging. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2006.

BEMBEN M. G.; MASSEY B. M.; BEMBEN D. A.; BOILEAU R. A.; MISNER J. E. Age related patterns in body composition for men aged 20-79 yr. *Med.Sci.Sports Exerc.*, 1995.

BLAIR, S. N.; KOHL III, H. W.; PAFFENBARGER, Jr., R. S.; CLARK, D. G.; COOPER, K. H.; GIBBONS, L. W. Physical fitness and all-cause mortality. *Journal of the American Medical Association*, 1989.

BLAIR, S. N.; KAMPERT, J. B.; KOHL III, H. W.; BARLOW, C. E.; MACERA, C. A.; PAFFENBARGER, R. S.; GIBBONS, L. W. Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. *The Journal of the American Medical Association*, 1996.

BROOKS, G. A.; MERCIER, J. Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise: the "crossover" concept. *J Appl. Physiol.*, 1994.

BOGDANIS, G. C.; VANGELAKOUDI, A.; MARIDAKI, M. Peak fat oxidation rate during walking in sedentary overweight men and women. *Journal of Sports Science and Medicine*, VOL 7, 525-531, 2008

CAMARANO, A. A. O envelhecimento da população brasileira: uma contribuição demográfica. Rio de Janeiro: IPEA, 2002.

CAMPOS, M. A. Musculação: Diabéticos, Osteoporóticos, Idosos, Crianças, Obesos. 3ª ed. Rio de Janeiro, 2004.

CLINICAL GUIDELINES ON THE IDENTIFICATION, EVALUATION, AND TREATMENT OF OVERWEIGHT AND OBESITY IN ADULTS—THE EVIDENCE REPORT. *Obes Res.*, 1998.

DALLMAN, M. F.; PECORARO, N.; AKANA, S. F.; et al. Chronic stress and obesity: a new view of “comfort food”. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 100, 2003.

Di PIETRO, L.; KATZ, L. D.; NADEL, E. R. Excess abdominal adiposity remains correlated with altered lipid concentrations in healthy older women. *Int J Obes Related Metabol Disord*, 1999.

DISHMAN, R. K. *Advances in exercise adherence*. Champaign: Human Kinetics Books, 1994.

EKKEKAKIS, P.; LIND, E. Exercise does not feel the same when you are overweight: the impact of self-selected and imposed intensity on affect and exertion. *International Journal of Obesity*, 2006.

EVANS, W. J. Effects of exercise on body composition and functional capacity of the elderly. *Journal of Gerontol A Biol Sci Med Sci.*, 1995.

FIATARONE, M. A.; O'NEILL E.F.; RYAN, N. D.; CLEMENTS, K.M.; SOLARES, G.R.; NELSON, M.E.; ROBERTS, S.B.; KEHAYIAS, J.J.; LIPSITZ, L.A.; EVANS, W.J. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *The New England Journal of Medicine*, 1994.

FIATARONE-SINGH M. Combined exercise and dietary intervention to optimize body composition in aging. In: Harman D et al. (eds). *Towards prolongation of the healthy life span*. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1998.

FRAYN, K. N. Calculation of substrate oxidation rates in vivo from gaseous exchange. *J. Appl. Physiol*, 1983.

FRIES, J.F. Aging, Natural Death, and the Compression of Morbidity. *The New England Journal of Medicine*, 1980.

FOGEL, R. W. *Changes in the Physiology of Aging during the Twentieth Century*. The national bureau of economic research, 2005.

FOUREAUX, G.; PINTO, K.M.C.; DAMASO, A. Efeito do Consumo Excessivo de Oxigênio após **Exercício** e da Taxa **Metabólica** de Repouso no Gasto Energético. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Niterói. Vol.12. Num. 6. 2006.p.393-398

FUKUGAWA, N. K; BANDINI, L. G.; YONG, J. B. Effect of age on body composition and resting metabolic rate. *J Appl Physiol*, 1990.

GOFIN J.; ABRAMSON J.H.; KARK J.D.; EPSTEIN, L. The prevalence of obesity and its changes over time in middle-aged and elderly men and women in Jerusalem. *International Journal of Obesity*, 1996

GOING S.; WILLIAMS D.; LOHMAN T. Aging and body composition: biological changes and methodological issues. *Exer. Sport Scie.* 1995.

GOODPASTER, B. H.; PARK, S. W.; HARRIS, T. B.; KRITCHEVSKY, S. B.; NEVITT, M.; SCHWARTZ, A. V.; SIMONSICK, E. M.; TYLAVSKY, F. A.; VISSER, M.; NEWMAN, A. B. The Loss of Skeletal Muscle Strength, Mass, and Quality in Older Adults: The Health, Aging and Body Composition Study. *Journals The Journals of Gerontology*, 2006.

GORDON, C.C.; CHUMLEA, W.C.; ROCHE, A.F. Stature, recumbent length and weight, in *Anthropometric standardization reference manual*, 1988.

HEYWARD, V. H.; STOLARCZYK, L. M. *Anthropometric Method Applied Body composition Assessment*. Ed Champaign, Human Kinetics, 1996.

JAKICIC, J. M.; MARCUS, B.H.; GALLAGHER, K.I.; NAPOLITANO, M.; LANG, W. Effect of exercise duration and intensity on weight loss in overweight, sedentary women: a randomized trial. *JAMA* 290, 2003.

JAKICIC, J. M. The effect of physical activity on body weight. *Obesity*, 2009.

JEUKENDRUP, A. E.; ACHTEN J. Fatmax: A New Concept to Optimize Fat Oxidation During Exercise? *European Journal of Sport Science*, vol. 1, issue 5, by Human Kinetics Publishers and the European College of Sport Science, 2001.

KENNEY, R.A. *Physiology of aging*. *Clinical Geriatric Medicine*, 1985.

KRAUSE, M. Associação entre características morfofisiológicas e funcionais com as atividades da vida diária de mulheres idosas participantes em programas comunitários no município de Curitiba. Tese de mestrado, UFPR, 2006

KOTTKE, T. E.; WU, L. A.; HOFFMAN, R. S. Economic and psychological implications of the obesity epidemic. *Mayo Clinic Proceedings*, 2003.

KUCZMARSKI, R. Need for body composition information in elderly subjects. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1989.

LEVADOUX, E.; MORIO, B.; MONTAURIER, C.; PUISSANT, V.; BOIRIE, Y.; FELLMAN, N.; PICARD, B.; ROUSST, P.; BEAUFRERE, B.; RITZ, P. Reduced whole-body fat oxidation in women and in the elderly. *Int J Obes (Lond)* 25: 39-44, 2001.

LEXELL, J.; TAYLOR, C. C.; SJOSTROM, M. What is cause of the ageing atrophy: Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83- year-old men. *J Neurol Sci.*, 1988.

LIND, E.; JOENS-MATRE, R. R.; EKKEKAKIS, P. What intensity of physical activity do previously sedentary middle-aged women select? Evidence of a coherent pattern from physiological, perceptual, and affective markers. *Preventive Medicine*, v. 40, 2005.

LUSZCZYNSKA, A.; SOBCZYK, A.; ABRAHAM, C. Planning to Lose Weight: Randomized Controlled Trial of an Implementation Intention Prompt to Enhance Weight Reduction Among Overweight and Obese Women. *Health Psychology*, 2007.

MATSUDO, S. M.; MATSUDO, V. K. R.; BARROS, N. T. L. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 2000.

MAZZEO, R. S.; CAVANAG, P.; EVANS, W.; FIATARONE, M.; HAGBERG, J.; MCAULEY, E.; STARTZELL, J. Exercício e atividade física para pessoas idosas. *Revista Brasileira de atividade física e saúde*, 1998.

MEIRELLES, C. M.; GOMES, P. S. C. Efeitos Agudos da Atividade Contra-Resistência sobre o Gasto Energético: Revisitando o Impacto das Principais Variáveis. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol.10, Num. 2, p.122-130, 2004.

MENEZES, T.; MARUCCI, M. N. Perfil dos indicadores de gordura e massa muscular corporal dos idosos de Fortaleza. *Cadernos de Saúde Pública*, 2007.

MEYER, T.; FOLZ, C.; ROSENBERGER, F.; KINDERMANN, W. The Reliability of Fatmax. *Scandinavia Journal of Medicine Science Sports*, 2008

MONTEIRO C.A.; MONDINI, L.; MEDEIROS A.L. S.; POPKIN, B.M. The nutrition transition in Brazil. *European Journal Clinical of Nutrition*. 1995.

MORIO, B.; HOCQUETTE, J. F.; MONTAURIER, C.; BOIRE, Y.; BOUTELOUP-DEMAGE, C.; McCORMACK, C.; FELLMANN, N.; BEAUFRERE, B.; RITZ, P. Muscle fatty acid oxidative capacity is a determinant of whole body fat oxidation in elderly people. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 2001.

NELSON, M. E.; REJESKI, W. J.; BLAIR, S. N.; DUNCAN, P. W.; JUDGE, J. O.; KING, A. C.; MACERA, C. A.; CASTANEDASCEPPA, C. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc* , 2007.

PAFFENBARGER, R. S. Contributions of epidemiology to exercise science and cardiovascular health. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 1988.

PAFFENBARGER, R. S.; GIBBONS, L. W. Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. *The Journal of the American Medical Association*, 1996.

PARFITT, G.; HUGHES, S. The Exercise Intensity – Affect Relationship: Evidence and Implications for Exercise Behavior. *Journal of Science and Fitness*, 2009.

PIERS, L. S.; SOARES, M. J.; McCOMARCK, L. M.; O´DEA, K. Is there evidence for an age-Related reduction in metabolic rate? *J Appl Physiol.*, 1998.

POEHLMAN, E. T; McAULIFFE T. L.; VAN HOUTEN, D. R.; DANFORTH, Jr E. Influence of age and endurance training on metabolic rate and hormones in healthy men. *J Appl Physiol*, 1990.

POEHLMAN, E. T. Effect of exercise on daily energy needs in older individuals. *Am J Clin Nutr*, 1998.

POEHLMAN, E. T.; TOTH, M. J.; GARDNER, A. W. Changes in Energy Balance and Body Composition at Menopause: A Controlled Longitudinal Study. *American College of Physicians*, 2004.

POEHLMAN, E. T.; GORAN, M. I.; GARDNER, A. W.; ADES, P. A.; ARCIERO, P. J.; KATZMAN-ROOKS, S. M. Determinants of decline in resting metabolic rate in aging females. *J Appl Physiol*, 1993.

RAGUSO, C. A.; KYLE, U.; KOSSOVSKY, M.P.; ROYNETTE, C.; PAOLONI-GIACOBINO, A.; HANS, D.; GENTON, L.; PICHARD, C. A 3-year longitudinal study on body composition changes in the elderly: Role of physical exercise, 2006.

RAUCHBACH, R. Atividade física para 3ª idade. P. 17,18, 1989.

RAVUSSIN E.; LILLIOJA S.; KNOWLER W. C.; CHRISTIN L.; FREYMOND D.; ABBOTT W. G. Reduced rate of energy expenditure as a risk factor for body-weight gain. *N Engl J Med*, 1998.

RAVUSSIN, E.; SWINBURN, B. Metabolic predictors of obesity. *International Journal of Obesity*, 1993.

RICHELSON, L. S.; HEINZ, M.; WARNER, H. W.; MELTON II L. J.; RIGGS B. L. Relative contributions of aging and estrogen deficiency to postmenopausal bone loss. *New Engl J Med*, 1994.

REID I. R.; AMES, R. W.; EVANS, M. C.; SHARPE, S. J.; GAMBLE G. D. Determinants of the rate of bone loss in normal postmenopausal women. *Journal of Clinical Endocrinology Metabolism*, 1994.

RIDELL, M. C.; JAMNIK, V. K.; ISCOE, K. E.; TIMMONS, B. W.; GLEDHILL N. Fat oxidation rate and the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation decreases with pubertal status in young male subjects. *J Appl Physiol*, 2008.

RIKLI, R. E.; JONES, C.J. Development and validation of a functional fitness test for communityresiding older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 1999.

RISING R.; KEYS, A.; RAVUSSIN E.; BORGADUS C. Concomitant interindividual variation in body temperature and metabolic rate. *Am J Physiol*, 1992.

SANTOS, V. N.; NAVARRO, A. O Treinamento circuitado utilizado como estratégia para o emagrecimento em mulher idosa portadora de diabetes tipo 2- Um estudo de caso. *Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento*, 2007.

SIECK, G. C. *Physiology of aging*. *J Appl Physiol* , 2003.

SPIRDUSO, W. *Physical Dimensions of Aging*. 1st ed. Champaign: Human Kinetics, 1995.

SOWERS, M.; ZHENG, H.; TOMEY, K.;KARVONEN-GUTIERREZ, C.;JANNAUSCH, M.;LI,X.; YOSEF,M.;SYMONS, J. Changes in Body Composition in Women over Six Years at Midlife: Ovarian and Chronological Aging. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 2007.

STANGL, V.; BAUMANN, G.; STANGL, K. Coronary atherogenic risk factor in women. *European Heart Journal*, 2002.

STISEN, A.B.; STOUGAARD, O.; LANGFORT, J.; HELGE, J.W.; SAHLIN, K.; MADSEN, K. Maximal fat oxidation rates in endurance trained and untrained women. *Eur J Appl Physiol*, 2006.

TAGER., I.B.; HAIGHT, T.; STERNFELD, B.; YU, Z.; VAN DER LAAN, M. Effects of Physical activity and body composition on functional limitation in the elderly. *Epidemiology*, 2004.

THOMAS, J.R.; NELSON, J.; SILVERMAN, S. *Research Methods in Physical Activity*. Vol. 5th, Champaign, IL: Human Kinetics, 2005.

UUSI-RASI, K.; SIEVA NEN, H.; PASANEN, M.; OJA, P.; VUORI,I. Maintenance of Body Weight, Physical Activity and Calcium Intake Helps Preserve Bone Mass in Elderly Women. *International Osteoporosis Foundation and National Osteoporosis Foundation*, 2001.

VAN PELT, R. E.; DINNENNO, F. A.; SEALS, D. R.; JONES, P. P. Age-related decline in RMR in physically active men: relation to exercise volume and energy intake. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 2001.

VENABLES, M. C.; ACHTEN, J.; JEUKENDRUP, A. E. Determinants of fat oxidation during exercise in healthy men and women: a cross-sectional study. *J Appl Physiol*, 2005.

VISSER M.; GALLAGHER D.; DEURENBERG P.; WANG J.; PIERSON R.; HEYMSFIELD S. Density of fat-free body mass: relationship with race, age, and level of body fatness. *Am. J. Physiol*, 1997.

VISSER, M. T. B.; HARRIS, J.; LANGLOIS, M. T.; HANNAN, R.; ROUBENOFF, D. T.; FELSON, P. W. F.; WILSON, D. P. KIEL. Body Fat and Skeletal Muscle Mass in Relation to Physical Disability in Very Old Men and Women of the Framingham Heart Study. *The Journals of Gerontology*, 1997.

VISSER, M.; KIEL D. P.; LANGLOIS J.; HANNAN M. T.; FELSON D. T.; WILSON P. W.; HARRIS T. B.; Muscle mass and fat mass in relation to bone mineral density in very old men and women: The Framingham Heart Study. *Appl Radiat Isot*, 1998.

WATKIN, D. M. The physiology of aging. *American Journal of Clinical Nutrition*, Bethesda, 1982.

WENCK, D. A.; BAREN, M.; DEWAN, S. P. Nutrition: the challenge of being well nourished. 2.ed. New Jersey, 1983.

WHO Consultation on Obesity. Obesity: Prevention and Managing: The Global Epidemic. Report of a WHO Consultation on Obesity, 1997.

WORLD HEALTH ORGANIZATION: Data and statistics, 2007. Disponível em <<http://www.who.int/en/>>.

## TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Por favor, leia com atenção as informações contidas abaixo antes de dar o seu consentimento para participar desse estudo.

O objetivo desse estudo é avaliar as respostas fisiológicas entre um grupo de mulheres idosas e sedentárias. Com a obtenção desse conhecimento, futuros programas de exercício físico podem ser delineados com a possibilidade de otimizar o condicionamento físico de idosas.

Os problemas que poderão ocorrer durante a realização desses testes incluem: falta de ar, tontura, sensação de desmaio, dores musculares, articulares, entre outros. Se qualquer um desses problemas for sentido, o avaliador responsável deverá ser imediatamente comunicado. Essa avaliação é contra-indicada para indivíduos portadores de qualquer doença mental, cardiovascular, respiratória, metabólica e/ou musculoesquelética que impossibilite a realização do teste de maneira adequada.

Além disso, a sua identificação e de seus dados coletados são confidenciais, sendo entregues individualmente a cada participante após a avaliação dos resultados e término do estudo.

Diante do exposto acima, concedo a minha participação voluntária na pesquisa e declaro estar ciente dos seus objetivos e procedimentos, sabendo ainda que poderei retirar meu consentimento a qualquer instante da pesquisa, sem a ocorrência de qualquer tipo de prejuízo aos meus cuidados.

Curitiba, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2010.

\_\_\_\_\_

Nome avaliado

RG: \_\_\_\_\_



Sergio Gregorio da Silva

RG: 1.370.207-1

## AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

Data:	Número de Identificação
Nome:	Posição:
Data de nascimento:	
Endereço:	
Cidade:	Estado:                      CEP:
Telefone (casa):	Telefone (cel):

Massa corporal:	Estatura:		
Circunferências:			
Braço:	Cintura:	Abdominal:	Coxa:
Antebraço:	Quadril:		Panturrilha:
Dobras cutâneas:			
Coxa:	Tríceps:	Abdômen:	Supra-ilíaca:
Panturrilha:	Subescapular:		
% de Gordura:			

## TESTE INCREMENTAL MÁXIMO EM ESTEIRA (1º TESTE)

FC predita pela idade (85%HRmax) (226 –age): \_\_\_\_\_

**Tabela 1. Protocolo de Bruce, 1971**

Estágio	Velocidade Km/h	Inclinação %	Duração do Estágio Min.
1	2,7	10	3
2	4	12	3
3	5,6	14	3
4	7,2	16	3
5	8	18	3
6	8,8	20	3
7	9,6	22	3
8	10,4	24	3

TEMPO	VE (L/min)	VO2 (ml/kg/min)	VO2 (L/min)	VCO2 (L/min)	FC (bpm)	RER --
Min. 1						
Min. 2						
Min. 3						
Min. 4						
Min. 5						