

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE – FACIS
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL E DA
TAXA METABÓLICA DE REPOUSO DE MULHERES
JOVENS RESIDENTES NO INTERIOR
DO ESTADO DE SÃO PAULO/BRASIL**

CACIANE DALLEMOLE

Piracicaba – SP

2006

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE – FACIS
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL E DA
TAXA METABÓLICA DE REPOUSO DE MULHERES
JOVENS RESIDENTES NO INTERIOR
DO ESTADO DE SÃO PAULO/BRASIL**

CACIANE DALLEMOLE

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Educação Física da Universidade Metodista de Piracicaba, como requisito parcial, para obtenção do título de Mestre em Educação Física com área de concentração em “Performance Humana”, sob orientação do Prof. Dr. Marcelo de Castro Cesar.

Piracicaba – SP

2006

**AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL E DA TAXA
METABÓLICA DE REPOUSO DE MULHERES JOVENS RESIDENTES
NO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO/BRASIL**

**Elaborada por
CACIANE DALLEMOLE**

**Aprovada em
29/09/2006**

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Marcelo de Castro Cesar (Orientador)

Prof. Dra. Maria Rita Marques de Oliveira

Prof. Dra. Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil

Prof. Dr. Ídico Pelegrinotti

**Universidade Metodista de Piracicaba
Faculdade de Ciências da Saúde
Piracicaba – SP
2006**

DEDICATÓRIA

Dedico a minha mãe, Norma, minha maior incentivadora e meu motivo de orgulho. A Julia, por me dar paz e força para alcançar este objetivo. A minha irmã Daniele, pelo apoio e incentivo, e ao Eduardo, por me fazer acreditar que os sonhos podem se tornar realidade.

Amo muito todos vocês.

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu Mestre no decorrer de toda minha vida;

Ao Prof. Dr. Marcelo de Castro Cesar, pelo seu apoio, competência e orientação na realização desta dissertação e no desenvolvimento deste programa de Mestrado, minha admiração, respeito e gratidão;

Ao Prof. Dr. Edílson Serpeloni Cyrino, por ter sido o grande responsável pelo despertar na carreira acadêmica e científica, a minha profunda admiração e gratidão;

A Prof. Dra. Maria Imaculada de Lima Montebelo, pela colaboração na elaboração da estatística;

As Profas. Maria Rita Marques de Oliveira e Mara Patrícia Traina Chacon-Mikahil, pelas contribuições de conhecimento para finalização desta pesquisa;

Ao Prof. Ms. Eduardo do Nascimento Souza, pelo apoio, incentivo e companheirismo, obrigada por você fazer parte da minha vida;

A Marina Bertato e a Pâmela, Milena, Ricardo e Thiago, pesquisadores do laboratório de Avaliação Antropométrica e do Esforço Físico da Universidade Metodista de Piracicaba;

Ao apoio da FAPESP que possibilitou a disponibilização do equipamento para a medida da taxa metabólica de repouso das voluntárias;

A todas voluntárias que participaram deste estudo, muito obrigada.

RESUMO

O propósito principal do presente estudo foi verificar a composição corporal e a taxa metabólica de repouso de mulheres jovens residentes no interior do estado de São Paulo/Brasil. A amostra foi formada por 46 mulheres, estudantes universitárias, com média de idade de 21,7 anos. Para análise da composição corporal foram utilizadas medidas antropométricas de massa corporal, estatura e Impedância Bioelétrica. Para a mensuração da taxa metabólica de repouso foi empregado o método de calorimetria indireta. Adotou-se o nível de significância de 0,05 para tomadas de decisão. O resultado encontrado para a taxa metabólica de repouso medida foi comparado com as estimadas por equações de predição, demonstrando que a equação de Harris e Benedict superestimou a taxa metabólica de repouso em 10%, seguida de Schofield e da FAO/WHO/UNU em 7%, enquanto que a de Henry e Rees em 1,6%, sendo esta a única equação a não apresentar diferença significativa. Quando a taxa metabólica de repouso medida foi correlacionada com as estimadas pelas equações de predição, foi encontrado um coeficiente de correlação de $r=0,62$ ($p<0,0001$) para as quatro equações. Para todas as voluntárias agrupadas, as variáveis massa corporal e massa magra foram as que mais se correlacionaram com a taxa metabólica de repouso medida ($r=0,62$ e $r=0,63$, respectivamente; $p<0,0001$), seguida do índice de massa corporal e massa gorda ($r=0,51$; $p<0,001$), % de gordura corporal ($r=0,43$; $p<0,05$) e estatura ($r=0,38$; $p<0,05$). Quando as voluntárias foram divididas em diferentes % de gordura corporal, as variáveis massa magra e massa gorda diferiram significativamente entre os grupos <25%, 25-30% e >30%. O índice de massa corporal diferiu significativamente entre <25% com >30% e 25-30% com >30%, e a massa magra entre <25% com >30%. A taxa metabólica de repouso medida foi significativamente maior no grupo >30% comparado com o <25%, quando esta foi ajustada à massa corporal. Houve diferença significativa entre o grupo <25% com o >30%, entretanto quando foi ajustada à massa magra não foi observada diferença significativa. No grupo de voluntárias <25%, as variáveis massa corporal e massa magra foram as que mais se correlacionaram com a taxa metabólica de repouso medida ($r=0,72$ e $r=0,71$; $p<0,001$), no de 25-30%, foram o índice de massa corporal e a massa magra ($r=0,82$ e $r=0,75$; $p<0,001$ e $p<0,05$), enquanto que no >30% nenhuma variável foi

correlacionada significativamente. Em relação às equações de predição, o grupo <25% apresentou correlação significativa ($r=0,72$; $p<0,001$) nas quatro equações, o de 25-30% obteve correlação significativa ($r=0,73$; $p<0,05$) com as equações de Schofield, FAO/WHO/UNU e Henry e Rees, enquanto que o >30% não foi correlacionado com nenhuma das equações. Em conclusão, as mulheres com maior % de gordura corporal, apresentaram maiores valores de composição corporal e taxa metabólica de repouso medida que as com menores quantidades de gordura. As voluntárias com diferentes % de gordura corporal, mostraram comportamentos distintos quanto aos componentes determinantes da taxa metabólica de repouso medida, das estimadas pelas equações de predição, indicando que essas devem ser utilizadas com cautela em obesas. Das quatro equações estimadas, a de Henry e Rees foi a única que não mostrou diferença significativa quando comparada com a taxa metabólica de repouso medida no grupo das 46 voluntárias, mostrando, portanto, ser a mais adequada a ser utilizada em mulheres jovens com características semelhantes as voluntárias estudadas.

Palavras chave: Mulheres jovens, composição corporal, taxa metabólica de repouso, equações de predição.

ABSTRACT

The main purpose of the present study was to verify body composition and the resting metabolic rate of young women resident in the state of São Paulo/Brasil. The sample was formed by 46 women, university students, with an average age of 21.7 years. For analysis of body composition, anthropometric measurements of body mass, stature, and Impedance Bioelectrical were used. For the measurement of the resting metabolic rate, the method of indirect calorimetry was used. The level of significance of 0.05 was adopted for the decision. The result found for the measured resting metabolic rate was compared with the estimated by prediction equations, demonstrating that the equation of Harris and Benedict overestimated the resting metabolic rate by 10%, followed by Schofield and of FAO/WHO/UNU by 7%, while the equation of Henry and Rees by 1.6%, being this the only equation to not present a significant difference. When the measured resting metabolic rate was correlated with the estimated by the prediction equations, it was found a coefficient of correlation of $r=0.62$ ($p<0.0001$) for the four equations. For all the contained volunteers, the variables body weight and fat free mass were the that more correlated with measured resting metabolic rate ($r=0.62$ and $r=0.63$, respectively; $p<0.0001$), followed by body mass index and fat mass ($r=0.51$; $p<0.001$), % of fat ($r=0.43$; $p<0.05$) and stature ($r=0.38$; $p<0.05$). When the volunteers were divided in different % of body fat, the variables body weight, fat mass and % of fat they differed significantly among the groups <25%, 25-30% and >30% of body fat, the body mass index differed significantly among <25% with >30% and 25-30% with >30%, and fat free mass among <25% with >30%. Measured resting metabolic rate was larger significantly in the group >30% compared with the <25%, when this was adjusted the body weight, there was significant difference among the group <25% with the >30%, however when this was adjusted for the fat free mass, significant difference it was not observed. In the volunteers' group <25%, the variables body weight and fat free mass were the ones that more they were correlated with measured resting metabolic rate ($r=0.72$ and $r=0.71$; $p<0.001$), in the one of 25-30%, they were body mass index and fat free mass ($r=0.82$ and $r=0.75$; $p<0.001$ e $p<0.05$), while in the >30% any variable significantly was correlated. In relation to the prediction equations, the group <25% presented significant correlation ($r=0.72$; $p<0.001$) in the four equations, the one of 25-30% obtained significant correlation ($r=0.73$; $p<0.05$)

with the equations of Schofield, FAO/WHO/UNU and Henry and Rees, while the >30% were not correlated with none of the equations. In conclusion, the women with larger % of body fat, they presented larger values of anthropometrics measured and resting metabolic rate measure that the with smaller amounts of fat. The volunteers with different % of fat, they showed behaviors different with relationship to the components determinant of measured resting metabolic rate, of the esteemed by the prediction equations, indicating that those should be used with caution in obese. Of the four esteemed equations, the one of Henry and Rees it went to only that didn't show significant difference when compared with measured resting metabolic rate in the 46 volunteers' group, being therefore, to be the most appropriate to be used in young women with similar characteristics the studied volunteers.

Words key: Young women, body composition, resting metabolic rate, prediction equations.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	xii
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS.....	xvi
1 INTRODUÇÃO.....	18
1.1 JUSTIFICATIVA.....	19
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	21
2.1 AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL.....	21
2.2 METABOLISMO ENERGÉTICO.....	26
2.2.1 Metabolismo Voluntário.....	26
2.2.2 Efeito Térmico dos Alimentos.....	27
2.2.3 Termogênese Facultativa.....	28
2.2.4 Metabolismo Basal.....	28
2.3 ESTIMATIVAS PARA O METABOLISMO ENERGÉTICO.....	29
2.3.1 Água Duplamente Marcada.....	29
2.3.2 Sensores de Movimentos.....	30
2.3.3 Monitoração da Frequência Cardíaca.....	31
2.3.4 Registro Recordatório das Atividades Realizadas.....	31
2.3.5 Calorimetria.....	32
2.3.5.1 Calorimetria Direta.....	32
2.3.5.2 Calorimetria Indireta.....	33
2.3.6 Equações de Predição.....	36
2.4 FATORES QUE INFLUENCIAM NA TAXA METABÓLICA DE REPOUSO.....	42
2.4.1 Fatores Biológicos.....	42
2.4.2 Fatores Ambientais.....	49
3 OBJETIVOS.....	57
3.1 OBJETIVO GERAL.....	57
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	57

4	MÉTODOS.....	58
4.1	CASUÍSTICA.....	58
4.2	PROTOCOLO EXPERIMENTAL.....	58
4.2.1	Avaliação da Saúde.....	58
4.2.2	Protocolo de Testes.....	58
4.2.2.1	Composição Corporal.....	59
4.2.2.2	Taxa Metabólica de Repouso.....	60
4.2.3	Equações de Predição.....	62
4.3	MÉTODO ESTATÍSTICO.....	62
5	RESULTADOS.....	64
6	DISCUSSÃO.....	80
7	CONCLUSÕES.....	93
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94
	ANEXOS.....	110

LISTA DE TABELAS

		Página
Tabela 1 –	Idade, composição corporal e TMR medida e ajustada em função da massa corporal e massa magra no grupo de 46 mulheres estudadas.....	64
Tabela 2 –	Média e Desvio Padrão e resultado do nível descritivo do teste t de Student dos valores da TMR medida e as estimadas pelas diferentes equações de predição.....	65
Tabela 3 –	Idade e composição corporal em função do % de gordura corporal no grupo de 46 mulheres estudadas.....	67
Tabela 4 –	TMR medida e ajustada para a massa corporal e massa magra, e TMR estimadas pelas equações de predição de Harris e Benedict, Schofield, FAO/WHO/UNU e Henry e Rees em função do % de gordura corporal das 46 voluntárias.....	68
Tabela 5 –	Correlação linear de Pearson entre a TMR medida e as estimadas pelas equações de predição de Harris e Benedict (H e B), Schofield, FAO/WHO/UNU (FAO) e Henry e Rees (H e R) para todas as voluntárias (n=46).....	73
Tabela 6 –	Correlação linear de Pearson entre a idade, a composição corporal e a TMR medida e estimadas pelas equações de Harris e Benedict (H e B), Schofield, FAO/WHO/UNU (FAO) e Henry e Rees (H e R) para todas as voluntárias (n=46).....	74
Tabela 7 –	Correlação linear de Pearson entre a TMR medida e as estimadas pelas equações de predição de Harris e Benedict (H e B), Schofield, FAO/WHO/UNU (FAO) e Henry e Rees (H e R) para o grupo de voluntárias <25% de gordura corporal (n=22).....	75

Tabela 8 –	Correlação linear de Pearson entre a idade, a composição corporal e a TMR medida e as estimadas pelas equações de predição de Harris e Benedict (H e B), Schofield, FAO/WHO/UNU (FAO) e Henry e Rees (H e R) para o grupo de voluntárias <25% de gordura corporal (n=22).....	76
Tabela 9 –	Correlação linear de Pearson entre a TMR medida e as estimadas pelas equações de predição de Harris e Benedict (H e B), Schofield, FAO/WHO/UNU (FAO) e Henry e Rees (H e R) para o grupo de voluntárias com 25-30% de gordura corporal (n=11).....	76
Tabela 10 –	Correlação linear de Pearson entre a idade, a composição corporal e TMR medida e as estimadas pelas equações de predição de Harris e Benedict (H e B), Schofield, FAO/WHO/UNU (FAO) e Henry e Rees (H e R) para o grupo de voluntárias com 25-30% de gordura corporal (n=11).....	77
Tabela 11 –	Correlação linear de Pearson entre a TMR medida e as estimadas pelas equações de predição de Harris e Benedict (H e B), Schofield, FAO/WHO/UNU (FAO) e Henry e Rees (H e R) para o grupo de voluntárias >30% de gordura corporal (n=13).....	78
Tabela 12 –	Correlação linear de Pearson entre a idade, a composição corporal e TMR medida e as estimadas pelas equações de predição de Harris e Benedict (H e B), Schofield, FAO/WHO/UNU (FAO) e Henry e Rees (H e R) para o grupo de voluntárias >30% de gordura corporal (n=13).....	79

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – Média e Desvio Padrão da variável Taxa Metabólica de Repouso medida (TMRmed) e as estimadas pelas equações de predição de Harris e Benedict (H e B), Schofield (Scho), FAO/WHO/UNU (FAO) e Henry e Rees (H e R).....	66
Figura 2 – Média e Desvio Padrão da variável Idade (anos) em função do % de gordura corporal (n=46).....	69
Figura 3 – Média e Desvio Padrão da variável Estatura (cm) em função do % de gordura corporal (n=46).....	69
Figura 4 – Média e Desvio Padrão da variável Massa Corporal (kg) em função do % de gordura corporal (n=46).....	70
Figura 5 – Média e Desvio Padrão da variável Índice de Massa Corporal (kg/m ²) em função do % de gordura corporal (n=46).....	70
Figura 6 – Média e Desvio Padrão da variável Massa Magra (kg) em função do % de gordura corporal (n=46).....	71
Figura 7 – Média e Desvio Padrão da variável Massa Gorda (kg) em função do % de gordura corporal (n=46).....	71
Figura 8 – Média e Desvio Padrão da variável Taxa Metabólica de Repouso medida (kcal/24 h) em função do % de gordura corporal (n=46).....	72
Figura 9 – Média e Desvio Padrão da variável Taxa Metabólica de Repouso medida ajustada à Massa Corporal (kcal/kg) em função do % de gordura corporal (n=46).....	72

Figura 10 – Média e Desvio Padrão da variável Taxa Metabólica de Repouso medida ajustada à Massa Magra (kcal/kg) em função do % de gordura corporal (n=46).....	73
---	----

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

%	Porcentagem
g	Gramas
kg	Kilogramas
kcal	Kilocalorias
cm	Centímetros
m	Metros
h	Horas
min	Minutos
ml	Mililitros
ACT	Água corporal total
CO ₂	Dióxido de carbono
DC	Dobras cutâneas
DP	Desvio padrão
EST	Estatura
ETA	Efeito térmico dos alimentos
FC	Frequência cardíaca
FECO ₂	Fração de dióxido de carbono no ar expirado
FEO ₂	Fração de oxigênio no ar expirado
GC	Gordura corporal
GE	Gasto energético
IB	Impedância Bioelétrica
IC	Índice de conicidade
ID	Idade
IMC	Índice de massa corporal
LV	Limiar ventilatório
MC	Massa corporal
MG	Massa gorda
MM	Massa magra
O ₂	Oxigênio
QR	Quociente respiratório
QR _p	Quociente respiratório protéico

QR _{np}	Quociente respiratório não protéico
R	Resistência
RCQ	Relação cintura quadril
TF	Treinamento de força
TMB	Taxa metabólica basal
TMR	Taxa metabólica de repouso
TP	Treinamento com pesos
VE	Volume minuto expirado
VCO ₂	Produção de dióxido de carbono
VO ₂	Consumo de oxigênio
VO ₂ max	Consumo máximo de oxigênio

1 INTRODUÇÃO

A medida do gasto energético (GE) total é um componente fundamental em diversas pesquisas das áreas de metabolismo, nutrição e exercício (SPEAKMAN, 1998). Desde o século XIX, a medição da taxa metabólica basal (TMB) é realizada pela determinação da quantidade de calor produzido no organismo por meio da calorimetria direta. No início do século XX, iniciou-se a medida da TMB pelo cálculo de calor indiretamente (calorimetria indireta) a partir do consumo de oxigênio (VO_2) e da produção de dióxido de carbono (VCO_2) (WAHRLICH; ANJOS, 2001).

Os dois principais componentes da demanda energética, estão associados ao atendimento das necessidades orgânicas em estado de repouso e as solicitações energéticas em situação de trabalho muscular voluntário. Além desses, o efeito térmico dos alimentos (ETA) e, eventualmente, a chamada termogênese facultativa também contribuem em menor proporção para o GE total (GUEDES; GUEDES, 2003).

A demanda energética relacionada ao metabolismo de repouso (TMR – Taxa Metabólica de Repouso) refere-se à energia necessária para a manutenção da temperatura corporal em estado de repouso e dos sistemas integrados associados às funções orgânicas básicas e essenciais. Seus valores se aproximam da demanda energética mínima necessária à manutenção da vida ou do metabolismo basal (HILL et al., 1995). O consumo diário de energia em humanos pode ser dividido em três partes: a energia consumida em repouso responde por 60-75% do GE total diário, o ETA 10% e a atividade física de 15-30% (WANG et al., 2000).

A proporção do GE associado ao metabolismo de repouso depende do nível de prática da atividade física do indivíduo. A contribuição da demanda energética equivalente ao metabolismo de repouso é maior em indivíduos menos ativos fisicamente, por utilizarem de menores quantidades de energia acima dos níveis de repouso (GUEDES; GUEDES, 1998).

Além disso, a necessidade energética para a manutenção do metabolismo de repouso é proporcional ao tamanho e as variações associadas à composição corporal. Indivíduos mais altos e mais pesados tendem a apresentar metabolismo de repouso mais elevado do que indivíduos de menor estatura e massa corporal (MC) (HIMMS, 1984). Os músculos e outros tecidos magros apresentam trabalho metabólico mais elevado que a gordura (RAVUSIN et al., 1986). Logo, o GE associado ao metabolismo de repouso de indivíduos magros é mais elevada do que a dos indivíduos com maiores quantidades de gordura, mas com MC semelhante.

A calorimetria indireta foi introduzida no início do século passado, obtendo papel fundamental na investigação do metabolismo dos seres vivos (DURIN, 1991). Na área clínica, foi amplamente utilizada até a década de 1950 para avaliar o estado funcional da glândula tireóide, mediante determinação do metabolismo basal (DIENER, 1997). A introdução do suporte nutricional na década de 1970, renovou o interesse no estudo do metabolismo e nutrição de pacientes enfermos, demonstrando a necessidade de se determinar, de maneira acurada, o GE (MULLEN, 1991).

Com a mudança de orientação na estimativa das necessidades energéticas humanas, da ingestão para o GE sugerida pela Food and Agriculture Organization / World Health Organization / United Nations University (FAO/WHO/UNU, 1985) houve a necessidade de se atualizar as informações existentes sobre o metabolismo basal, fazendo assim uma revisão das equações de predição da TMR (SCHOFIELD, 1985). Com isso, inúmeros estudos têm sido desenvolvidos, com intuito de estimar o GE por meio de equações de predição em determinadas populações.

1.1 JUSTIFICATIVA

A medida do GE total, bem como a composição corporal, são componentes importantes nas inúmeras pesquisas das áreas do metabolismo, nutrição e exercício.

A TMR é o principal componente do GE diário, podendo representar de 50% (nos indivíduos muito ativos fisicamente) a 70% (nos mais sedentários) do

total de energia gasta diariamente (CLARK; HOFFER, 1991). Assim, o GE diário deveria nortear necessariamente as recomendações energéticas diárias. Diante desses fatos, considerando que na maioria das vezes não é possível medir a TMR por calorimetria indireta, recomenda-se internacionalmente o uso de equações de predição da mesma.

A literatura carece de equações para a população brasileira e tem demonstrado que as existentes fornecem estimativas elevadas da TMR, particularmente para os indivíduos residentes nos trópicos. Desta forma, é necessário que mais estudos sejam realizados nos vários segmentos da população brasileira, para que se possam validar ou propor equações adequadas de predição da TMR. Como a calorimetria indireta é um método de custo elevado que requer cuidado, a estimativa acurada do dispêndio e da ingestão calórica para o planejamento alimentar seria facilitada por meio de equações de predição.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL

Informações associadas à composição corporal tornam-se de fundamental importância na avaliação da saúde, orientação dos programas de redução da MC, condicionamento físico, diferenças socioculturais, bem como na prevenção e tratamento de diversas doenças crônicas como Diabetes, Hipertensão Arterial, Cardiopatias e Dislipidemias (AAHPERD, 1980).

Para estudar a composição corporal, a MC é subdividida em dois ou mais compartimentos, usando modelos químicos, anatômicos ou fluido-metabólicos. Quando a MC é dividida em dois compartimentos, essa divisão compreende em gordura e massa magra (MM). O modelo químico compreende a composição corporal dividida em multicomponentes, como gordura, água, proteínas e minerais, já o modelo anatômico é dividido em tecido adiposo, tecidos moles (músculos não esqueléticos), músculos esqueléticos e ossos, enquanto o modelo de fluidos metabólicos é dividido em gordura, fluido extracelular, fluido intracelular, sólidos intracelulares e sólidos extracelulares (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000).

Existem diversos métodos de análise de composição corporal, com diferentes características, seja na aplicabilidade prática, no custo, ou na precisão. Essas análises podem ocorrer com procedimentos de determinação direta, indireta e duplamente indireta (MARTIN; DRINKWATER, 1991). O procedimento direto, apesar de elevada precisão, não é realizado, cuja análise é feita por meio da dissecação física ou físico-química de cadáveres. Esta técnica consiste na separação dos diversos componentes estruturais do corpo humano, com o propósito de verificar sua massa isoladamente e estabelecer relações entre eles e a MC total (COSTA, 2001). Este procedimento oferece suporte teórico às técnicas de medidas indiretas e duplamente indiretas, sendo utilizado com maior frequência em investigações científicas e na validação dos recursos duplamente indiretos (GUEDES; GUEDES, 2003).

Nos procedimentos indiretos são obtidas informações quanto às estimativas dos componentes de gordura e MM. Enquanto que, nos procedimentos duplamente indiretos, equações de regressão são envolvidas para predizer variáveis associadas aos procedimentos indiretos, que deverão estimar parâmetros da composição corporal (GUEDES; GUEDES, 2003). As técnicas duplamente indiretas são menos rigorosas, têm uma melhor aplicação prática e um menor custo financeiro, podendo ser aplicadas em ambiente de campo e clínico. Também são utilizadas em grande escala para a avaliação da composição corporal (MONTEIRO; FERNANDES FILHO, 2002).

Os métodos mais utilizados pela literatura são os procedimentos indiretos como a Densitometria, Hidrometria, Absortometria radiológica de dupla energia, e os duplamente indiretos, como a Antropometria e a Impedância bioelétrica:

1. Densitometria: Essa técnica baseia-se no pressuposto que a densidade corporal é estabelecida pelas densidades de vários componentes corporais e pela proporção em que cada um desses contribui para definir a massa corporal total. Considerando o corpo constituído por dois compartimentos, sendo um a massa gorda (MG) e o outro a MM, e sabendo que a densidade da MG é de 0,900 g/ml e da MM é de 1,100 g/ml, pode-se calcular a quantidade de gordura corporal a partir de sua densidade total. No entanto, é necessário submergir totalmente o indivíduo na água (Pesagem hidrostática) e considerar o efeito do ar residual nos pulmões (BEHNKE; WILMORE, 1974). Embora essa avaliação produza valores de densidade corporal muito precisos, sua avaliação é restrita a laboratórios, limitada pela disponibilidade e dependente de tecnologia cara (BOILEAU; HORSWILL, 2003), além do que avaliados devem ter uma adaptação ao meio aquático, limitando a sua utilização em análises rotineiras da composição corporal (GUEDES; GUEDES, 2003). O método de pesagem hidrostática é considerado padrão ouro para a validação em estudos de novos métodos de avaliação da composição corporal. Uma outra maneira de se avaliar a densidade corporal é por meio da pletismografia, em que para medir o volume corporal, utiliza-se o deslocamento do ar (GARROW et al., 1979). Esse método requer aparelhagem complexa, o que torna o método de difícil aplicação.

2. Hidrometria: É um método invasivo de estimativa da água corporal total, devido à necessidade de ingerir ou aplicar uma substância no indivíduo (isótopo de hidrogênio), que será distribuída igualmente por toda a água contida no corpo. Os isótopos mais utilizados são o deutério (D_2O) e oxigênio – 18, não radioativos e o trítio (3H_2O), radioativo (HOWLEY; FRANKS, 2000). Assim, assume-se que a água corporal tem uma proporção fixa na MM e pode-se então calculá-la. A MG é obtida subtraindo-se o peso total do peso da MM (SPEAKMAN, 1998). Esta técnica deve ser utilizada com cuidados para crianças, adolescentes e idosos, devido a variação no conteúdo de água destes indivíduos (LOHMAN, 1992). Como limitações desta técnica encontram-se o custo, a necessidade de técnicos especializados e a dificuldade da análise (LUKASKI, 1987).

3. Absortometria radiológica de dupla energia (DEXA): Baseia-se no pressuposto de que o grau de absorção de radiações de cada tecido orgânico depende do comprimento da onda utilizada e do número atômico dos elementos interpostos (GUEDES; GUEDES, 2003). Essa técnica permite analisar a composição corporal por segmentos (estimativa de mineral ósseo, gordura e massa dos tecidos magros), oferecendo informações quanto à distribuição anatômica da gordura (JENSEN, 1992). O DEXA é considerado um procedimento não-invasivo, não-traumático, altamente preciso e reprodutivo (GUTIN et al., 1996), porém, fatores como custo excessivo do equipamento, tempo de rastreamento do corpo e dimensões corporais do avaliado, devem ser levados em consideração.

4. Antropometria: É a ciência que estuda e avalia as medidas de tamanho, massa e proporções do corpo humano (FERNANDES FILHO, 1999). Dentro desta ciência encontram-se medidas de MC e estatura, diâmetros e comprimentos ósseos, espessura de dobras cutâneas (DC), circunferências e alguns índices que avaliam o risco de desenvolver doenças, dentre estes: índice de massa corporal (IMC) ou de Quetelet, índice de conicidade (IC) e índice de relação cintura e quadril (RCQ).

A técnica antropométrica é considerada a de maior aplicabilidade, devido à simplicidade de utilização, custo relativamente baixo quando comparado às outras técnicas, a inocuidade, a relativa facilidade de interpretação e as menores restrições culturais, por se tratar de medidas externas das dimensões corporais.

Portanto, essas medidas são consideradas ideais para pesquisas epidemiológicas de larga escala e propósitos clínicos (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000). A exatidão e a fidedignidade das medidas antropométricas podem ser afetadas por equipamento, habilidade do avaliador, fatores do sujeito e equação de predição escolhida para estimar a composição corporal (GUEDES; GUEDES, 2003).

A medida das DC são as medidas antropométricas mais comumente utilizadas na literatura para a análise dos parâmetros da composição corporal (GUEDES; GUEDES, 2003), já que grande proporção da gordura corporal se encontra localizada no tecido subcutâneo, e, assim, medidas quanto a sua espessura servem como indicador da quantidade de gordura localizada em diferentes regiões anatômicas (CLARYS et al., 1987). Para Lohman et al. (1984) a exatidão e a precisão das medidas das DC dependem do tipo de compasso utilizado, da familiarização dos avaliadores com as técnicas de medida e da perfeita identificação do ponto anatômico a ser medido.

As equações de predição antropométricas estimam a densidade corporal, a gordura corporal relativa ou a MM a partir de combinações de MC, estatura, diâmetros ósseos, medidas de circunferências corporais e espessura de DC. Essas equações são baseadas tanto em modelos generalizados como específicos a grupos populacionais (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000).

5. Impedância Bioelétrica (IB): A oposição oferecida por um circuito elétrico a uma corrente alternada é denominada de impedância. Nas estruturas biológicas essa deverá sofrer a influência de dois componentes: da resistência apresentada pelos próprios tecidos à condução da corrente elétrica e da oposição adicional (reactância) causada pela capacidade de isolamento à passagem da corrente elétrica apresentada pelas membranas celulares e pelos tecidos não-iônicos. Essa técnica produz informações quanto à impedância que o corpo humano oferece a condução de uma corrente elétrica de baixa intensidade (LUKASKI, 1987).

No corpo humano essa condução elétrica está relacionada à quantidade de água e distribuição de eletrólitos no mesmo. A água é considerada como boa condutora elétrica, oferecendo pouca resistência à passagem de uma corrente elétrica (GLANER, 2001). De acordo com Lukaski (1987), 73,2% da água

corporal total encontra-se na MM, onde a concentração de eletrólitos é maior, sendo esta melhor condutora da corrente elétrica do que a gordura. Assim, é possível estimar a água corporal total da MM, podendo ser determinado a MG e o % de gordura corporal.

Diferentes proporções de gordura e massa magra (MM) acarretam diferentes velocidades de condução, onde tecidos que apresentam elevado conteúdo de água e de eletrólitos apresentam elevada capacidade de condução elétrica, enquanto os chamados tecidos secos são altamente resistentes à passagem da corrente elétrica (BAUMGARTNER, 1996). Ao se admitir que a MM contém grande parte da água e dos eletrólitos do organismo, sendo, portanto o principal responsável pelo nível de condutibilidade da corrente elétrica, estima-se o componente da MM e, posteriormente, com base na MC, o componente de gordura (GUEDES; GUEDES, 2003).

Esta técnica de avaliação pode ser realizada por meio do método tetrapolar e do método bipolar. No método tetrapolar, a resistência é determinada pela colocação de dois eletrodos (fonte e receptor) sobre o pulso direito e dois sobre o tornozelo direito (BAUMGARTNER; CHUMLEA; ROCHE, 1990). Por este método é possível identificar os níveis de resistência e reactância do organismo à corrente elétrica, avaliando a quantidade total de água no organismo, enquanto que, o método bipolar requer que o avaliado segure com ambas as mãos sobre os eletrodos, para que a corrente elétrica possa percorrer os membros superiores do tronco (COSTA, 2001).

Apesar do método da IB ser relativamente simples, fatores como: equipamento, habilidade do mensurador (variabilidade inter-mensurador), fatores ambientais (temperatura), diferentes equações utilizadas na estimativa da MM e modificações internas ocorridas no sujeito (níveis de hidratação, atividade física, alimentação e ciclo menstrual) podem afetar a resistência total do corpo e a estimativa da MM (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000).

Segundo Lukaski et al. (1986) para a medida da IB deve-se levar em consideração o seguinte protocolo:

i) Manter-se em jejum pelo menos nas 4 h anteriores ao teste;

- ii) Não utilizar medicamentos diuréticos nos 7 dias que antecedem o teste;
- iii) Urinar pelo menos 30 min antes do teste;
- iv) Não ingerir bebidas alcoólicas nas 48 h anteriores ao teste;
- v) Não realizar atividades físicas extenuantes nas 24 h anteriores ao teste;
- vi) Permanecer pelo menos de 5 a 10 min deitado em decúbito dorsal, em total repouso antes da execução do teste.

As equações de predição da IB são baseadas tanto em modelos populacionais específicos como generalizados. Além do mais, pesquisadores demonstram que a exatidão de predição do método da IB pode ser aumentada usando equações específicas para idade (LOHMAN, 1992), etnia (STOLARCZYK et al., 1994), nível de gordura (GRAY et al., 1989), e nível de atividade física (HOUTKOOOPER et al., 1989).

Vários são os benefícios na utilização deste método para a avaliação da gordura corporal, tais como: não requer um alto grau de habilidade do avaliador; é confortável e não-invasiva; baixo custo; facilidade de aplicação e portabilidade; pode ser utilizada na avaliação da composição corporal tanto para indivíduos obesos como não obesos e possui equações específicas para diferentes grupos populacionais (GRAY et al., 1989).

2.2 METABOLISMO ENERGÉTICO

A demanda energética total compreende o metabolismo voluntário, o ETA, a termogênese facultativa e o metabolismo basal.

2.2.1 Metabolismo Voluntário

O GE relacionado ao metabolismo voluntário refere-se a toda participação energética relacionada às contrações musculares voluntárias, sendo

associadas às atividades físicas, representa de 15 a 30% do GE diário e varia com o nível de atividade física do indivíduo (ASTRAND; RODAHL, 1970).

O GE do metabolismo voluntário associado às atividades físicas do cotidiano podem ser classificadas em cinco categorias (GUEDES; GUEDES, 2003):

- i) Demanda energética proveniente do tempo dedicado ao descanso e às necessidades vitais, como horas de sono, refeições, higiene e outras;
- ii) Demanda energética solicitada pelas atividades no desempenho da ocupação profissional;
- iii) Demanda energética necessária para as tarefas domésticas;
- iv) Demanda energética voltada a atender as atividades de lazer e do tempo livre;
- v) Demanda energética induzida pelo envolvimento em atividades esportivas e rotinas de condicionamento físico.

2.2.2 Efeito Térmico dos Alimentos

O ETA é a energia associada ao custo de digestão, absorção, transporte e armazenamento dos nutrientes contidos nos alimentos ingeridos (WELLE; LILAVIVATHANA; CAMPBELL, 1981), onde em valores médios, estima-se que o ETA representa por volta de 10% do metabolismo energético total (GARROW; HAWES, 1972). Porém, esses valores podem variar de acordo com a quantidade e a proporção dos macronutrientes dos alimentos consumidos (ROTHWELL; STOCK, 1986).

D'Alessio et al. (1988) ao investigar o ETA em um grupo de indivíduos magros e obesos, relataram que este aumentou linearmente com as calorias ingeridas, independentemente se eram magros ou obesos. Das et al. (2004) estudaram 30 mulheres com IMC médio de $48,9 \pm 1,7$ kg/m² e verificaram que quanto maior o IMC, maior era o ETA destas mulheres.

2.2.3 Termogênese facultativa

Compreende todo o calor produzido além da TMR (BIANCO, 2000). A termogênese facultativa possui intensidade variável, dependendo da magnitude do estímulo desencadeador, podendo ser induzida em duas condições: exposição ao frio, em que o organismo perde maior quantidade de calor para o meio ambiente e, portanto, aumenta a produção de calor além da TMR para manter a temperatura corporal próxima a 37°C; ou durante período de alimentação com dieta hipercalórica, levando a um aumento da termogênese facultativa no sentido de eliminar, sob forma de calor, o excesso de energia que de outra forma seria armazenada no organismo (ROTHWELL; STOCK; STRIBLING, 1982). De acordo com Delvin e Horton (1990), quando a termogênese facultativa ocorre, representa menos que 10% do metabolismo energético total.

2.2.4 Metabolismo Basal

A demanda energética relacionada ao metabolismo basal refere-se à quantidade mínima de energia gasta para manter as funções vitais do organismo no estado de vigília. Inclui o custo de manter a integridade dos sistemas do organismo e da temperatura corpórea basal, correspondendo entre 70 e 80% do gasto energético total. Inclui também a energia das reações químicas e aquela das interações dos hormônios (DE BOER et al., 1987). Para Goran (2000) o metabolismo basal constitui, aproximadamente, 60 a 70% do GE diário na maioria dos adultos sedentários.

A íntima relação entre o metabolismo basal e tamanho corporal é conhecida há muitos anos. Contudo, estudos têm demonstrado que, para qualquer tamanho e composição corporal, o metabolismo basal pode variar consideravelmente entre os indivíduos. A MM (CUNNINGHAM, 1980; MIFFLIN et al., 1990; VERGA; BUSCEMI; CAIMI, 1994; ILLNER et al., 2000; JOHNSTONE et al., 2005), o nível de atividade física (ELIAKIM et al., 1998), a idade (KLAUSEN; TOUBRO; ASTRUP, 1997; PIERS et al., 1998; KREMS et al., 2005), o sexo (ARCIERO; GORAN; POEHLMAN, 1993; BLANC et al., 2004), a etnia (KIMM et al.,

2001; BLANC et al., 2004), a composição da dieta (D'ALLESSIO et al., 1988; MOURÃO et al., 2005) e a condição de saúde (WEISSMAN; KEMPER, 1995) são os principais determinantes do metabolismo basal.

2.3 ESTIMATIVAS PARA O METABOLISMO ENERGÉTICO

Conhecer o GE de uma pessoa é de grande valia, já que por meio da avaliação deste, é possível utilizá-la em várias aplicações práticas, principalmente quando relacionada aos programas de perda de MC (POWERS; HOWLEY, 2000).

Mais de 30 técnicas diferentes têm sido utilizadas para estimar a atividade física e o GE (MELANSON; FREEDSON, 1996). De um modo geral, os instrumentos de medida podem ser classificados em dois grupos: i) aqueles que utilizam as informações fornecidas pelos sujeitos (questionários, entrevistas e diários); ii) aqueles que utilizam marcadores fisiológicos ou sensores de movimentos para a mensuração direta de atividades em determinado período de tempo (REIS; PETROSKI; LOPES, 2000). Os principais métodos para se estimar o metabolismo energético são: água duplamente marcada, sensores de movimentos, monitoração da frequência cardíaca, registro recordatório das atividades realizadas e calorimetria.

2.3.1 Água Duplamente Marcada

A técnica da água duplamente marcada permite, por sua vez, medir o GE diário de indivíduos fora de confinamento, sem causar nenhuma modificação no cotidiano (SCAGLIUSI; LANCHETA JR, 2005), porém, essa técnica não permite discriminar o quanto de energia o indivíduo gasta em repouso. O princípio deste método consiste na ingestão de uma quantidade conhecida de água marcada com isótopos de deutério e oxigênio (O_2). O deutério é eliminado com a água, enquanto que o O_2 é eliminado como água e dióxido de carbono (CO_2). Desta forma, a diferença entre essas taxas de eliminação, corrigidas pelo conjunto (*pool*) de água corporal, corresponde a produção de CO_2 , em que por meio de equações de

calorimetria indireta, é convertida em GE total (MURGATROYD; SHETTY; PRENTICE, 1993).

As taxas de eliminação dos isótopos podem ser determinadas por meio da metodologia de dois pontos ou de múltiplos pontos. Na de dois pontos, a taxa é calculada a partir da urina coletada um dia após a administração da dose e no final do período metabólico. Enquanto que, a de múltiplos pontos é realizada diversas coletas ao longo do período metabólico (SCAGLIUSI; LANCH JR, 2005).

Este método requer um alto custo dos equipamentos envolvidos, a sofisticação dos seus procedimentos, requer pessoal amplamente treinado, tornando esse método de difícil aplicação na avaliação rotineira do GE, especialmente em estudos epidemiológicos (GUEDES; GUEDES, 2003).

2.3.2 Sensores de Movimentos

Esse método consiste na hipótese de que os movimentos dos segmentos corporais refletem no GE total (MELANSON; FREEDSON, 1996), consistindo no registro da quantidade e da frequência dos movimentos voluntários realizados no plano vertical ou tridimensional (AYEN; MONTOYE, 1988). Os sensores de movimentos mais utilizados são os acelerômetros portáteis. Geralmente são fixados na cintura do avaliado e registram os movimentos realizados pelo tronco e pelos membros inferiores. As informações produzidas pelos acelerômetros portáteis permitem verificar a demanda energética minuto a minuto e acumulada no período de uso do equipamento, mediante o envolvimento de equivalentes energéticos associados ao metabolismo de repouso, estimado pelas características de MC, estatura, idade e sexo (GUEDES; GUEDES, 2003).

Porém, este aparelho quando utilizado em atividades que não envolvem movimento no plano vertical, as medidas não são bem mensuradas (MELANSON; FREEDSON, 1996), sendo mais preciso quando a forma de atividade predominantemente é a caminhada.

2.3.3 Monitoração da Frequência Cardíaca

O princípio deste método é devido aos aumentos observados na frequência cardíaca (FC) estarem associado à intensidade e a duração do trabalho físico realizado em exercício sub-máximo (FOSS; KETEVIAN, 2000). Neste caso, a FC é relacionada linearmente com o VO_2 a partir de curvas de calibração previamente estabelecidas, informações associadas à FC são convertidas em valores estimados de VO_2 e de GE (CEESAY et al., 1989).

Esse método consiste na fixação do monitor cardíaco eletrônico ao redor do tórax do indivíduo, sendo capaz de captar a FC e transmiti-la a um receptor usado no pulso (FOSS; KETEVIAN, 2000). Após o período de coleta de dados, as informações armazenadas no receptor são decodificadas mediante análise computacional e interpretadas em valores de GE (GUEDES; GUEDES, 2003).

Embora os monitores mensurem adequadamente a FC, a sua precisão para a medida de GE é limitada pelo fato da FC se alterar independentemente da atividade física (RACETTE; SCHOELLER; KUSHNER, 1995). Uma outra limitação deve-se ao fato de que em indivíduos sedentários a FC medida em 24 h quase não ultrapassa os limites de repouso, dificultando a distinção entre a intensidade das atividades (MELANSON; FREEDSON, 1996). Apesar destas limitações, a FC pode fornecer uma indicação da intensidade, duração e frequência da atividade (GUEDES; GUEDES, 2003).

2.3.4 Registro Recordatório das Atividades Realizadas

Devido a sua praticabilidade, este método vem sendo amplamente utilizado para determinação do GE, sendo uma das ferramentas mais comumente empregada em estudos epidemiológicos de larga escala (MELANSON; FREEDSON, 1996). Este método consiste em estimar a demanda energética com base em informações correspondentes às atividades do cotidiano fornecidas pelo próprio avaliado ao longo de cada dia, ou solicitar ao mesmo para que mantenha um diário onde todas as atividades realizadas sejam registradas (GUEDES; GUEDES, 2003).

Após o período de levantamento das atividades realizadas pelo avaliado, as informações são quantificadas em tempo e convertidas para demanda energética em unidades de quilocalorias (kcal) por quilogramas (kg) de MC, mediante tabela de conversão dos conhecidos custos energéticos de várias atividades (AINSWORTH et al., 1993). Os registros podem ser realizados em um período de tempo de 1 a 3 dias (REIS et al., 2000), ou de 7 dias consecutivos, obtendo assim informações tanto dos dias da semana quanto aos do final de semana (GUEDES; GUEDES, 2003).

Uma desvantagem deste método é que o instrumento empregado pode não identificar todos os comportamentos de atividade física, podendo levar a dificuldades na classificação dos hábitos destas atividades (HENSLEY; AINSWORTH; ANSORGE, 1993), como na superestimação do GE diário (DALLEMOLE et al., 2006).

2.3.5 Calorimetria

O método padrão de avaliação do GE é a calorimetria. A calorimetria direta compreende a mensuração de calor por meio da energia gasta por um indivíduo, cuja produção ocorre pela respiração e trabalho celular, assim, a medida da produção de calor fornece uma avaliação direta da sua taxa metabólica (POWERS; HOWLEY, 2000).

2.3.5.1 Calorimetria Direta

O calor produzido pelo corpo pode ser medido em um calorímetro semelhante ao utilizado para determinação do conteúdo energético dos alimentos. O calorímetro humano consiste em uma câmara selada com suprimento de O₂, na qual uma pessoa pode viver e trabalhar por um longo período, tendo volume conhecido de água circulando por meio de uma serpentina na parte superior desta câmara. Uma vez que esta é isolada, o calor produzido é irradiado pelo indivíduo e absorvido pela água circulante, ocorrendo mudanças na temperatura da

água refletindo o metabolismo energético para um dado momento (McARDLE; KATCH, 1996).

O processo de mensuração da taxa metabólica de animais pela calorimetria direta vem sendo realizado por pesquisadores desde o século XVIII (POWERS; HOWLEY, 2000). Essa técnica evolve a colocação do animal em uma câmara fechada (calorímetro), isolado do meio ambiente por uma camada de água que circunda a câmara, permitindo a livre troca de O_2 e CO_2 . A temperatura corporal do animal eleva a temperatura da água circundante, assim é possível determinar a quantidade de produção de calor por meio da alteração da temperatura da água por unidade de tempo. Essa perda de calor pode ser mensurada e adicionada ao calor total absorvido pela água para fornecer uma estimativa da taxa de utilização de energia pelo animal (BROOKS; FAHEY, 1984).

A medida direta da produção de calor em humanos é de considerável importância teórica, ainda que seu uso e aplicação sejam limitados. O calorímetro é relativamente pequeno e bastante dispendioso, as medidas precisas de produção de calor são demoradas, seu uso geralmente não se aplica a determinações energéticas durante a prática de esportes comuns, atividades ocupacionais e recreativas (McARDLE; KATCH, 1996), em que exige o confinamento do avaliado em ambiente de laboratório, inibindo a realização de muitas atividades do cotidiano (GUEDES; GUEDES, 2003).

2.3.5.2 Calorimetria Indireta

Devido às dificuldades encontradas para a realização da calorimetria direta, a calorimetria indireta foi criada para facilitar a mensuração do GE. A quantidade de VO_2 em repouso ou ao analisar um trabalho, quando expresso em equivalente metabólico, será igual ao calor produzido pelo corpo, conforme determinado diretamente num calorímetro. Neste método a mensuração do VO_2 consiste em uma medida indireta de energia, pois o calor não é medido diretamente (McARDLE; KATCH; KATCH, 2003).

A calorimetria indireta considera o VO_2 consumido e o VCO_2 produzido por um indivíduo em uma unidade de tempo (WEIR, 1949). É um método não invasivo que determina as necessidades energéticas e a taxa de utilização dos substratos energéticos, a partir do VO_2 e do VCO_2 obtidos pela análise do ar expirado pelos pulmões em determinado período de tempo (FERRANNINI, 1988). Quando tanto o VO_2 quanto o VCO_2 (ambos em l/min) são disponíveis, pode-se utilizar a proposta por Weir (1949): $[(3,9 \times VO_2) + (1,1 \times VCO_2)]$ que é um cálculo muito mais prático, dispensando a medição do metabolismo protéico ao incorporar um fator de correção pela sua não medição (WAHRLICH; ANJOS, 2001). Esta equação é aplicada em muitos estudos recentes (LOVEJOY et al., 2001; POEHLMAN et al., 2002; BUTTE et al., 2003; CESAR et al., 2003; GRUNWALD et al., 2003; HAUGEN et al., 2003; MULLER et al., 2004; PAUL; NOVOTNY; RUMPLER, 2004; PLASQUI; WESTERTERP, 2004; ANTUNES et al., 2005; FETT; FETT; MARCHINI, 2006).

A relação entre a quantidade de VO_2 e de VCO_2 é referida como quociente respiratório (QR) e pode ser empregado para conhecer o tipo de substrato que está sendo oxidado pelo indivíduo. O QR é dividido em quociente respiratório não protéico (QR_{np}), em que somente os carboidratos e as gorduras são discriminados no VO_2 e VCO_2 , e o quociente respiratório protéico (QR_p), que representa a participação das proteínas. Essa diferenciação no QR é realizada determinando-se a taxa de excreção diária do nitrogênio da urina (SIMONSON; DEFRONZO, 1990).

A calorimetria indireta é um método prático para identificar a natureza e a quantidade de substratos energéticos que estão sendo metabolizados pelo organismo (DIENER, 1997). Sendo considerada uma teoria, ela se baseia em vários pressupostos (FERRANNINI, 1988):

- i) A entrada e saída dos gases envolvidos no processo de combustão metabólica, ocorrem somente pelo nariz e pela boca, sendo que as perdas por meio da pele são mínimas e desconsideradas. O O_2 e o CO_2 não são armazenados no organismo;
- ii) Não está ocorrendo produção anaeróbia de energia;

- iii) O aporte de substratos energéticos consiste de proteínas, carboidratos e gorduras, todos de uma dada composição química;
- iv) Os substratos energéticos participam na reação de combustão, na lipogênese e na gliconeogênese. As concentrações de produtos intermediários não se modificam, apesar das taxas das reações poderem variar;
- v) A taxa de excreção de nitrogênio na urina como uréia representa a taxa de catabolismo protéico simultâneo;
- vi) O organismo está em estado de equilíbrio e a duração do estudo é suficiente para corrigir flutuações nos *pools* do CO₂, glicose e uréia.

A determinação indireta da TMR e da TMB são muito precisas, porém devem ser realizadas sob algumas condições bastante rigorosas para se obter um resultado acurado. Essas condições incluem os aspectos relacionados ao ambiente, em que deve ser silencioso; pouca iluminação; temperatura confortável, para evitar alterações causadas por frio ou ansiedade e ausência de atividade física prévia. Para a mensuração da TMB deve ser pela manhã, ao acordar após 12 h de jejum. A avaliação da TMR poderá ser em qualquer hora do dia, em que o indivíduo deverá estar em repouso a pelo menos 30 min, de 3 a 4 h após a ingestão de alimentos, para evitar a influência do GE que ocorre durante os processos digestivos e absorptivos (CUNNINGHAM, 1982).

A duração do exame depende da obtenção de um estado de equilíbrio metabólico e respiratório, esta condição de equilíbrio é reconhecida quando o VO₂ e o VCO₂ variam menos de 10% e o QR menos que 5% em um intervalo de tempo de 5 min. O período de análise varia entre os pesquisadores, mas geralmente é em torno de 20 min (STOKES; HILL, 1991).

A calorimetria indireta tem sido utilizada no planejamento e na monitoração do suporte nutricional, na avaliação de pacientes com dificuldades para serem retirados da assistência ventilatória mecânica e na monitoração da perfusão tecidual em pacientes com instabilidade hemodinâmica (DIENER, 1997).

A avaliação da calorimetria indireta permite conhecer tanto o suporte energético, importante para o emagrecimento, como também para a prescrição do exercício físico (McARDLE; KATCH; KATCH, 2003).

2.3.6 Equações de Predição

O emprego da calorimetria indireta é limitado pela adaptação do sujeito ao aparelho e pelo custo elevado (MURGATROYD; SHETTY; PRENTICE, 1993). Considerando que na maioria das vezes não é possível medir a TMR por calorimetria indireta, recomendou-se o uso internacional de equações de predição.

A partir do século XX, vários estudos foram realizados e contribuíram com equações cuja proposta era estabelecer padrões da TMR em diversas situações como: diabetes melito, doenças da tireóide e processos febris (FRANKENFIELD; YOUSEY; COMPHER, 2005). Considerando que na maioria das vezes não é possível medir a TMR, com o passar dos anos houve um grande interesse por parte de pesquisadores em desenvolver equações de predição para indivíduos saudáveis. Dentre as equações mais comumente utilizadas estão: Harris e Benedict (1919), Schofield (1985), FAO/WHO/UNU (1985) e Henry e Rees (1991).

Quando se estima a TMR por equações matemáticas, a acurácia é menor do que quando se utiliza o VO_2 e o VCO_2 (NONINO, 2002), por outro lado à praticidade de levantar dados populacionais em locais que não dispõem de calorímetros.

A equação de Harris e Benedict (1919), foi criada a partir de estudos realizados no início do século XX, com indivíduos saudáveis, no intuito de comparar com indivíduos que apresentavam algumas doenças como diabetes, tireóide e outras doenças febris. A amostra que originou essa equação foi composta por 136 homens, 103 mulheres e 94 crianças de origem norte-americana. As equações foram desenvolvidas uma para cada sexo, incluindo como variáveis independentes, a MC, a estatura e a idade. Esta equação é uma das mais utilizadas e conhecidas, estima o dispêndio de repouso com um erro de cerca de 10% em 80 a 90% dos indivíduos saudáveis (DICKERSON et al., 1991). De acordo com Schofield (1985) a

equação de Harris e Benedict é válida, embora não livre de erros. Ela também tem sido relatada superestimar a TMR de indivíduos obesos.

Em 1985, Schofield compilou os dados de TMR disponíveis até então, um total de 114 estudos. Foi obtida uma amostra de 7173 indivíduos (4809 homens e 2364 mulheres) em sua maioria de origem européia e norte-americana (HENRY; REES, 1991). Schofield (1985) propôs um modelo de equação que utilizava somente a MC, visto que a introdução de outras variáveis pouco melhorava a estimativa da TMR. Nas equações propostas por este autor, utilizou-se diversas faixas etárias (0 a 3; 3 a 10; 10 a 18; 18 a 30; 30 a 60 e >60 anos) divididas por períodos com significado clínico na vida humana.

No mesmo ano de 1985, as equações propostas por Schofield (1985) foram adotadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) com uma pequena modificação, já que o banco de dados original de Schofield (1985) foi ampliado para 11000 dados da TMR (FAO/WHO/UNU, 1985). As equações de Schofield (1985) e da FAO/WHO/UNU (1985) têm demonstrado superestimar as TMR de indivíduos moradores de trópicos (HENRY; RESS, 1991).

A partir disso, Henry e Rees (1991) criaram equações de predição para indivíduos residentes nos trópicos. Esses autores fizeram uma seleção de estudos que atendessem determinados critérios, onde foram reunidos 2822 dados de indivíduos de ambos os sexos, de diversas faixas etárias (3 a 60 anos) provenientes de regiões tropicais. A TMR medida foi em média 8% menor quando comparada com a TMR estimada pela equação de predição da FAO/WHO/UNU (1985), sendo que os indivíduos do sexo masculino apresentavam uma TMR mais alta (9%) do que os do sexo feminino (5,4%). A TMR medida comparada com a equação de predição proposta por Schofield (1985) demonstrou valores inferiores nestes indivíduos. Os autores concluíram que a TMR medida em sujeitos moradores nos trópicos, apresentam valores inferiores quando comparado com as equações de predição propostas por Schofield e pela FAO/WHO/UNU.

Desta forma, vários estudos têm sido realizados buscando comparar a TMR medida com várias equações de predição, como as propostas por: Harris e Benedict (1919), Schofield (1985), FAO/WHO/UNU (1985) e Henry e Rees (1991).

De Lorenzo et al. (2000) avaliaram a TMR de 46 homens (média de idade de 30 anos) e 85 mulheres (média de idade de 45 anos) saudáveis, todos italianos e compararam com equações de predição. Os indivíduos do sexo masculino não apresentaram diferença da TMR medida comparada com a predita pelas equações de Harris e Benedict (1919) e FAO/WHO/UNU (1985). Enquanto que, para as mulheres os valores estimados pela equação de Harris e Benedict foram significativamente maior que a equação proposta pela FAO/WHO/UNU.

Müller et al. (2004) investigaram a aplicação das equações propostas pela FAO/WHO/UNU (1985) para indivíduos saudáveis. Foram avaliados 2528 sujeitos alemães, com idades entre 5 a 91 anos, em sete diferentes locais, entre os anos de 1985 a 2002. A média da TMR foi superior nos indivíduos do sexo masculino comparado ao feminino. Essas diferenças foram independentes dos efeitos de idade, MC, MM, MG e de TMR. Os autores concluíram que as equações propostas pela FAO/WHO/UNU para predizer a TMR podem super e subestimar a TMR real. Essas equações foram inadequadas para utilização em sujeitos que estão com baixa MC.

Cruz, Silva e Anjos (1999) realizaram um estudo com 50 universitárias residentes no estado do Rio de Janeiro/Brasil, na qual avaliaram a TMR por calorimetria indireta e compararam com as equações de predição de: Harris e Benedict (1919), FAO/WHO/UNU (1985) e Henry e Rees (1991). Os resultados mostraram que a TMR predita foi significativamente maior que a medida ($p < 0,05$). Os resultados foram superestimados em 18,9% na equação de Harris e Benedict, seguido pela FAO/WHO/UNU (12,5%) e Henry e Rees (7,2%). Os autores concluíram que mais dados são necessários para desenvolver equações para a população brasileira.

Dessa forma, Wahrlich e Anjos (2001) verificaram a TMR de 60 mulheres residentes no município de Porto Alegre/RS, com idades entre 20 a 40 anos de idade, e compararam com as equações de predição de: Harris e Benedict (1919), Schofield (1985), FAO/WHO/UNU (1985) e Henry e Rees (1991). A TMR medida foi significativamente menor quando comparada com as equações de predição. A equação que mais superestimou foi a proposta por Harris e Benedict (17,1%), seguida da FAO/WHO/UNU (13,5%), da estimada por Schofield (12,9%) e

da equação de Henry e Rees (7,4%). Os autores, concluem que as equações de predição não foram adequadas para estimar a TMR das mulheres avaliadas.

Em pesquisa feita por Piers e Shetty (1993), avaliaram a TMR de 60 mulheres indianas com idade entre 18 a 30 anos. A avaliação foi realizada na fase folicular do ciclo menstrual. Os resultados demonstraram que a média da TMR medida foi 9,2% menor quando comparado com a TMR predita pela equação de Schofield (1985) e 4,2% menor que a equação de Henry e Rees (1991). A equação obtida neste estudo aproximou-se da TMR de mulheres norte-americanas, mas subestimou quando comparada com as européias.

O estudo de Spurr et al. (1994) avaliou a TMR durante 1 ano, nas quais foram realizadas 5 avaliações. Fizeram parte da amostra 21 mulheres colombianas de 20 a 42 anos de idade. No decorrer do estudo as voluntárias aumentaram a MC (1 a 1,5 kg) devido a um aumento da gordura corporal, a TMR não variou durante o estudo. Quando comparou-se a TMR medida com a equação de predição de Schofield (1985), os valores ficaram próximos, mas significativamente maior quando comparado com a equação de Henry e Rees (1991). Os resultados também se aproximaram da equação proposta pela FAO/WHO/UNU (1985).

Pesquisa realizada por Gonzalez et al. (2004) teve o objetivo de mensurar o GE diário por meio da calorimetria indireta em indivíduos sedentários e ativos, e assim comparar com a necessidade energética estimada pela equação da FAO/WHO/UNU (1985). Foram avaliados 45 indivíduos sedentários (26 homens e 19 mulheres de 18 a 30 anos) e 69 indivíduos ativos (43 homens e 26 mulheres de 30 a 60 anos). Os autores demonstraram que a equação da FAO/WHO/UNU pode superestimar as necessidades energéticas diárias, particularmente em indivíduos sedentários. Em contra partida, esta mesma equação foi utilizada no estudo de Lawrence, Thongprasert e Durin (1988) em 46 mulheres da Escócia e 47 mulheres da Gâmbia, quando os autores verificaram que a equação de predição da FAO/WHO/UNU subestimou a TMR em 5% somente das mulheres moradoras da Gâmbia.

Luhrmann e Berthold (2004) avaliaram a TMR por calorimetria indireta em 225 mulheres (média de idade de 68 anos) e de 130 homens (média de

idade de 67 anos), todos alemães considerados saudáveis. Os autores encontraram que tanto a TMR medida nas mulheres como nos homens foi subestimada por 3,3% e 7,5% com a equação de Schofield (1985) baseada na MC, por 0,7% e 5,0% com a equação da FAO/WHO/UNU (1985), e por 2,6% e 4,6% com a equação de Harris e Benedict (1919), respectivamente. Os autores relataram que para indivíduos idosos, as equações foram válidas para estimar a TMR, entretanto, houve uma alta variação individual, sugerindo o uso de equações específicas. Os valores comparados com a equação de Harris e Benedict no estudo citado acima foram próximos ao encontrado por Mifflin et al. (1990) em que a TMR estimada por esta equação foi superestimada em 5%, porém a faixa etária foi mais ampla (19 a 78 anos de idade, n=247 mulheres e n=251 homens).

Schneider e Meyer (2005) avaliaram a TMR de meninos brasileiros de 12 a 17 anos com sobrepeso e obesidade, e compararam o valor medido da TMR com quatro equações de predição. As autoras encontraram que das quatro equações utilizadas, equação de Harris e Benedict (1919) foi a única que não demonstrou diferenças entre a TMR medida e a estimada. As outras equações superestimaram a TMR, sendo a de Henry e Rees (1991) a que mais superestimou (9,5%), seguida pela equação de Schofield (1985) (7,7%) e da equação da FAO/WHO/UNU (1985) (6,5%). As autoras concluíram que as equações de predição não foram adequadas para estimar a TMR nos meninos com sobrepeso e obesidade avaliados.

Wong et al. (1996) verificaram se a TMR predita por equações são apropriadas para crianças e adolescentes do sexo feminino. Foram investigadas 76 meninas brancas e 42 afro-americanas, e a TMR medida foi comparada com dez equações de predição. Das dez equações estudadas, nove superestimaram a TMR desses indivíduos, com exceção da equação de Maffeis et al. (1993). Os fatores étnicos foram importantes para estimar a TMR por meio de equações, em que os valores nas meninas afro-americanas foram significativamente maior comparado com as meninas brancas.

Por outro lado, Poh et al. (1999) investigaram a TMR em estudo longitudinal com meninos (n=70) e meninas (n=69) moradores da Malásia, com idades entre 10 a 13 anos. Quando comparam a TMR medida com a equação de

predição proposta pela FAO/WHO/UNU (1985) demonstrou superestimar em 3% nos meninos e 5% nas meninas, enquanto que para a equação de Henry e Rees (1991) os valores subestimaram em 1% e 2% para meninos e meninas, respectivamente. Os autores recomendam o uso dessas equações para essa faixa etária em moradores da Malásia. Neste mesmo país, Ismail et al. (1998) investigaram a importância de formular o GE por meio de equações de predição, foram avaliados 307 homens e 349 mulheres com idades 18-60 anos, na qual foram comparados os dados da TMR medida e estimada por equações de predição. A equação da FAO/WHO/UNU (1985) superestimou os valores médios em 13% para homens e 9% para as mulheres, enquanto que a equação de Henry e Rees (1991) superestimou em 4 e 5%, respectivamente. Os autores recomendam cautela ao assumir o uso de uma determinada equação na formulação do GE de uma determinada população.

O estudo de Cesar et al. (2003) teve como objetivo avaliar a TMR de mulheres com obesidade mórbida residentes no interior do estado de São Paulo. A TMR medida por calorimetria indireta foi comparada com a estimada pelas equações de predição de Harris e Benedict (1919) e FAO/WHO/UNU (1985), e também verificar a importância da medida da TMR por calorimetria indireta, para elaboração de programas de redução da MC com dieta e exercício nesta população. Fizeram parte da amostra 20 mulheres, com IMC entre 40,3 a 64,3 kg/m² e idade média de 39,3 anos. A média da TMR foi de 2023,0 kcal/dia, e não houve concordância com as equações de predição de Harris e Benedict e da FAO/WHO/UNU. Os autores concluíram que ambas as equações não permitem uma estimativa real da TMR de mulheres com obesidade mórbida residentes no interior do estado de São Paulo. Assim, a mensuração da TMR por calorimetria indireta, nestas pacientes, se torna importante para elaboração de programas pra redução da MC com dieta e exercício.

Rocha et al. (2005), por meio de uma revisão de literatura, relataram que ao utilizar equações de predição para estimar a TMR deve-se haver precaução na escolha desta equação, em que fatores como variação biológica, física e étnica, dificultam o uso global de equações. Estes autores sugerem inserir o componente MM ao invés da MC nestas equações. Frankenfield, Yousey e Compher (2005) também em uma revisão, investigaram inúmeras equações de predição e compararam com TMR medida de adultos saudáveis e obesos, e relataram importantes limitações nos estudos analisados, esses autores alertam sobre o

cuidado em estimar a TMR por equações de predição, por não promoverem um GE adequado.

Entretanto, existe uma carência de estudos com a população brasileira, principalmente em termos de regiões, visto que a TMR pode variar com o clima e a região.

2.4 FATORES QUE INFLUENCIAM NA TAXA METABÓLICA DE REPOUSO

Existem inúmeros fatores que podem influenciar a TMR, dentre os principais, esses podem ser divididos em fatores biológicos, que compreendem: dimensão e composição corporal, idade, gênero, etnia e ciclo menstrual; fatores ambientais, que compreendem: clima, dieta e atividade física.

2.4.1 Fatores Biológicos

A TMR sofre influência das características individuais como a dimensão e composição corporal dos indivíduos. A MC engloba tecidos de diversas atividades metabólicas, como a gordura corporal, que apresenta um VO_2 desprezível, e a MM, responsável pelo maior VO_2 . Sendo assim, a TMR depende da quantidade e da atividade metabólica da MC, da sua proporção em relação a MM (FAO/WHO/UNU, 1985).

Quando a TMR é expressa em valores absolutos, a de indivíduos obesos é maior que a de indivíduos eutróficos da mesma idade, gênero e estatura. Isso se explica pela maior MC dos obesos, porém, quando se faz a correção da TMR para o GE por kg de MC, tem-se uma TMR menor em indivíduos obesos que em não obesos (RAVUSSIN et al., 1982) ou até mesmo sem diferença entre eles (VERGA; BUSCEMI; CAIMI, 1994). Entretanto, existe uma grande variabilidade na TMR (acima de 30%) entre indivíduos de mesma idade, gênero, massa e composição corporal (CUNNINGHAM, 1991). No estudo de Cesar et al. (2003) foi demonstrado que obesos mórbidas podem ser hipermetabólicas.

Fatores metodológicos, bem como uma suposição inadequada dos compartimentos corporais, provavelmente contribui para a variabilidade da TMR. A MM pode não ser o melhor indicador metabólico, especialmente quando os sujeitos de diferentes composições corporais são comparados (VERGA; BUSCEMI; CAIMI, 1994). Desta forma, um sub-compartimento da MM, isto é a água extracelular e a MC celular podem diferir entre indivíduos com mesma MM (ROZA; SHIZGAL, 1984).

Butte et al. (2003) verificaram o GE em mulheres saudáveis com diferentes classificações de IMC. Fizeram parte da amostra 116 mulheres divididas em três grupos: Grupo IMC baixo ($n=13$ e IMC de $18,5 \text{ kg/m}^2$), grupo IMC normal ($n=70$ e IMC de $>18,5$ a $<25 \text{ kg/m}^2$) e grupo IMC elevado ($n=33$ e IMC de $\geq 25 \text{ kg/m}^2$). O GE diferiu significativamente entre os grupos, onde o grupo de IMC elevado apresentou maiores valores de GE. Essas diferenças no GE foram explicadas pelos valores de MM e MG entre os diferentes grupos de IMC. Os maiores preditores para a TMR e GE foram a MC, a estatura e a composição corporal.

Em outro estudo com mulheres obesas, Das et al. (2004) investigaram o GE e a TMR em três diferentes grupos de IMC ($37,5$ a $45,0$; $45,1$ a $52,0$ e $52,1$ a $77,0 \text{ kg/m}^2$). Tanto o GE quanto a TMR eram maiores com o aumento do IMC, sendo que estes valores foram de 29 a 38% mais elevados que indivíduos não-obesos. Das et al. (2003) verificaram as alterações da TMR em um grupo de obesos mórbidos (IMC $50,1 \pm 9,3 \text{ kg/m}^2$) de ambos os sexos (24 homens e 6 mulheres) após cirurgia bariátrica. Após um período de 14 meses os sujeitos perderam $53,2 \pm 22,2 \text{ kg}$ de MC e diminuíram significativamente tanto a TMR como o GE (25%).

A redução na TMR com o avanço da idade tem sido demonstrada em vários estudos. As modificações na composição corporal, representadas pela redução da MM e/ou por um aumento na gordura corporal na vida adulta explica em grande parte a redução da TMR observada habitualmente no transcorrer da vida adulta tanto para homens quanto para mulheres (POEHLMAN; DANFORTH, 1991; KLAUSEN; TOUBRO; ASTRUP, 1997; PIERS et al., 1998; HUNTER et al., 2001; KYLE et al., 2001; VAN PELT et al., 2001; BOSY-WESTPHAL et al., 2003; KREMS et al., 2005). Isto sugere que a TMR depende fortemente da MM e muito pouco da

gordura corporal (ILLNER et al., 2000). Todavia, observou-se um aumento da TMR em indivíduos do sexo feminino com 50 a 69 anos de idade, que obtiveram um aumento significativo em sua MM por meio do treinamento com pesos (RYAN et al., 1995). Desse modo, indivíduos treinados conseguem aumentar a MM e protelar a perda muscular, quando comparados a indivíduos não-treinados, visto que a redução acentuada da TMR com o passar dos anos é diretamente relacionada à diminuição da MM (FUKAGAWA; BANDINI; YOUNG, 1990).

Piers et al. (1998) questionaram se a redução na TMR com o envelhecimento seja causada pelas mudanças quantitativas e/ou qualitativas na MM de indivíduos saudáveis. Fizeram parte da amostra um grupo de jovens (n=38, 18 a 35 anos) e outro de indivíduos mais velhos (n=24, 50 a 77 anos). O grupo de indivíduos mais velhos apresentou uma TMR significativamente menor que o grupo de jovens devido às diferenças encontradas na quantidade de MM. Os autores relataram que o declínio da TMR com a idade é parcialmente explicada pela redução na quantidade, bem como na atividade metabólica.

Poehlman et al. (1993) estudaram as variáveis metabólicas e o estilo de vida como fatores no declínio da TMR e da MM em 183 mulheres saudáveis (18 a 81 anos). Os autores relataram que houve um declínio linear da TMR e da MM, na qual foi mais acelerada após a meia idade (após os 47 anos). A idade foi relacionada ao declínio na TMR primariamente associado com a diminuição da MM, e essa diminuição foi parcialmente relacionada a diminuição do $VO_2\text{max}$ e de fatores nutricionais. Os autores sugerem intervenções para aumentar o $VO_2\text{max}$ por meio da atividade física, assim preservar a MM, compensando o declínio da TMR com a idade em mulheres.

Fukagawa, Bandini e Young (1990) verificaram a relação entre a MM e a TMR em homens jovens (n=42, 18 a 33 anos), homens idosos (n=24, 69 a 89 anos) e mulheres idosas (n=20, 67 a 75 anos). A TMR foi menor tanto nos homens como nas mulheres idosas comparado com os homens jovens. Quando a TMR foi ajustada para MM, novamente os homens jovens apresentaram valores superiores aos idosos de ambos os sexos, não havendo diferença significativa entre os sexos. Os autores concluíram que as diferenças na MM podem ser diretamente relacionadas a uma menor TMR na velhice, sugerindo que a idade é associada com

alterações no metabolismo energético dos tecidos. Krems et al. (2005) verificaram em seu estudo que o declínio na TMR com o avanço da idade pode ser explicado devido a mudanças na composição corporal.

No estudo de Van Pelt et al. (1997) foi investigado se a TMR diminui com a idade em 65 mulheres saudáveis, de 21 a 35 anos, ou de 50 a 72 anos. As mulheres foram divididas em: 12 pré-menopausa e 15 pós-menopausa sedentárias, 13 pré-menopausa e 15 pós-menopausa praticantes de corrida de *endurance*, e 10 pós-menopausa praticantes de natação. Para as mulheres sedentárias, a TMR nas pós-menopausa foi significativamente menor (~10%) que as da pré-menopausa. A TMR entre as praticantes de corrida de *endurance* não foi diferente entre as pré e pós-menopausa. As mulheres pós-menopausa praticantes de natação tiveram uma TMR idêntica ao grupo praticante de corrida de *endurance*. Como conclusão os autores relatam que o declínio da TMR com a idade foi devido ao sedentarismo, já que as que praticavam algum tipo de exercício não foi constatada mudanças na TMR.

Descreve-se que a TMR é menor em mulheres que em homens (ARCIERO; GORAN; POEHLMAN, 1993; CARPENTER et al., 1995; CARPENTER et al., 1998; PAUL; NOVOTNY; RUMPLER, 2004; BLANC et al., 2004; NHUNG et al., 2005; DE LUIS et al., 2006). Isto é explicado pela menor quantidade de MM encontrada nas mulheres quando comparadas aos homens sob as mesmas condições, sendo a gordura corporal metabolicamente menos ativa que esta.

Arciero, Goran e Poehlman (1993) examinaram as diferenças entre os gêneros para a TMR, em 128 homens (17 a 80 anos) e 194 mulheres (18 a 81 anos). A TMR medida por calorimetria indireta foi 23% mais alta nos homens comparada as mulheres. Os autores relataram que as diferenças encontradas são devido a composição corporal (MM e MG) e nível de aptidão aeróbia entre os gêneros. Em indivíduos obesos, De Luis et al. (2006) também verificaram uma maior TMR nos homens ($1998,1 \pm 432$ kcal/dia) comparado as mulheres ($1663,9 \pm 349$ kcal/dia).

Paul, Novotny e Rumpler (2004) verificaram os efeitos da interação entre o sexo e a composição corporal de 91 indivíduos saudáveis (mulheres: 48

anos, 38,6% de gordura corporal, n=47; homens: 47 anos, 24,1% de gordura corporal, n=44). Os autores encontraram que as mulheres tinham uma TMR significativamente menor que os homens. No estudo de Blanc et al. (2004) com mulheres (n=144 e IMC médio de 27,4 kg/m²) e homens (n=144 e IMC médio de 27,3 kg/m²) de 70 a 79 anos de idade, verificaram que as mulheres tinham um GE total menor que os homens (~530 kcal/dia), resultando em uma menor TMR nas mulheres. Essas diferenças encontradas foram devido a uma menor MM nas mulheres comparada aos homens.

Com relação aos fatores étnicos, inúmeros estudos têm demonstrado que mulheres negras possuem menor TMR quando comparada a mulheres brancas (CARPENTER et al., 1998; FORMAN et al., 1998; JAKICIC; WING, 1998; FOSTER et al., 1999; WEYER et al., 1999; GANNON; DIPIETRO; POEHLMAN, 2000; WEINSIER et al., 2000; KIMM et al., 2001; LOVEJOY et al., 2001; BLANC et al., 2004; JONES JR et al., 2004; MARTIN et al., 2004). Em estudo recente, Gallagher et al. (2006) relataram que essas diferenças encontradas são provavelmente devido à composição da MM entre as etnias. Essa menor TMR na etnia negra, também foi observada em estudo realizado em meninas de 8 a 17 anos (WONG et al., 1996).

No estudo de Carpenter et al. (1998) verificaram o GE diário e a atividade física diária em mulheres (n=37 afro-americanas e n=52 brancas) e homens (n=28 afro-americanos e n=47 brancos) com idades superior a 55 anos. O GE diário foi 10% menor nos afro-americanos comparado aos brancos, devido a uma menor TMR (5%) e uma menor atividade física diária (19%). O GE diário foi 16% menor nas mulheres comparado aos homens, em decorrência a uma menor TMR (6%) e 37% a menos de atividade física diária. A baixa taxa de GE pode ser um fator pré-dispositor para a obesidade, particularmente nas mulheres afro-americanas.

O estudo de Soares et al. (1998) verificou o fator biológico sobre a TMR de 96 indianos e 88 australianos de ambos os sexos, de 18 a 30 anos de idade. A TMR absoluta e ajustada a MC foi significativamente menor nos indianos comparado aos australianos. Quando a TMR foi ajustada a MM nos homens e MM e MG nas mulheres, não foram observadas diferenças significantes. Este estudo

ressalta a importância do uso da variável MM, do que propriamente a MC para a predição da TMR em grupos populacionais.

Kimm et al. (2001) verificaram se a etnia seria um fator influenciador sobre a TMR. Foram estudadas 152 mulheres saudáveis, brancas e negras, de 18 a 21 anos de idade (IMC médio de 26,2 kg/m²). A média da TMR foi significativamente menor nas mulheres negras comparado as brancas. Esse comportamento também foi observado no estudo de Blanc et al. (2004) com mulheres (n=67 negras e n=77 brancas) e homens (n=72 negros e n=72 brancos) idosos (70 a 79 anos), na qual os autores observaram que em ambos os sexos, os brancos apresentavam uma TMR significativamente maior que os negros.

Lovejoy et al. (2001) estudaram mulheres divididas em dois grupos, um com mulheres brancas (n=97; 44 a 51 anos) e o outro com afro-americanas (n=52; 43 a 56 anos). Quando a TMR foi ajustada a MM e MG, as mulheres brancas apresentaram uma maior TMR quando comparada as afro-americanas. Weinsier et al. (2000) verificaram o GE de 18 mulheres brancas e 14 negras com o IMC entre 27 a 30 kg/m², de 20 a 40 anos de idade. As negras tinham uma TMR significativamente menor que as brancas.

Em estudo realizado por Sharp et al. (2002) em homens (n=100 afro-americanos e n=95 brancos) e mulheres (n=94 afro-americanas e n=106 brancas) de 28 a 40 anos de idade. Usando modelos lineares, MM, MG, gordura visceral e idade foram significativamente relacionadas a TMR. Após ajustar essas variáveis em função da TMR, os indivíduos brancos tinham uma TMR significativamente maior (1665,1±10,78 kcal/dia) que os afro-americanos (1585,1±11,0 kcal/dia). A interação entre gênero x etnia não foi significativa, indicando que as diferenças na TMR entre os afro-americanos e os brancos foi similar entre homens e mulheres.

Com relação às mulheres, um fator que deve ser levado em consideração é a variação da TMR durante o ciclo menstrual. Dados sobre o impacto do ciclo menstrual na TMR são conflitantes, com alguns estudos demonstrando uma diferença maior de 10% entre as fases lútea e folicular (SOLOMON; KURZER; CALLOWAY, 1982; BISDEE; JAMES; SHAW, 1989; PELKMAN et al., 2001), enquanto que outros não encontraram diferenças entre as fases do ciclo

(WESTSTRATE, 1993; PIERS et al., 1995; TAI; CASTILLO; PI-SUNYER, 1997; JAKICIC; WING, 1998).

Pelkman et al. (2001) compararam a TMR nas fases lútea e folicular de 20 mulheres jovens (20 a 35 anos), e verificaram que na fase lútea as mulheres tinham tanto um consumo quanto um GE maior que na fase folicular do ciclo menstrual. Solomon, Kurzer e Calloway (1982) relataram que essa maior TMR encontrada na fase lútea é devido à elevação das concentrações de estrógeno e progesterona.

Bisdee, James e Shaw (1989) estudaram oito mulheres (idade média de 26,3 anos) durante quatro fases do ciclo menstrual em relação ao tempo de ovulação. Para a TMB que foi mensurada durante o sono, observou-se que a fase folicular do ciclo foi significativamente menor que a fase lútea. Quanto ao GE diário (24 h) também foi maior na fase lútea, embora sem diferença significativa.

Em pesquisa realizada por Piers et al. (1995), investigaram a TMR e o ETA durante as fases folicular e lútea do ciclo menstrual. Foram estudadas 13 mulheres com média de idade de $26,9 \pm 6,6$ anos e IMC de $20,1 \pm 2,5$ kg/m². Houve um aumento significativo no ETA durante a fase lútea, porém a TMR não sofreu alteração entre as fases. Contudo, no estudo de Tai, Castillo e Pi-Sunyer (1997) o ETA foi maior na fase folicular do que na fase lútea.

O uso de contraceptivo oral tem sido associado a um nível mais elevado da TMR. DIFFEY et al. (1997) investigaram as mudanças na TMR de mulheres que usavam ou não contraceptivo oral. Durante seis meses um grupo (n=24; 26 ± 3 anos) usou contraceptivo, e outro (n=22; 25 ± 3 anos) não, sendo que este nunca havia feito o uso deste método. Os autores relataram que a TMR no grupo que usou contraceptivo foi significativamente maior que o grupo que não usou.

Na pesquisa de Kimm et al. (2001) estudaram a variação na TMR em mulheres que usavam ou não contraceptivo oral. Fizeram parte da amostra 152 mulheres saudáveis, na qual verificaram uma tendência de uma maior TMR nas mulheres que usavam contraceptivo, porém sem diferença significativa. Entretanto, os estudos de Curtis, Henry e Choueiri (1996), Jakicic e Wing (1998) e Pelkman et al. (2001) não encontraram diferença na TMR com o uso de contraceptivo.

2.4.2 Fatores Ambientais

O clima foi durante muito tempo, utilizado para explicar as diferenças encontradas entre a TMR de populações residentes em diferentes regiões do mundo, baseado, fundamentalmente, em estudos realizados na primeira metade do século XX (WAHRLICH; ANJOS, 2001). A maior parte dos estudos têm relatado uma menor TMR entre indivíduos residentes em ambientes tropicais comparado aos europeus ou norte-americanos (SCHOFIELD; SCHOFIELD; JAMES, 1985; HENRY; REES, 1991; PIERS; SHETTY, 1993; RUSH; PLANK; ROBINSON, 1997; CRUZ et al., 1999; WAHRLICH; ANJOS, 2000). Estes estudos comparam os indivíduos com base na MC e MM. Os estudos mais recentes têm comparado a TMR ajustada aos componentes da composição corporal, encontrando uma menor TMR (RUSH; PLANK; ROBINSON, 1997) e em outros nenhuma diferença (DE BOER et al., 1988; SHETTY et al., 1996; SOARES et al., 1998) entre indivíduos moradores de regiões tropicais comparado a outras regiões.

Henry e Rees (1991) em uma análise de dados da TMR em indivíduos residentes em países tropicais demonstraram que os valores medidos eram em média 8% menores do que os estimados pela equação de Schofield (1985) que foi derivada de uma amostra composta, principalmente, por europeus e norte-americanos.

Em pesquisa realizada por Rush, Plank e Robinson (1997) investigaram se a TMR difere entre mulheres caucasianas e moradoras da Polinésia. Para tanto, fizeram parte do estudo 82 mulheres (n=42 caucasianas e n=40 polinésias) saudáveis entre 18 a 27 anos. A TMR foi similar entre as caucasianas e as polinésias, enquanto que a MM foi significativamente menor nas caucasianas. Após ajustar a MM e MG, a TMR foi significativamente menor nas polinésias, devido a esse fato, os autores relatam que estas mulheres estão mais propensas a desenvolver a obesidade.

Soares, Francis e Shetty (1993) não encontraram diferenças entre a TMR de indianos e norte-americanos, quando as comparações foram realizadas com base em dados pareados para idade e MC. No estudo de Lawrence, Thongprasert e Durin (1988) não encontraram diferenças significantes entre a TMR medida em

mulheres da Gâmbia, Escócia e Tailândia que apresentavam valores de MM semelhantes.

No Brasil foram realizado dois estudos, um na cidade de Porto Alegre/RS com 45 mulheres jovens (WAHRLICH; ANJOS, 2001) e outro na cidade de Rio de Janeiro/RJ com 60 mulheres jovens (CRUZ et al., 1999). Os estudos encontraram valores de TMR semelhantes, em que ambos utilizaram os mesmos equipamentos, seguindo o mesmo protocolo.

Luke et al. (2000) investigaram o fator ambiental na TMR de 89 nigerianos (39 mulheres e 50 homens) e 181 americanos negros (117 mulheres e 65 homens), ambos os grupos entre 20 a 59 anos de idade. A TMR foi medida por calorimetria indireta e a composição corporal por IB. Os americanos negros tinham significativamente maior MM e MG que os nigerianos. A MM foi o único determinante na TMR em ambos os grupos. A relação entre TMR e composição corporal não diferiu entre os lugares. Assim, os autores demonstraram que o ambiente não teve impacto sobre a TMR.

Henry et al. (2005) compararam a TMR de meninas (10 a 11 anos) residentes na Inglaterra e na Malásia. As meninas da Malásia tinham menor estatura, MC, MM e MG que as inglesas. A TMR foi menor nas meninas da Malásia (1088 ± 127 kcal/dia) comparada às inglesas (1237 ± 164 kcal/dia), porém, quando a TMR foi correlacionada com os componentes da composição corporal, não foram encontradas diferenças significantes.

No que se diz respeito ao fator dieta, após a ingestão de alimentos, ocorre um aumento no VO_2 , conseqüentemente elevando o GE, esse aumento é devido ao processo de digestão, absorção e armazenamento dos nutrientes ingeridos, principalmente as proteínas, recebendo o nome de termogênese induzida pela dieta ou ETA (FAO/WHO/UNU, 1985). A variação do ETA depende de fatores como o conteúdo calórico e a composição do alimento. Após a ingestão alimentar, o GE aumenta de 4 a 8 h, esta magnitude de duração depende da quantidade e o tipo de macronutriente ingerido (POEHLMAN; MELBY, 1998). Poehlman et al. (1988) verificaram um menor ETA em indivíduos vegetarianos comparado a não-vegetarianos.

D'Alessio et al. (1988) estudaram o ETA em cinco sujeitos magros (média de 26 anos e IMC de 22,5 kg/m²) e cinco obesos (média de 31 anos e IMC de 42,9 kg/m²). Foram realizadas alimentações contendo 0, 8, 16, 24 e 32 kcal/kg de MM. Os resultados mostraram que o ETA foi linearmente correlacionado com as calorias ingeridas, sendo que a magnitude e duração deste aumentou linearmente com o consumo calórico. Quando comparou-se os indivíduos magros e obesos não foram observadas diferenças no ETA. Os autores concluem que este aumenta linearmente com as calorias ingeridas, e é independente ao status de magreza ou obesidade.

É bem conhecido que a perda da MC induzida pela restrição dietética é acompanhada por um declínio na TMR. A diminuição da MM tem uma considerável contribuição neste efeito (MENOZZI et al., 2000). Concomitantemente distúrbios neuroendócrinos, como alterações nos níveis de leptina (DOUCET et al., 2000), status da tireóide (PELLETIER et al., 2002) e atividade do sistema nervoso simpático (ROSENBAUM et al., 2000) podem contribuir na diminuição da TMR.

Para prevenir o declínio na TMR, um objetivo importante é preservar a MM. Estudos revelam que uma ingestão protéica seria suficiente para prevenir o balanço nitrogenado negativo, que pode ter um importante papel no declínio da MM e no GE (WHITEHEAD; MCNEILL; SMITH, 1996). Assim, vários fatores associados com a composição da dieta podem modificar as adaptações fisiológicas com a restrição energética (STIEGLER; CUNLIFFE, 2006).

Leibel, Rosenbaum e Hirsch (1995) estudaram as mudanças no GE diário, TMR e ETA após modificações na MC, em 18 obesos e 23 indivíduos que nunca haviam sido obesos (não-obesos), de 19 a 45 anos de idade. Os sujeitos foram estudados na sua MC normal, e após aumentar 10% da MC com dieta hipercalórica, retornavam a MC inicial, após perderem 10 e 20% da MC com dieta hipocalórica. Ambos os grupos, após perderem 10 e 20% da MC, o GE diário diminuiu significativamente e a TMR diminuiu de 3 a 4 kcal/kg de MM por dia. Quando houve o aumento de 10% da MC, ambos os grupos aumentaram o GE diário e o ETA. Assim, a manutenção, a redução ou a elevação da MC foi associada a mudanças no GE diário.

Weinsier et al. (2000) verificaram o GE de mulheres brancas e negras antes e após perda de MC. Fizeram parte do estudo 18 mulheres brancas e 14 negras com o IMC entre 27 a 30 kg/m², de 20 a 40 anos de idade. As voluntárias sofreram intervenção dietética, com uma dieta de 800 kcal/dia (~55% carboidratos, ~22% gorduras e ~23% proteínas) sem a realização de exercício físico. Após um período de 4 semanas as voluntárias perderam em média 12,8 kg de MC. A TMR diminuiu em proporção às mudanças da MC. As mulheres negras tinham uma menor composição corporal ajustada ao GE que as brancas, tanto antes quanto após a perda de MC, durante o sono (9% menor), no repouso (14% menor), no teste de VO₂max (6% menor) e um GE diário total (9% menor).

O estudo de Byrne et al. (2003) investigou a influência da distribuição da MM na TMR após a perda e ganho de MC em mulheres brancas e negras. Fizeram parte do estudo 18 brancas e 22 negras de 20 a 46 anos de idade e IMC entre 27 a 30 kg/m². As mulheres brancas e negras não diferiram tanto na perda (13,4±3,6 e 12,7±3,2 kg, respectivamente) quanto no ganho de MC (6,1±5,5 e 6,4±5,4 kg, respectivamente). Em ambas as raças, a MM na região do tronco diminuiu significativamente com a perda de MC, quando as mulheres recuperaram a MC houve um aumento da MM somente nos membros. Quando a TMR foi ajustada a MM e MG, foi significativamente mais alta nas brancas tanto após a perda de MC como no aumento desta. Entretanto, nenhuma diferença étnica foi encontrada quando a TMR foi ajustada a distribuição da MM. Os autores relataram que a distribuição regional de MM pode explicar as diferenças étnicas encontradas na TMR.

Fett (2006) realizou uma avaliação metabólica nutricional de obesas após tratamento com dieta hipocalórica e treinamento em circuito ou caminhada. As mulheres foram divididas em dois grupos: treinamento em circuito (CIRC), n=26, IMC de 33,2±7,9 kg/m² e idade de 32,6±9,7 anos; treinamento em caminhada (CAM), n=24, IMC de 29,2±3,4 kg/m² e idade de 38,8±10,5 anos. No primeiro mês o treinamento consistiu de 1h x 3d/semana e no segundo 1h x 4d/semana. Ambos os grupos seguiram uma dieta moderada (20% de proteínas, 20% de gorduras e 60% de carboidratos). Ambos os grupos diminuíram significativamente a MC, IMC, % de gordura corporal e MG. A TMR não teve diferença entre os grupos. Em conclusão, a

atividade física foi importante para causar modificações nutricionais e da composição corporal nestas obesas. O CIRC teve melhor associação com o incremento da performance física e dados bioquímicos sanguíneos e ambos os grupos preservaram a TMR.

Um outro fator importante que pode influenciar a TMR é a prática de atividade física. Estudos têm investigado possíveis programas de exercícios físicos relacionados ao aumento do GE em relação a TMR, tanto em indivíduos treinados como não-treinados, em diferentes tipos de exercícios, com intensidades e durações variáveis, em situações alimentares diversas, muito tem sido desvendado sobre o comportamento de inúmeras variáveis metabólicas frente a estímulos crônicos e agudos gerados pelo esforço físico.

Inúmeros estudos têm demonstrado que o treinamento, por meio dos exercícios de força, prove o aumento da TMR (DOLEZAL; POTTEIGER, 1998; BRYNER et al., 1999; HUNTER et al., 2000; BYRNE; WILMORE, 2001; LEMMER et al., 2001; DIONNE et al., 2004).

Dionne et al. (2004) estudaram a relação da idade com as adaptações metabólicas seguindo um programa de treinamento de força em mulheres não-obesas. Fizeram parte da amostra 19 mulheres jovens ($27,8 \pm 3,5$ anos) e 12 mulheres idosas ($66,6 \pm 4,9$ anos). Após um período de seis meses de treinamento, as jovens aumentaram a MC devido a um aumento da MM, na qual também aumentaram a TMR significativamente. Já nas idosas houve uma diminuição no % de gordura corporal e um aumento da MM, mas sem alterações na MC e na TMR. Assim, as mulheres jovens demonstraram maiores mudanças no metabolismo e na composição corporal comparadas às idosas.

Dolezal e Potteiger (1998) investigaram a influência dos treinamentos de força, de *endurance* e combinado (força + *endurance*) em 30 homens saudáveis ($20,1 \pm 1,6$ anos) sobre a TMR, o % gordura corporal e o $VO_2\max$. Os dados indicaram que após o período de 10 semanas de treinamento o grupo que treinou força somente aumentou a TMR e a força muscular, o grupo que treinou somente *endurance* aumentou o $VO_2\max$ e diminuiu o % de gordura corporal, já para o grupo combinado tiveram todos esses benefícios, mas com menor proporção que os

grupos treinamento de força e treinamento de *endurance* após o período de treinamento.

Hunter et al. (2000) examinaram os efeitos de 26 semanas de treinamento de força sobre a TMR, o total de energia gasta diariamente, atividade relacionada ao GE, e a razão das trocas respiratórias em um grupo de adultos idosos (8 homens e 7 mulheres, de 61 a 77 anos). Os sujeitos treinavam 3 vezes por semana, por aproximadamente 45 min, duas séries de 10 repetições, com dois min de intervalo entre elas, sendo que os exercícios eram realizados para os principais grupos musculares. Após o período de treinamento, a força aumentou em 36% e a MM em 2 kg, enquanto que a MC não sofreu modificações. A TMR aumentou em 6,8%. Os autores relatam que o treinamento com pesos pode aumentar os valores da TMR, do GE e da taxa de oxidação de lipídeos em adultos idosos, melhorando assim o seu perfil metabólico.

Bryner et al. (1999) investigaram os efeitos do treinamento aeróbio e treinamento de força, ambos combinados com uma dieta de baixa caloria, sobre a MM e a TMR de 20 sujeitos (17 mulheres e 3 homens), com média de idade de 38 anos. Os sujeitos foram divididos aleatoriamente em dois grupos, um grupo controle (n=10) que realizava exercícios aeróbios mais intervenção dietética (C + D) e outro grupo (n=10) treinamento de força mais intervenção dietética (TF + D). Ambos os grupos consumiram uma dieta de 800 kcal/dia durante 12 semanas. O grupo C + D realizou uma hora de exercício aeróbio 4 x na semana (caminhada, bicicleta ou escalada), enquanto que o grupo TF + D realizou treinamento com pesos 3 x na semana aumentando de duas para quatro séries de 8 a 15 repetições. Ambos os grupos aumentaram significativamente o VO_2 max. A MC diminuiu significativamente mais no grupo C + D comparado ao TF + D. O grupo C + D diminuiu significativamente a MM (51 para 47 kg). O grupo TF + D aumentou significativamente os valores da TMR, e no grupo C + D diminuiu significativamente. Assim, os autores concluíram que um programa de TF resultou na preservação da MM e TMR durante a perda de MC associado com uma dieta de baixa caloria.

Apesar disso, alguns estudos não tem encontrando alterações na TMR por meio do treinamento de força. No estudo de Broeder et al. (1992) em 47 homens de 18 a 35 anos de idade, após treinarem 12 semanas de treinamento de

força, os valores da TMR não mudaram com o treinamento. Van Etten et al. (1997) estudaram 18 indivíduos do sexo masculino (23 a 41 anos) que treinaram 18 semanas de exercícios com pesos, 2 x semana, realizando três séries de 15 repetições para os maiores grupos musculares. Após as 18 semanas, os voluntários perderam 2,0 kg de MG e aumentaram 2,1 kg de MM. A TMR não se alterou com o treinamento.

Lemmer et al. (2001) verificaram o efeito do treinamento de força na TMR comparando idades e gêneros. Dez homens jovens (20 a 30 anos), nove mulheres jovens (20 a 30 anos), onze homens idosos (65 a 75 anos) e dez mulheres idosas (65 a 75 anos), participaram de 24 semanas de um programa de treinamento de força. Os autores relataram que quando todos os indivíduos foram agrupados houve um aumento significativo de 7% na TMR após o treinamento, sem interação significativa entre os dois grupos de idade. Houve uma significativa interação entre gênero e tempo para a TMR absoluta, em que nos homens a TMR aumentou 9%, enquanto para as mulheres não ocorreu nenhum aumento significativo. Quando a TMR foi ajustada para MM com todos os sujeitos agrupados, houve uma melhora significativa na TMR com o treinamento, tendo um efeito de gênero e nenhum efeito de idade, na qual somente os homens mostraram uma elevação significativa da TMR. Os autores concluem que as mudanças na TMR em resposta ao treinamento de força são influenciadas pelo gênero, e não pela idade.

Estudos relacionados a TMR também tem sido investigados frente a resposta do exercício de *endurance*. Antunes et al. (2005) compararam a TMR e a composição corporal antes e após um programa de exercício de *endurance*. Fizeram parte do estudo 46 voluntários do sexo masculino com idade entre 60 e 75 anos, distribuídos aleatoriamente em dois grupos: grupo controle, sem exercício físico; grupo experimental, que participou de um programa de exercícios em cicloergômetro 3 x por semana (60 min) em dias alternados por um período de seis meses, com intensidade prescrita referente à frequência cardíaca do limiar ventilatório (LV). Após o período de estudo, foram observados decréscimo significativo nos hormônios tireoidianos e mudanças no metabolismo basal em ambos os grupos, mas não foram constatadas alterações na composição corporal. O grupo experimental apresentou aumento significativo no $VO_2\text{max}$ e na carga de trabalho referente à intensidade do LV. Os autores concluíram que um programa de exercícios aeróbios na intensidade

do LV não foi suficiente para provocar alterações favoráveis na TMR e composição corporal de idosos, embora promova benefícios cardiovasculares.

Wilmore et al. (1998) investigaram os efeitos de um treinamento de *endurance* na TMR, em um grupo de 74 sujeitos (40 homens e 37 mulheres) com idades entre 17 a 63 anos, durante 20 semanas de treinamento. O treinamento ocorreu em cicloergômetro, a uma intensidade equivalente a 55% da FC máxima do $VO_2\text{max}$ durante 30 min, aumentando gradualmente a FC a 75% do $VO_2\text{max}$ e 50 min nas últimas 14 semanas. Os autores relataram que 20 semanas de treinamento de *endurance* não afetou a TMR, sendo que ocorreram pequenas alterações na composição corporal e um grande aumento no $VO_2\text{max}$.

Existem controvérsias sobre o quanto o exercício pode influenciar na TMR, em que alguns estudos relatam um aumento desta seguindo treinamento de força (HUNTER et al., 2000; BYRNE; WILMORE, 2001; LEMMER et al., 2001), outros relatam que não ocorrem mudanças (BROEDER et al., 1992; VAN ETTEN et al., 1997; WILMORE et al., 1998), e ainda pode ocorrer uma diminuição na TMR (LAZZER et al., 2004; ANTUNES et al., 2005) dependendo do tipo de exercício realizado. Assim, embora o exercício tenha a capacidade de aumentar a MM, um aumento na TMR não necessariamente irá ocorrer.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar a taxa metabólica de repouso medida por calorimetria indireta de mulheres jovens residentes no interior do estado de São Paulo/Brasil com diferentes percentuais de gordura.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estabelecer a relação da taxa metabólica de repouso com as medidas da composição corporal (massa corporal e massa magra).

Avaliar a composição corporal dessas mulheres por meio da impedância bioelétrica.

Comparar os valores da taxa metabólica de repouso medida em mulheres com diferentes percentuais de gordura.

Comparar os valores da taxa metabólica de repouso medida com as preditas pelas equações de Harris e Benedict, Schofield, FAO/WHO/UNU e Henry e Rees.

4 MÉTODOS

4.1 CASUÍSTICA

A pesquisa se caracterizou como transversal, pois buscou verificar em determinado momento às medidas da composição corporal e da TMR.

A amostra foi composta por 46 voluntárias, estudantes universitárias, na faixa etária dos 18 aos 30 anos. Como pré-requisitos para inclusão no experimento foram considerados: não ser fumante, não ser etilista, não gestantes ou lactantes, não possuir histórico de doenças metabólicas e não estarem envolvidas em programas de treinamento físico.

Após a explicação do projeto, as voluntárias assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo A). Este estudo fez parte do projeto temático “Avaliação e treinamento físico de participantes do Centro de Qualidade de Vida da Universidade Metodista de Piracicaba”, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba (Anexo B).

4.2 PROTOCOLO EXPERIMENTAL

4.2.1 Avaliação da Saúde

Todas as voluntárias foram submetidas a uma avaliação da saúde (anamnese) anterior ao início do protocolo de testes, por um professor de Educação Física previamente treinado (Anexo C) e uma avaliação clínica realizada por médico Especialista em Medicina do Esporte.

4.2.2 Protocolo de Testes

Após a avaliação da saúde, as voluntárias foram submetidas a protocolos de avaliação, constituindo de testes para a composição corporal e TMR.

Os testes foram realizados no mesmo dia, inicialmente com a composição corporal seguido pela TMR. As avaliações foram realizadas na fase folicular do ciclo menstrual.

4.2.2.1 Composição Corporal

Para a avaliação da composição corporal foram medidos a MC e a estatura, calculado o IMC e a determinação do % de gordura corporal, MG e MM por IB.

As avaliações da MC foram mensuradas em uma balança de plataforma, digital com precisão de 0,1 kg. Já para a verificação da estatura foi avaliada em um estadiômetro com precisão de 0,1 cm.

Tanto a estatura quanto a MC seguiram os procedimentos descritos por Gordon, Chumlea e Roche (1988).

O IMC foi determinado pelo quociente massa corporal/estatura², sendo a MC expressa em kg e a estatura em metros (m).

A avaliação da composição corporal foi feita pelo método Impedância IB, marca Maltron e modelo BF-900. A intensidade de corrente foi de 800mA com frequência fixa de 50kHz. Afim de não comprometer a qualidade dos dados, foi recomendado aos sujeitos não exercitarem-se 24 h antes da avaliação; não consumir álcool 48 h antes da avaliação; não alimentarem-se quatro horas antes da avaliação; urinar dentro de 30 min antes da avaliação além de não estar sob prescrição ou consumo de diuréticos.

As avaliadas estavam trajadas com roupas leves e não portando qualquer tipo de objeto de metal no corpo. Para a avaliação, utilizou-se uma maca onde a voluntária era posicionada em decúbito dorsal de modo que os membros superiores ficavam afastados do corpo e os membros inferiores afastados entre si.

Os eletrodos foram colocados em pontos anatômicos pré-determinados (pé, tornozelo, mão e punho, todos posicionados no hemicorpo direito das avaliadas).

Nos eletrodos colocados acima da falange medial do pé direito e acima da falange medial do dorso da mão direita, foi emitido um sinal elétrico, sendo captado pelos outros dois eletrodos colocados no punho, entre os processos estilóides, e no tornozelo entre os maléolos.

O cálculo da MM foi realizado por meio da seguinte equação para indivíduos não obesos (GRAY et al., 1989):

$$MM = 0,00151*(EST^2) - 0,0344 (R) + 0,140 (MC) - 0,158 (ID) + 20,387$$

Onde: MM = massa magra em kg, EST = estatura em cm, R = resistência em ohms, MC = massa corporal em kg, ID = idade em anos.

A MG foi obtida diminuindo a MM da MC, enquanto que o % de gordura corporal foi obtido por meio da divisão da MG pela MC, multiplicada por 100.

O % de gordura corporal foi utilizado para classificar as voluntárias em três grupos: abaixo de 25% (<25%), de 25 a 30% (25-30%) e acima de 30% de gordura corporal (>30%), sendo que essa divisão, vem sendo utilizada em pesquisas como as realizadas por Cruz, Silva e Anjos (1999) e Wahrlich e Anjos (2001).

4.2.2.2 Taxa Metabólica de Repouso

Para a mensuração da TMR foi realizada na situação de repouso, após 4 horas de jejum, em temperatura ambiente (25 °C aproximadamente) e com a voluntária em alerta. Para a medida foi empregado o método de calorimetria indireta, realizada por um aparelho Sensor Calorimeter Medics VO₂₀₀₀ – Aerosport / Medical Graphics. O aparelho era calibrado anteriormente a cada avaliação.

Na posição supina, as voluntárias permaneceram 30 min em repouso até atingir o estado de equilíbrio, e assim iniciou-se a coleta dos dados por mais 35 minutos, descartando os 5 primeiros min.

O calorímetro mede o volume de ar expirado pelo indivíduo, as frações inspiradas e expiradas de O_2 e CO_2 . Durante todo o exame o ar inspirado correspondeu ao ar ambiente. O indivíduo respira dentro de uma campânula e o ar expirado é constantemente diluído com o meio ambiente.

O calorímetro mensurou em tempo pré-determinado (60 s): VE , FEO_2 , $FECO_2$, onde:

VE = volume minuto expirado, que é igual ao volume corrente multiplicado pela frequência respiratória. O volume corrente corresponde a quantidade de ar que entra e sai dos pulmões a cada ciclo ventilatório. A unidade da VE é em litros por minuto; enquanto que a frequência respiratória é o número de repetições por minuto.

FEO_2 = fração de O_2 no ar expirado;

$FECO_2$ = fração de CO_2 no ar expirado;

A partir desses valores são calculados o VO_2 e o VCO_2 pelo indivíduo.

Para o cálculo do GE foi calculado a média do VO_2 e VCO_2 durante 30 min, em que este era determinado pela fórmula de Weir (1949), sendo esta a mais utilizada em estudos nacionais (CRUZ; SILVA; ANJOS, 1999; WAHRLICH; ANJOS, 2001; CESAR et al., 2003; ANTUNES et al., 2005; FETT; FETT; MARCHINI, 2006) e internacionais (FUKAGAWA; BANDINI; YOUNG, 1990; WONG et al., 1996; ISMAIL et al., 1998; FOSTER et al., 1999; VINKEN et al., 1999; DE LORENZO et al., 2000; HUNTER et al., 2000; ILLNER et al., 2000; LUKE et al., 2000; OSTERBERG; MELBY, 2000; WEINSIER et al., 2000; LOVEJOY et al., 2001; KIMM et al., 2001; POEHLMAN et al., 2002; BUTTE et al., 2003; GRUNWALD et al., 2003; HAUGEN et al., 2003; MULLER et al., 2004; PAUL; NOVOTNY; RUMPLER, 2004; PLASQUI; WESTERTERP, 2004):

$$GE \text{ (kcal/dia)} = [(3,9 \cdot VO_2) + (1,1 \cdot VCO_2)]$$

Para a determinação da TMR, o GE foi multiplicado por 1440, correspondendo a TMR de 24 h.

4.2.3 Equações de Predição

A TMR medida por meio da calorimetria indireta foi usada na comparação com os valores obtidos pelas equações de predição da TMR (kcal em 24 h) mais utilizadas na literatura:

Harris e Benedict (1919): $665,0955 + (9,5634 \times MC) + (1,8496 \times EST) - (4,6756 \times ID)$

Schofield (1985): 18 - 30 anos $[(0,062 \times MC) + 2,036] \times 239$

FAO/WHO/UNU (1985): 18 - 30 anos $(14,7 \times MC) + 496$

Henry e Rees (1991): 18 - 30 anos $[(0,048 \times MC) + 2,562] \times 239$

Onde: MC = massa corporal, em kg; EST = estatura, em cm; ID = idade, em anos.

Os percentuais de diferença entre os valores da TMR estimada por cada uma das equações listadas acima e a medida foram calculados como: $[(TMR \text{ estimada} - TMR \text{ medida}) / TMR \text{ medida}] \times 100$.

4.3 MÉTODO ESTATÍSTICO

Dentre os métodos disponíveis para verificar a hipótese de homocedasticidade, utilizou-se o teste de Barlett, e para verificar a hipótese de normalidade, aplicou-se o Kolmogorov-Smirnov.

Para os parâmetros analisados que atenderam tais predisposições, realizou-se Anova (One-way) com teste F de Fischer.

Quando foi detectada significância estatística entre os grupos procedeu-se à análise estatística utilizando procedimentos de comparação múltiplas (Pos hoc) de *Tukey* HSD.

Para comparar a TMR medida com as equações de predição utilizou-se o teste t para amostras independentes, e realizou-se análise de correlação linear de Pearson.

As análises foram processadas por meio do Software STATGRAPHICS PLUS 5.1. Adotou-se o nível de significância de 0,05 para tomadas de decisão.

5 RESULTADOS

As tabelas de 1 a 4 mostram os resultados encontrados nas diferentes variáveis estudadas.

Na tabela 1 são apresentados os valores das variáveis idade, composição corporal: estatura, MC, MM, MG, IMC e % de gordura corporal, TMR medida e ajustada em função da MC e MM.

Tabela 1 – Idade, composição corporal e TMR medida e ajustada em função da massa corporal e massa magra no grupo de 46 mulheres estudadas.

Variável	Média±DP	Média±IC[μ] _{0,95}	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	21,7±3,5	21,7±1,3	18	30
Estatura (cm)	164,1±6,3	164,1±2,0	149,6	177,7
IMC (kg/m ²)	22,7±3,7	22,7±1,1	17,8	32,9
Massa Corporal (kg)	61,2±10,8	61,2±3,34	41,6	88,5
Massa Magra (kg)	44,4±4,7	44,4±1,47	34,0	54,1
Massa Gorda (kg)	16,8±7,4	16,8±2,29	6,2	34,4
% de gordura corporal	26,5±7,1	26,5±2,2	13,6	43,5
TMR Medida (kcal/24 h)	1294,7±211,7	1294,7±67,7	921,6	1669
TMR/MC (kcal/kg)	21,4±3,1	21,4±0,9	15,9	28,1
TMR/MM (kcal/kg)	29,1±3,8	29,1±1,1	23,3	38,1

DP: Desvio Padrão; IC[μ]_{0,95}: Intervalo de confiança a 95%.

Na tabela 2 são apresentados os valores referentes a TMR medida comparada com as estimadas pelas equações de predição de Harris e Benedict, Schofield, FAO/WHO/UNU e Henry e Rees.

Tabela 2 – Média e Desvio Padrão e resultado do nível descritivo do teste t de Student dos valores da TMR medida e as estimadas pelas diferentes equações de predição.

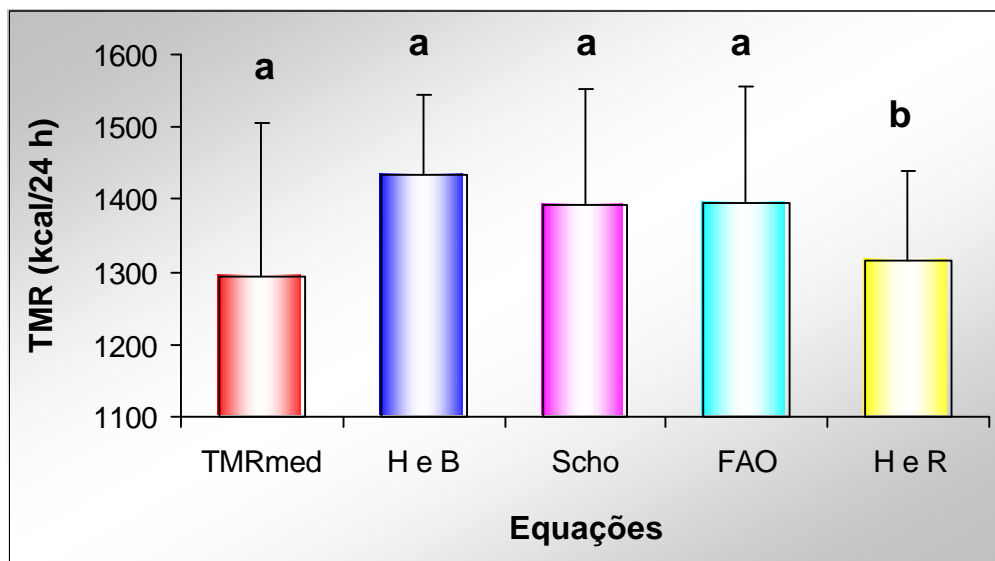
TMR medida	Média±DP	P-valor*
	1294,7±211,7	
Harris e Benedict	1435,6±109,3	<0,001
Schofield	1393,3±160,6	0,02
FAO/WHO/UNU	1395,5±159,3	0,02
Henry e Rees	1314,3±124,3	0,77

*P-valor corresponde ao nível descritivo obtido por meio do teste t de Student, comparando a diferença entre a TMR medida e as estimadas pelas equações de predição.

Quando comparou-se a TMR medida com as equações de predição de Harris e Benedict, Schofield e FAO/WHO/UNU, foram encontradas diferenças significantes. Entretanto, a TMR estimada pela equação de Henry e Rees não apresentou diferença significativa quando comparada com a TMR medida.

A figura 1 mostra os valores da TMR medida e as estimadas pelas equações de predição de Harris e Benedict, Schofield, FAO/WHO/UNU e Henry e Rees.

Figura 1 – Média e Desvio Padrão da variável Taxa Metabólica de Repouso medida (TMRmed) e as estimadas pelas equações de predição de Harris e Benedict (H e B), Schofield (Scho), FAO/WHO/UNU (FAO) e Henry e Rees (H e R).



Letras iguais indicam que há diferença significativa ($p < 0,05$). Teste t de Student.

Na tabela 3 são apresentados os valores da idade e composição corporal em função do % de gordura corporal.

Os valores encontrados para as variáveis MC, MG e % de gordura corporal, apresentaram diferenças significantes entre os diferentes percentuais, <25%, 25-30% e >30% de gordura corporal.

Em relação a variável MM, encontrou-se diferença significativa entre o grupo de mulheres que tinham <25% com o grupo >30% de gordura corporal. Para o IMC, diferença significativa foi encontrada entre o grupo de mulheres que tinham <25% com o grupo >30%, e o grupo de 25-30% com o grupo >30%.

Já com relação as variáveis idade e estatura, não foram encontradas diferenças significantes.

Tabela 3 – Idade e composição corporal em função do % de gordura corporal no grupo de 46 mulheres estudadas.

Variáveis	% de gordura corporal			P-valor
	<25 (n=22)	25-30 (n=11)	>30 (n=13)	
	Média±DP	Média±DP	Média±DP	
Idade (anos)	21,5±3,3	22,4±3,0	21,7±4,4	0,801
Estatura (cm)	162,8±6,5	165,7±5,6	164,9±6,6	0,287
MC (kg)	53,7±5,7 ^a	60,6±6,4 ^a	74,3±7,9 ^a	<0,0001
IMC (kg/m ²)	20,3±1,3 ^a	22,0±1,2 ^b	27,4±3,3 ^{ab}	<0,0001
MM (kg)	42,5±4,2 ^a	44,6±4,5 ^b	47,6±4,1 ^a	0,006
MG (kg)	11,3±2,4 ^a	16,0±2,2 ^a	26,7±5,4 ^a	<0,0001
% de gordura corporal	21,9±3,2 ^a	26,8±1,4 ^a	35,7±4,3 ^a	<0,0001

Letras iguais na linha indicam que há diferença significativa ($p < 0,05$). Anova, Tukey.

Na tabela 4 são mostrados os valores da TMR medida e ajustada para a MC e MM, e TMR estimadas pelas equações de predição de Harris e Benedict, Schofield, FAO/WHO/UNU e Henry e Rees em função do % de gordura corporal.

Quanto a TMR medida, encontrou-se diferença significativa somente entre os grupos <25% com o >30% de gordura corporal. Quando a TMR medida foi ajustada para a MC, diferença significativa foi encontrada entre o grupo <25% com o grupo >30%. Já com relação a variável TMR medida ajustada à MM, não foi encontrada diferença significativa.

Tabela 4 – TMR medida e ajustada para a massa corporal e massa magra, e TMR estimadas pelas equações de predição de Harris e Benedict, Schofield, FAO/WHO/UNU e Henry e Rees em função do % de gordura corporal das 46 voluntárias.

Variáveis	% de gordura corporal			P-valor
	<25 (n=22)	25-30 (n=11)	>30 (n=13)	
	Média±DP	Média±DP	Média±DP	
TMR Medida (kcal/24 h)	1216,8±214,4 ^a	1322,7±212,0 ^b	1425,0±167,0 ^a	0,025
TMR/MC (kcal/kg)	22,4±2,8 ^a	21,8±2,7 ^b	19,4±2,9 ^a	0,007
TMR/MM (kcal/kg)	28,3±3,4	29,6±3,6	30,2±4,5	0,575
TMR Estimada				
Harris e Benedict	1362,5±66,06 ^a	1430,0±71,10 ^a	1562,6±78,74 ^a	<0,0001
Schofield	1283,8±85,86 ^a	1384,7±94,72 ^a	1587,5±116,92 ^a	<0,0001
FAO/WHO/UNU	1286,9±85,17 ^a	1386,9±93,99 ^a	1588,1±115,99 ^a	<0,0001
Henry e Rees	1229,5±66,47 ^a	1307,6±73,33 ^a	1464,6±90,50 ^a	<0,0001

Letras iguais na linha indicam que há diferença significativa ($p < 0,05$). Anova, Tukey.

Os valores encontrados para as TMR estimadas pelas equações de predição de Harris e Benedict, Schofield, FAO/WHO/UNU e Henry e Rees, apresentaram diferenças significantes entre os três grupos de diferentes percentuais.

As figuras de 2 a 10 apresentam os resultados encontrados nas diferentes variáveis estudadas em função do % de gordura corporal.

Figura 2 – Média e Desvio Padrão da variável Idade (anos) em função do % de gordura corporal (n=46).

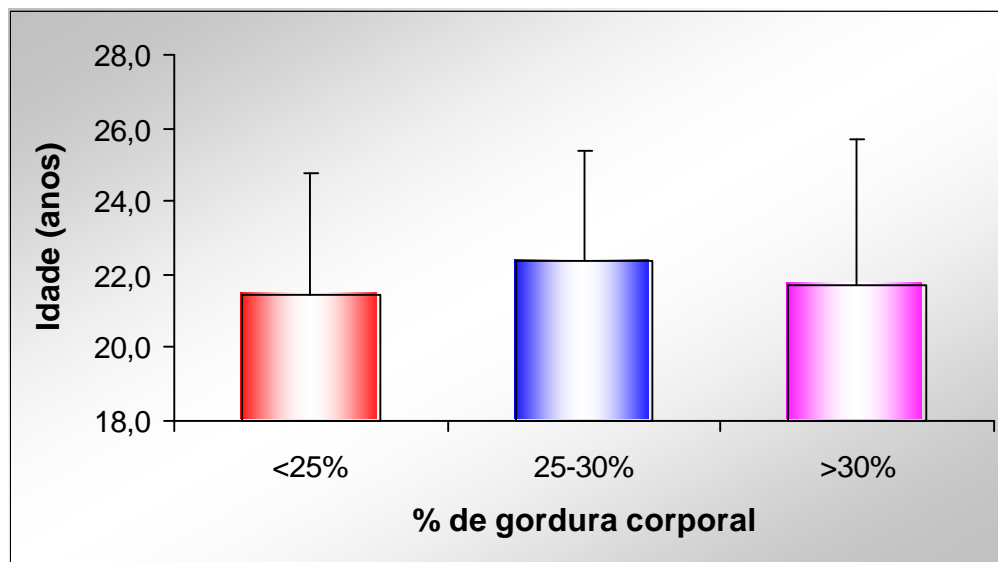


Figura 3 – Média e Desvio Padrão da variável Estatura (cm) em função do % de gordura corporal (n=46).

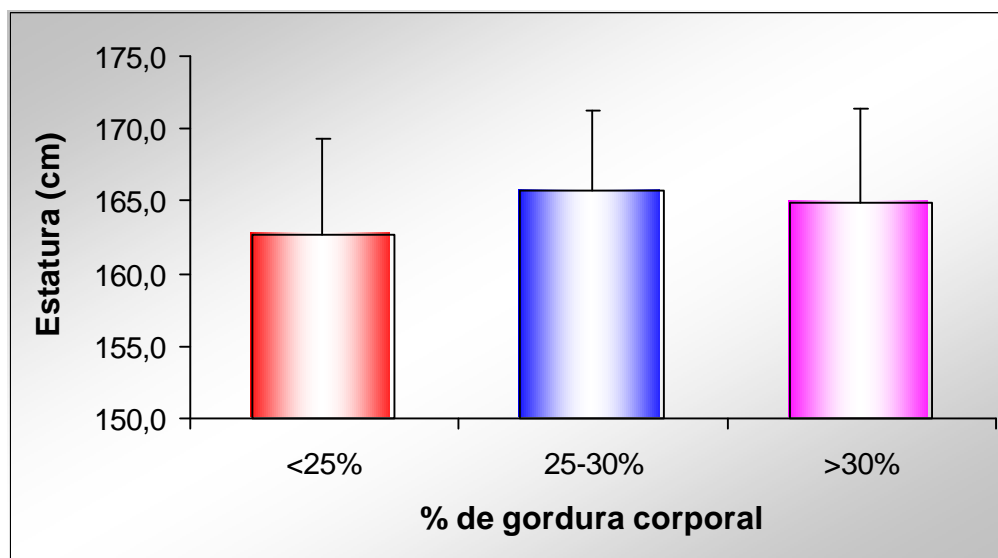
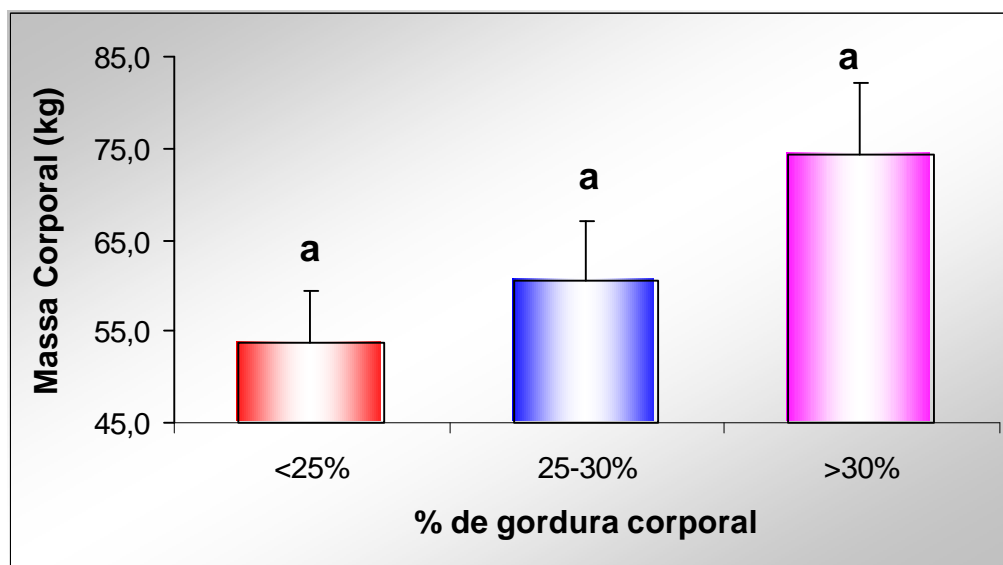
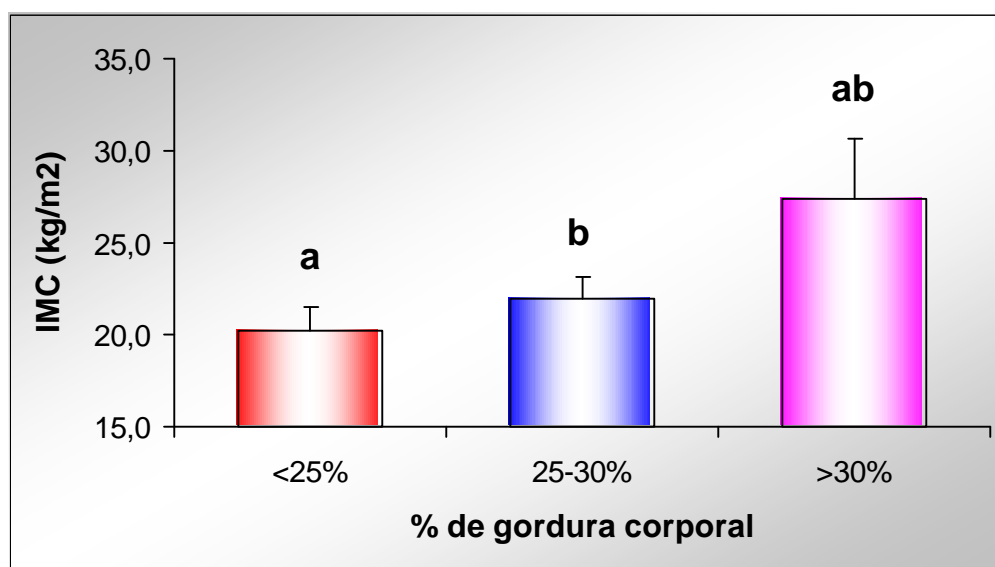


Figura 4 – Média e Desvio Padrão da variável Massa Corporal (kg) em função do % de gordura corporal (n=46).



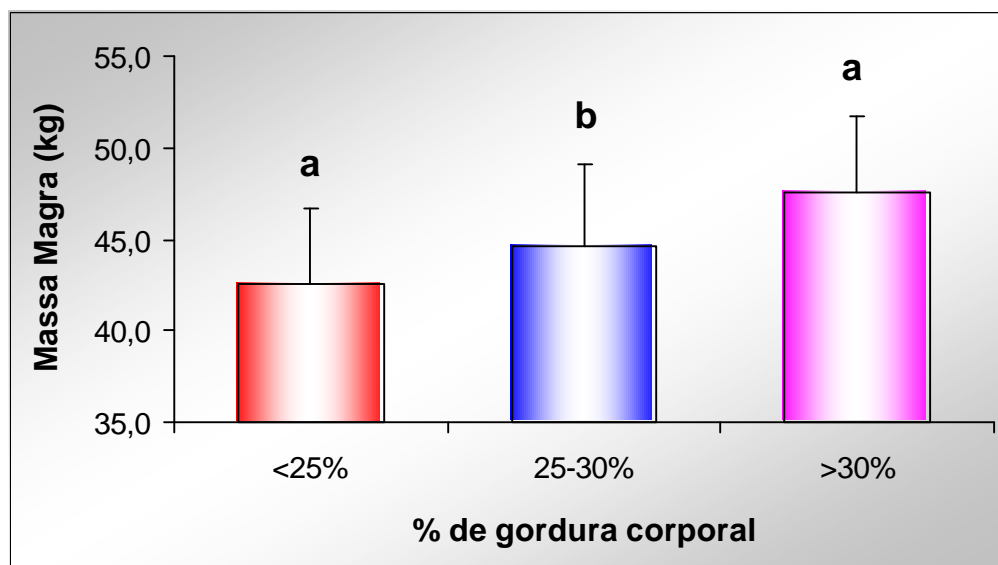
Letras iguais indicam que há diferença significativa ($p < 0,05$). Anova, Tukey.

Figura 5 – Média e Desvio Padrão da variável Índice de Massa Corporal (kg/m^2) em função do % de gordura corporal (n=46).



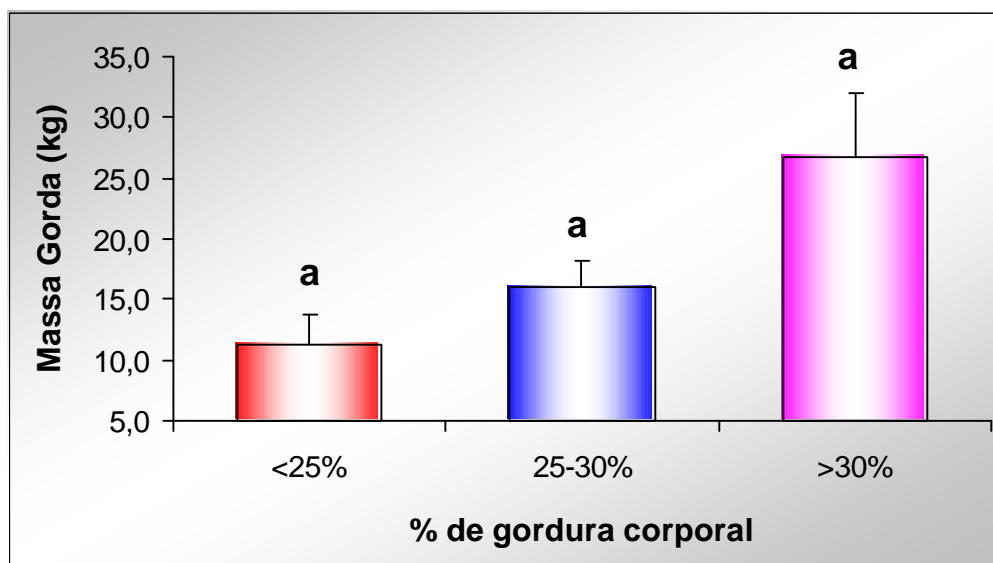
Letras iguais indicam que há diferença significativa ($p < 0,05$). Anova, Tukey.

Figura 6 – Média e Desvio Padrão da variável Massa Magra (kg) em função do % de gordura corporal (n=46).



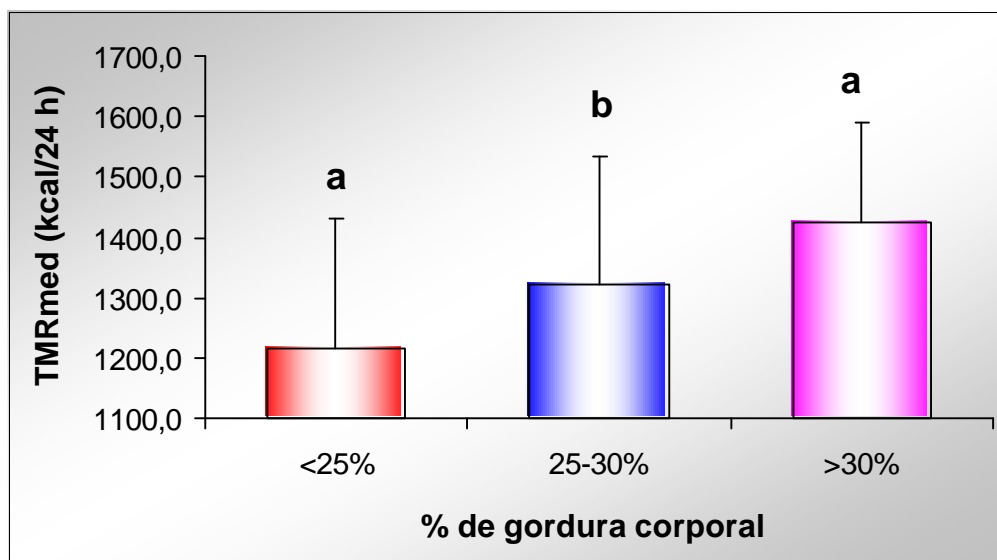
Letras iguais indicam que há diferença significativa ($p < 0,05$). Anova, Tukey.

Figura 7 – Média e Desvio Padrão da variável Massa Gorda (kg) em função do % de gordura corporal (n=46).



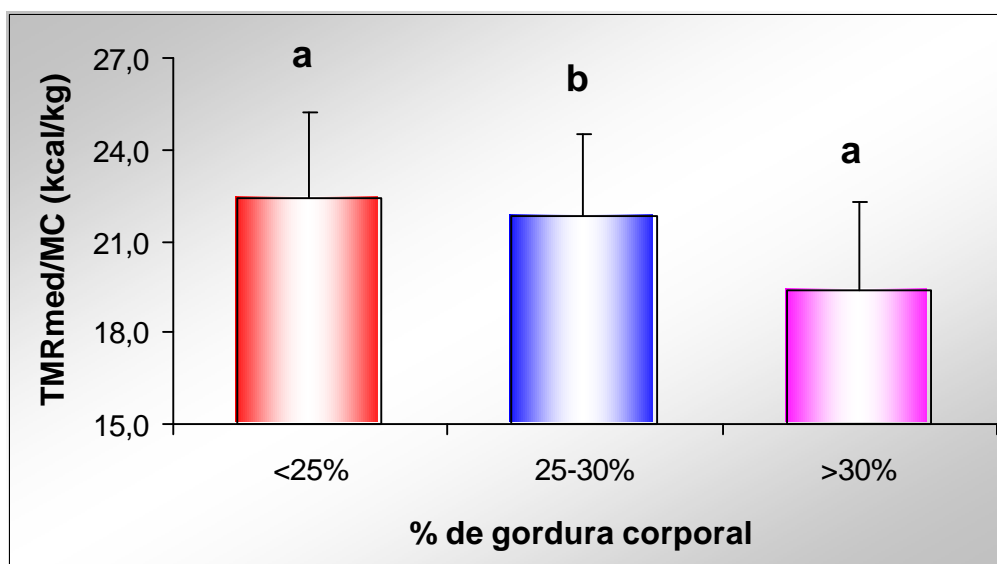
Letras iguais indicam que há diferença significativa ($p < 0,05$). Anova, Tukey.

Figura 8 – Média e Desvio Padrão da variável Taxa Metabólica de Repouso medida (kcal/24 h) em função do % de gordura corporal (n=46).



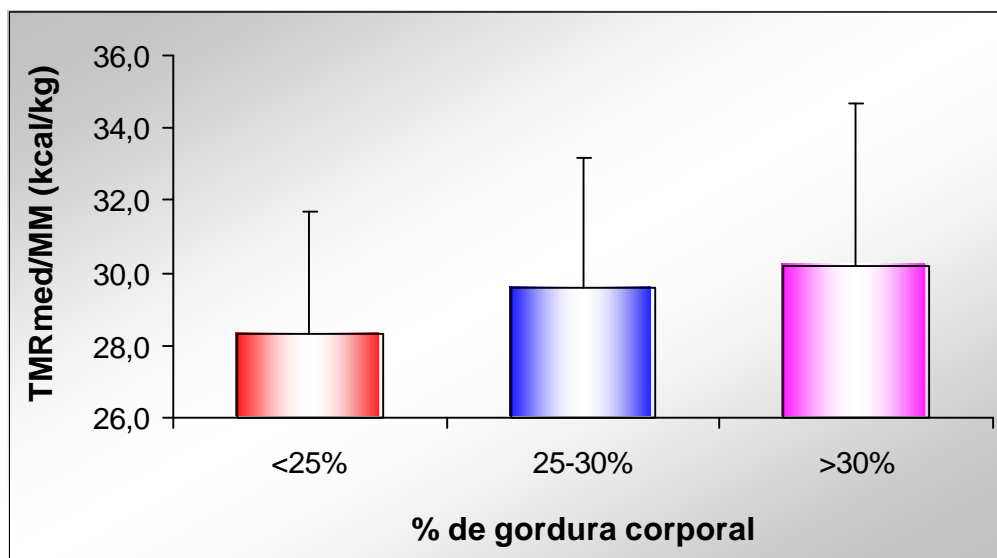
Letras iguais indicam que há diferença significativa ($p < 0,05$). Anova, Tukey.

Figura 9 – Média e Desvio Padrão da variável Taxa Metabólica de Repouso medida ajustada à Massa Corporal (kcal/kg) em função do % de gordura corporal (n=46).



Letras iguais indicam que há diferença significativa ($p < 0,05$). Anova, Tukey.

Figura 10 – Média e Desvio Padrão da variável Taxa Metabólica de Repouso medida ajustada à Massa Magra (kcal/kg) em função do % de gordura corporal (n=46).



Nas tabelas de 5 a 12 são apresentados os valores de Correlação linear de Pearson para as variáveis estudadas.

Na tabela 5 são mostrados os valores de Correlação linear de Pearson entre a TMR medida e as estimadas pelas equações de predição de Harris e Benedict, Schofield, FAO/WHO/UNU e Henry e Rees.

Tabela 5 – Correlação linear de Pearson entre a TMR medida e as estimadas pelas equações de predição de Harris e Benedict (H e B), Schofield, FAO/WHO/UNU (FAO) e Henry e Rees (H e R) para todas as voluntárias (n=46).

	TMR medida	H e B	Schofield	FAO
TMR medida				
H e B	0,62*			
Schofield	0,62*	0,98*		
FAO	0,62*	0,98*	1,0*	
H e R	0,62*	0,98*	1,0*	1,0*

* $p < 0,0001$.

Todas as equações de predição para a TMR foram significativamente ($p < 0,0001$) correlacionadas com a TMR medida, com coeficiente de correlação de $r = 0,62$. Quando as equações foram correlacionadas entre si, encontrou-se altos valores de correlação significantes ($r = 0,98$ a $1,0$).

Na tabela 6 são apresentados os valores de Correlação linear de Pearson entre a idade, composição corporal e a TMR medida e estimadas pelas equações de predição para todas as voluntárias.

Tabela 6 – Correlação linear de Pearson entre a idade, a composição corporal e a TMR medida e estimadas pelas equações de Harris e Benedict (H e B), Schofield, FAO/WHO/UNU (FAO) e Henry e Rees (H e R) para todas as voluntárias ($n = 46$).

	TMR medida	H e B	Schofield	FAO	H e R
Idade	0,09	-0,07	0,08	0,08	0,08
Estatua	0,38 [#]	0,52 [§]	0,44 [#]	0,44 [#]	0,44 [#]
MC	0,62 [*]	0,98 [*]	1,0 [*]	1,0 [*]	1,0 [*]
IMC	0,51 [§]	0,84 [*]	0,90 [*]	0,90 [*]	0,90 [*]
% de gordura	0,43 [#]	0,78 [*]	0,83 [*]	0,83 [*]	0,83 [*]
MM	0,63 [*]	0,86 [*]	0,83 [*]	0,83 [*]	0,83 [*]
MG	0,51 [§]	0,90 [*]	0,94 [*]	0,94 [*]	0,94 [*]

[#] $p < 0,05$; [§] $p < 0,001$; ^{*} $p < 0,0001$.

Para a variável idade, não foram encontradas correlações significantes. Quanto à estatura, observou-se correlações moderadas para a TMR medida e as estimadas ($r = 0,38$ a $0,52$). As variáveis MC, IMC, % de gordura corporal, MM e MG obtiveram altas correlações ($r = 0,78$ a $1,0$) em relação às equações de predição, enquanto que para a TMR medida encontrou-se correlações moderadas ($r = 0,43$ a $0,63$).

A tabela 7 mostra os valores de Correlação linear de Pearson entre a TMR medida e as estimadas pelas equações de predição para o grupo de voluntárias $< 25\%$ de gordura corporal.

Tabela 7 – Correlação linear de Pearson entre a TMR medida e as estimadas pelas equações de predição de Harris e Benedict (H e B), Schofield, FAO/WHO/UNU (FAO) e Henry e Rees (H e R) para o grupo de voluntárias <25% de gordura corporal (n=22).

	TMR medida	H e B	Schofield	FAO
TMR medida				
H e B	0,72 [§]			
Schofield	0,72 [§]	0,96*		
FAO	0,72 [§]	0,96*	1,0*	
H e R	0,72 [§]	0,96*	1,0*	1,0*

[§]p<0,001; *p<0,0001.

Todas as equações de predição foram significativamente correlacionadas com a TMR medida, com coeficiente de correlação de r=0,72. Quando as equações foram correlacionadas entre si, encontrou-se altos valores de correlação (r=0,96 a 1,0).

Na tabela 8 são apresentados os valores de Correlação linear de Pearson entre a idade, composição corporal e a TMR medida e estimadas pelas equações de predição para o grupo de voluntárias <25% de gordura corporal.

Para as variáveis idade e % de gordura corporal não foram encontradas correlações significantes. Em relação à estatura, foram observadas altas correlações (r=0,77 a 0,80) com as TMR estimadas pelas equações, e moderada (r=0,55) em relação a TMR medida. As variáveis MC e MM obtiveram altas correlações (r=0,72 a 1,0) em relação a TMR medida e as estimadas pelas equações de predição. Enquanto que, para as variáveis IMC e MG observou-se correlações de moderadas a altas (r=0,45 a 0,75).

Tabela 8 – Correlação linear de Pearson entre a idade, a composição corporal e a TMR medida e as estimadas pelas equações de predição de Harris e Benedict (H e B), Schofield, FAO/WHO/UNU (FAO) e Henry e Rees (H e R) para o grupo de voluntárias <25% de gordura corporal (n=22).

	TMR medida	H e B	Schofield	FAO	H e R
Idade	-0,03	-0,16	0,07	0,07	0,07
Estatura	0,55 [#]	0,80*	0,77*	0,77*	0,77*
MC	0,72 [§]	0,96*	1,0*	1,0*	1,0*
IMC	0,45 [#]	0,58 [#]	0,67 [§]	0,67 [§]	0,67 [§]
% de gordura	0,09	0,28	0,35	0,35	0,35
MM	0,71 [§]	0,91*	0,92*	0,92*	0,92*
MG	0,44 [#]	0,69 [§]	0,75*	0,75*	0,75*

[#]p<0,05; [§]p<0,001; *p<0,0001.

A tabela 9 apresenta os resultados de Correlação linear de Pearson entre TMR medida e as estimadas pelas equações de predição para o grupo de voluntárias com 25-30% de gordura corporal.

Tabela 9 – Correlação linear de Pearson entre a TMR medida e as estimadas pelas equações de predição de Harris e Benedict (H e B), Schofield, FAO/WHO/UNU (FAO) e Henry e Rees (H e R) para o grupo de voluntárias com 25-30% de gordura corporal (n=11).

	TMR medida	H e B	Schofield	FAO
TMR medida				
H e B	0,65			
Schofield	0,73 [#]	0,97*		
FAO	0,73 [#]	0,97*	1,0*	
H e R	0,73 [#]	0,97*	1,0*	1,0*

[#]p<0,05; *p<0,0001.

A TMR medida comparada com a estimada por Harris e Benedict não apresentou correlação significativa. Enquanto que, em relação às demais equações, foram observadas correlações significantes ($r=0,73$). Quando as estimadas foram correlacionadas entre si, altos valores foram encontrados ($r=0,97$ a $1,0$).

Na tabela 10 são mostrados os valores de Correlação linear de Pearson entre a idade, composição corporal e TMR medida e estimadas pelas equações de predição para o grupo de voluntárias com 25-30% de gordura corporal.

Tabela 10 – Correlação linear de Pearson entre a idade, a composição corporal e TMR medida e as estimadas pelas equações de predição de Harris e Benedict (H e B), Schofield, FAO/WHO/UNU (FAO) e Henry e Rees (H e R) para o grupo de voluntárias com 25-30% de gordura corporal ($n=11$).

	TMR medida	H e B	Schofield	FAO	H e R
Idade	0,18	-0,17	0,05	0,05	0,05
Estatua	0,46	0,91 [§]	0,88 [#]	0,88 [#]	0,88 [#]
MC	0,73 [#]	0,97 [*]	1,0 [*]	1,0 [*]	1,0 [*]
IMC	0,82 [§]	0,70 [#]	0,79 [#]	0,79 [#]	0,79 [#]
% de gordura	-0,02	0,05	0,02	0,02	0,02
MM	0,75 [#]	0,96 [*]	0,98 [*]	0,98 [*]	0,98 [*]
MG	0,58	0,86 [#]	0,91 [§]	0,91 [§]	0,91 [§]

[#] $p<0,05$; [§] $p<0,001$; ^{*} $p<0,0001$.

Nas variáveis idade e % de gordura corporal não foram encontradas correlações significantes. Em relação à estatura e a MG, foram observadas altas correlações ($r=0,88$ a $0,91$) com as TMR estimadas pelas equações, sem correlação com a TMR medida. As variáveis MC, IMC e MM obtiveram altas correlações ($r=0,70$ a $1,0$) significantes em relação a TMR medida e as estimadas pelas equações de predição.

Na tabela 11 são mostrados os valores de Correlação linear de Pearson entre a TMR medida e as estimadas pelas equações de predição para o grupo de voluntárias >30% de gordura corporal.

Tabela 11 – Correlação linear de Pearson entre a TMR medida e as estimadas pelas equações de predição de Harris e Benedict (H e B), Schofield, FAO/WHO/UNU (FAO) e Henry e Rees (H e R) para o grupo de voluntárias >30% de gordura corporal (n=13).

	TMR medida	H e B	Schofield	FAO
TMR medida				
H e B	0,09			
Schofield	0,18	0,95*		
FAO	0,18	0,95*	1,0*	
H e R	0,18	0,95*	1,0*	1,0*

* $p < 0,0001$.

A TMR medida comparada com as estimadas pelas equações de predição não apresentou correlações significantes. Contudo, quando as estimadas foram correlacionadas entre si, altos valores foram encontrados ($r = 0,95$ a $1,0$).

Na tabela 12 são apresentados os valores de Correlação linear de Pearson entre a idade, composição corporal e TMR medida e estimadas pelas equações de predição para o grupo de voluntárias >30% de gordura corporal.

Para as variáveis idade e estatura não foram encontradas correlações significantes. Em relação à MC, IMC, % de gordura corporal, MM e MG, não encontraram-se correlações significantes com a TMR medida, porém, estas variáveis foram correlacionadas com as estimadas pelas equações de predição, com exceção do % de gordura corporal com a equação de Harris e Benedict.

Tabela 12 – Correlação linear de Pearson entre a idade, a composição corporal e TMR medida e as estimadas pelas equações de predição de Harris e Benedict (H e B), Schofield, FAO/WHO/UNU (FAO) e Henry e Rees (H e R) para o grupo de voluntárias >30% de gordura corporal (n=13).

	TMR medida	H e B	Schofield	FAO	H e R
Idade	0,30	-0,11	0,17	0,17	0,17
Estatura	0,04	0,36	0,21	0,21	0,21
MC	0,18	0,95*	1,0*	1,0*	1,0*
IMC	0,13	0,61 [#]	0,75 [#]	0,75 [#]	0,75 [#]
% de gordura	0,25	0,46	0,59 [#]	0,59 [#]	0,59 [#]
MM	0,02	0,82 [§]	0,77 [§]	0,77 [§]	0,77 [§]
MG	0,24	0,77 [#]	0,87*	0,87*	0,87*

[#]p<0,05; [§]p<0,001; *p<0,0001.

6 DISCUSSÃO

A TMR é a energia gasta pela atividade celular para manter as funções corporais normais durante o repouso (STIEGLER; CUNLIFFE, 2006). A média da TMR medida em mulheres jovens neste estudo foi de 1295 kcal/dia.

O estado metabólico é classificado em normometabólico, hipermetabólico ou hipometabólico, pela comparação do GE medido com o GE teórico calculado. Considera-se o indivíduo hipermetabólico quando o GE no repouso medido está 10% ou mais acima do valor previsto. Indivíduos com gastos menores que 90% do previsto são considerados hipometabólicos (DIENER, 1997). No presente estudo, 35% das voluntárias estavam com valores da TMR medida menores que 85% da predita pela equação de Harris e Benedict, classificando estas como hipometabólicas. As outras 65%, podem ser classificadas como normometabólicas (apresentam TMR medida \pm 15% da predita).

Nesta pesquisa foram encontradas diferenças significantes na TMR medida expressa em valores absolutos (kcal/dia) quando as voluntárias foram divididas em diferentes % de gordura corporal. A TMR foi substancialmente mais alta nas mulheres que tinham maior MC do que as com menor MC, indo ao encontro de outras pesquisas (RAVUSIN et al., 1982; DE BOER et al., 1987; WELLE et al., 1992), em que nas mulheres >30% a TMR foi significantemente maior que as que tinham <25%, porém, não havendo diferença com o grupo de 25-30%. Após ajustar a TMR para a MC, diferenças significantes foram encontradas entre o grupo <25% em relação ao >30%, em que no <25%, este apresentou uma maior TMR (kcal/kg) que o grupo >30% de gordura corporal. Entretanto, quando esta foi ajustada a MM não foram verificadas diferenças significantes. O grupo de mulheres >30% de gordura corporal apresentou valores de IMC e MM significantemente maiores somente quando comparado ao grupo <25%.

Para todas as voluntárias agrupadas, as medidas da composição corporal de estatura, MC, IMC, % de gordura corporal, MM e MG obtiveram correlações significantes com a TMR medida ($r=0,38$ a $0,63$; $p<0,05$). As variáveis que apresentaram maiores correlações foram a MM ($r=0,63$; $p<0,0001$) e a MC ($r=0,62$; $p<0,0001$). Observaram-se correlações significantes entre as TMR

estimadas pelas equações de predição quando correlacionadas com as medidas de: MC ($r=0,98$ a $1,0$; $p<0,0001$), MG ($r=0,90$ a $0,94$; $p<0,0001$), IMC ($r=0,84$ a $0,90$; $p<0,0001$), MM ($r=0,83$ a $0,86$; $p<0,0001$), % de gordura corporal ($r=0,78$ a $0,83$; $p<0,0001$) e estatura ($r=0,44$ a $0,52$; $p<0,05$).

Quando as voluntárias foram divididas por grupos de diferentes % de gordura corporal, no grupo $<25\%$, as medidas de estatura, MC, IMC, MM e MG foram significativamente correlacionadas com a TMR medida, com coeficientes de correlação variando entre $r=0,44$ a $0,72$ ($p<0,05$). No grupo de $25-30\%$, foram observadas correlações significantes entre a TMR medida com a MC, IMC e MM ($r=0,73$ a $0,82$; $p<0,05$), contudo no $>30\%$, a TMR medida não obteve correlações significantes com nenhuma das variáveis antropométricas. As variáveis % de gordura corporal e idade apresentaram baixas correlações nos três grupos.

Nos grupos $<25\%$ e $25-30\%$ as medidas de composição corporal de estatura, MC, IMC, MM e MG apresentaram correlações significantes com as estimadas pelas equações de predição de Harris e Benedict ($r=0,58$ a $0,97$; $p<0,05$), Schofield ($r=0,67$ a $1,0$; $p<0,05$), FAO/WHO/UNU ($r=0,67$ a $1,0$; $p<0,05$) e Henry e Rees ($r=0,67$ a $1,0$; $p<0,05$). As variáveis que apresentaram maiores correlações nestes grupos foram a MC e a MM. No grupo $>30\%$ as quatro equações foram correlacionadas com a MC, IMC, MM e MG ($r=0,59$ a $1,0$; $p<0,05$), e para o % de gordura corporal, somente a equação de Harris e Benedict não obteve correlação significativa. Neste grupo as variáveis que apresentaram as maiores correlações foram a MC e a MG, sendo que idade e estatura foram as variáveis com menores correlações.

Estudos têm demonstrado que a MM é o melhor preditor para a TMR. Cunningham (1980) por meio de uma análise de regressão múltipla verificou quais os fatores influenciadores na TMR em 223 indivíduos do estudo clássico de Harris e Benedict (1919), em que as equações estavam separadas por sexo. Os fatores da análise incluíram sexo, idade, estatura, MC, e MM estimada. A MM foi o único fator de predição para a TMR. Sparti et al. (1997) verificaram por meio de análise de regressão múltipla, que a MM e a MG são responsáveis por 83% da variabilidade na TMR. Enquanto que no estudo de Johnstone et al. (2005) a TMR foi 63% explicada pela MM, 6% pela MG e 2% pela idade.

Em pesquisa realizada por Arciero, Goran e Poehlman (1993) em 522 sujeitos de ambos os sexos (17 a 81 anos) verificaram que a MM foi a variável que mais se correlacionou com a TMR medida ($r=0,90$). Illner et al. (2000) também relataram que a MM apresentou o maior valor de correlação com a TMR medida ($r=0,95$). Concomitantemente, esta variável no presente estudo foi a que mais se correlacionou com a TMR medida ($r=0,63$) quando todas as voluntárias estavam agrupadas. Além disso, No estudo de Mifflin et al. (1990) as variáveis com maiores correlações com a TMR medida foram a MM ($r=0,64$) e a MC ($r=0,56$).

Carpenter et al. (1998) em uma meta análise com 13 estudos publicados, um total de 162 adultos saudáveis de ambos os sexos, encontraram que a TMR medida foi significativamente correlacionada com a MC ($r=0,66$). No presente estudo, esta variável obteve também correlação significativa com a TMR medida, apresentando uma correlação próxima à do estudo realizado a cima ($r=0,62$). Verga, Buscemi e Caimi (1994) verificaram que em indivíduos com diferentes classificações de IMC, as variáveis de MC ($r=0,89$), água corporal total ($r=0,89$), MM ($r=0,87$), massa celular corporal ($r=0,85$), IMC ($r=0,72$) e MG ($r=0,45$) foram as variáveis que apresentaram correlações significantes com a TMR medida.

A variação na quantidade da MM tem sido mostrada o que explica as diferenças na TMR em indivíduos, numa variação de 65 a 90% (CUNNINGHAM, 1991). A TMR por unidade de MM não é constante, e essa relação varia com a MC do indivíduo (ILLNER et al., 2000). A TMR por unidade de MM diminui com o aumento da MC, sugerindo que os indivíduos com uma alta quantidade de gordura possuem uma menor TMR por kg/MG (RAVUSSIN; BOGARDUS, 1989). Além do mais, Bosity-Westphal et al. (2004) relatam a importância de se conhecer a composição da MM, principalmente nos tecidos altamente metabólicos, em especial a massa orgânica tecidual.

Butte et al. (2003) investigaram o GE em 116 mulheres saudáveis, de 18 a 40 anos, classificadas em: IMC baixo ($<18,5$ kg/m²; $21,6\pm 4,8$ % de gordura corporal), IMC normal ($>18,5$ a <25 ; $26,6\pm 5,9$ %) e IMC alto (≥ 25 ; $40,2\pm 6,4$ %). A TMR medida diferiu significativamente entre as três classificações, sendo que no grupo de IMC baixo esta foi de 1166 ± 132 , no IMC normal foi de 1299 ± 115 e no IMC

alto de 1505 ± 147 kcal/dia, respectivamente. Os maiores preditores para a TMR foram a MC ($r=0,78$) e a MM ($r=0,72$).

Welle et al. (1992) estudaram 12 mulheres com MC normal ($59,6 \pm 4,9$ kg; 33 ± 6 anos) e 26 com sobrepeso ($85,2 \pm 10,8$ kg; 36 ± 7 anos). A média da TMR medida nas com sobrepeso foi 14% mais alta. A TMR foi altamente correlacionada com a MM ($r=0,83$) e MC ($r=0,80$). Após ajustar a TMR para MM foram eliminadas as diferenças entre os grupos. Os autores relataram que uma possível explicação para a TMR absoluta ser maior nas com sobrepeso é que estas consomem mais energia para manter seu excesso de MC comparado às mulheres com MC normal. Além do mais, existe uma variabilidade individual no efeito da dieta ou na mudança da MC sobre a eficiência metabólica e de atividade física, sendo que esses fatores podem explicar porque alguns indivíduos ganham mais MC facilmente que outros.

No estudo de De Boer et al. (1987) em 29 mulheres não-obesas (IMC de $20,7 \pm 0,4$ kg/m²) e 18 obesas (IMC de $33,5 \pm 1,6$ kg/m²) de 20 a 55 anos de idade, na qual encontraram que a MM nas não obesas foi significativamente menor ($44,7 \pm 0,6$ kg) que as obesas ($51,9 \pm 1,6$ kg). O GE foi mais alto nas obesas (2558 ± 108 kcal/dia) comparado as não-obesas (2052 ± 32 kcal/dia). Quando o GE foi ajustado a MC, as não-obesas apresentaram maiores valores ($35,1 \pm 0,6$ kcal/kg) que as obesas ($27,6 \pm 0,5$ kcal/kg). Porém, quando o GE foi ajustado a MM não foram observadas diferenças significantes entre os grupos.

Em pesquisa realizada por Nielsen et al. (2000), foi investigado se o volume do fluido extracelular (VFE) e MG são dependentes na TMR medida em relação a MM em homens ($n=100$) e mulheres ($n=153$) adultos. A TMR foi correlacionada significativamente com a MM e a MG em mulheres ($r=0,65$ e $r=0,63$, ambos $p < 0,001$) e homens ($r=0,62$ e $0,48$, ambos $p < 0,001$, respectivamente). Por meio de regressão linear múltipla, a MM, MG e idade significativamente contribuíram na predição da TMR em ambos os gêneros. Quando a MM foi ajustada para VFE não houve melhora na predição da TMR, sugerindo que este fator é altamente integrado ao componente MM em adultos saudáveis. Entretanto, expressar a TMR em relação a MM somente, pode gerar erros quando populações de indivíduos magros e obesos são comparadas.

Verga, Buscemi e Caimi (1994) investigaram a TMR medida em relação à composição corporal de indivíduos de ambos os sexos com diferentes classificações de IMC. Diferenças foram encontradas na TMR do grupo controle (GC; n=22; IMC $23\pm 0,5$ kg/m²; TMR de 1407 ± 52 kcal/dia) em relação aos obesos (GO; n=22; IMC $34,2\pm 0,9$ kg/m²; TMR de 1779 ± 86 kcal/dia) e aos obesos mórbidos (GOM; n=18; IMC $49,9\pm 1,6$ kg/m²; TMR de 1990 ± 86 kcal/dia), porém, o GO não diferiu do GOM. O GOM tinha mais MG que o GO, enquanto que a massa corporal celular e o compartimento corporal de atividade metabólica, eram similares no GO e no GOM, este fato pode ter contribuído para uma TMR próxima em ambos os grupos. Assim, o aumento da atividade metabólica e da MM possuem um determinado limite em indivíduos obesos, indicando que os indivíduos do GOM possuíam atividade metabólica muito próxima do GO.

O presente estudo teve também como objetivo, comparar a TMR medida com as estimadas pelas equações de predição de Harris e Benedict (1919), Schofield (1985), FAO/WHO/UNU (1985) e de Henry e Rees (1991).

Desde o trabalho pioneiro de Harris e Benedict, aproximadamente 138 equações por 40 diferentes autores foram publicadas. Essas equações são baseadas na MC, estatura, idade, sexo e marcadores específicos da composição corporal, como a superfície corporal, MM, MG, potássio corporal total, entre outras (ROCHA et al., 2005). A utilização das equações é realizada em indivíduos magros, com sobrepeso, obesos, obesos mórbidos e também em condições patológicas específicas.

Deve-se ter muita cautela ao se estimar a TMR por equações de predição, já que estas podem não estimar um GE adequado (FRANKENFIELD; YOUSEY; COMPTON, 2005) acarretando erros na estimativa da necessidade energética de populações (WAHRLICH; ANJOS, 2001).

O uso de equações preditivas para se estimar a TMR é muito utilizada na prática clínica, provavelmente devido a pouca disponibilidade de equipamentos adequados para a realização da medida real. A equação mais utilizada na prática clínica para estimar a TMR é a equação de Harris e Benedict (1919), que utiliza como parâmetros a MC, a estatura, a idade e o sexo. Ao

comparar o resultado da TMR medida no presente estudo com a estimada por esta equação, foi a que mais superestimou os valores da TMR (10%). Esta equação também tem sido relatada ser inadequada quando utilizada em indivíduos obesos (CESAR et al., 2003; DE LUIS et al., 2006).

A equação de Harris e Benedict apresentou correlação significativa ($r=0,62$) com a TMR medida no presente estudo para todas as voluntárias agrupadas. Quando estas foram divididas em diferentes grupos de % de gordura corporal, no grupo $<25\%$ a correlação foi de $r=0,72$ ($p<0,001$), no grupo 25-30% de $r=0,65$ e no $>30\%$ de $r=0,09$, ambos sem correlação significativa. Esta equação quando correlacionada com as demais equações de predição, altos valores foram encontrados (0,95 a 1,0).

Mais recentemente Schofield (1985) em uma meta análise propôs uma equação de predição que utiliza somente a MC, visto que a introdução de outras variáveis pouco melhorava a estimativa da TMR. Esta equação tem uma maior acurácia em indivíduos moradores de regiões temperadas, tem sido relatado ser menos precisa nos indivíduos residentes em regiões tropicais (HENRRY; RESS, 1991; PIERS; SHETY, 1993) e norte americana (CLARK; HOFFER, 1991) e parece superestimar a TMR em várias populações (PIERS; SHETTY, 1993; SOARES; FRANCIS; SHETTY, 1993; HAYTER; HENRY, 1993; WAHRLICH; ANJOS, 2001; SCHNEIDER; MEYER, 2005). Quando a TMR medida do presente estudo foi comparada a estimada por Schofield, esta equação superestimou em 7% a TMR das voluntárias.

A equação proposta por Schofield apresentou correlação significativa ($r=0,62$; $p<0,0001$) em relação a TMR medida no presente estudo para todas as voluntárias agrupadas. Quando estas foram divididas em diferentes grupos de % de gordura corporal, no grupo $<25\%$ a correlação foi de $r=0,72$ ($p<0,001$), no grupo de 25-30% de $r=0,73$ ($p<0,05$) e no grupo $>30\%$ de $r=0,18$, sem diferença significativa. Esta equação quando correlacionada com as demais equações de predição, altos valores foram encontrados (0,95 a 1,0; $p<0,0001$).

Em 1985, as equações propostas por Schofield foram adotadas pela OMS, mas com um aumento no número de dados. Sendo assim, esta equação

(FAO/WHO/UNU, 1985) vem sendo muito utilizada, porém, estudos mostram divergências em pesquisas realizadas em diversos países. No presente estudo quando comparou-se a TMR medida e a estimada por esta equação, encontrou-se diferença significativa, superestimando em 7% os valores da TMR medida. Entretanto, Spurr et al. (1994) estudaram mulheres residentes na Colômbia, de 20 a 42 anos, em que quando comparou-se a TMR medida com as equações de predição de Schofield e da FAO/WHO/UNU, os valores foram muito próximos, porém significativamente maior quando comparado com a equação de Henry e Rees.

Em relação à equação da FAO/WHO/UNU, esta apresentou correlação significativa ($r=0,62$; $p<0,0001$.) com a TMR medida no presente estudo para todas as voluntárias agrupadas. Quando estas foram divididas em diferentes grupos de % de gordura corporal, no grupo $<25\%$ a correlação foi de $r=0,72$ ($p<0,001$), no grupo de 25-30% de $r=0,73$ ($p<0,05$) e no grupo $>30\%$ de $r=0,18$, sem diferença significativa. Esta equação quando correlacionada com as demais equações de predição, altos valores de correlação foram encontrados (0,95 a 1,0; $p<0,0001$).

Devido a valores superestimados na TMR de indivíduos moradores de trópicos, Henry e Rees (1991) criaram equações de predição para estas populações. Estes autores relatam que esta menor TMR pode ser em decorrência de uma combinação de vários fatores, como o clima, dieta, etnia e composição corporal. No presente estudo não houve diferença significativa entre a média da TMR medida (1294,7 kcal/dia) e a estimada por esta equação (1314,3 kcal/dia), sendo que a diferença entre elas foi de apenas 1,6%.

A equação proposta por Henry e Rees apresentou correlação significativa ($r=0,62$; $p<0,0001$) com a TMR medida no presente estudo para todas as voluntárias agrupadas. Quando estas foram divididas em diferentes grupos de % de gordura corporal, no grupo $<25\%$ a correlação foi de $r=0,72$ ($p<0,001$), no grupo de 25-30% de $r=0,73$ ($p<0,05$) e no grupo $>30\%$ de $r=0,18$, sem correlação significativa. Esta equação quando correlacionada com as demais equações de predição, altos valores foram encontrados (0,95 a 1,0; $p<0,0001$).

Os resultados encontrados no presente estudo foram muito próximos ao estudo de Henry e Rees (1991) com pessoas moradoras de trópicos. Foram avaliadas a TMR de 2822 indivíduos de ambos os sexos com uma amplitude de idade de 3 a 60 anos. A TMR medida foi em média 8% menor quando comparada com a TMR estimada pela equação de predição da FAO/WHO/UNU (1985), enquanto que no presente estudo foi 7% menor. Apesar de essas equações fornecerem estimativas menores quando comparadas com as obtidas pelas equações da FAO/WHO/UNU (1985), os valores por elas estimados parecem, ainda, superestimar a TMR em regiões tropicais (PIERS; SHETTY, 1993; CRUZ; SILVA; ANJOS, 1999; WAHRLICH; ANJOS, 2001; SCHNEIDER; MEYER, 2005).

Cruz, Silva e Anjos (1999) realizaram um estudo com 50 universitárias residentes no estado do Rio de Janeiro/Brasil, com idades entre 19 a 27 anos, a média da TMR medida foi de $1185,0 \pm 170,8$ kcal/dia. Quando se comparou com equações de predição foram encontrados valores superestimados para a equação de Harris e Benedict em 18,9%, a equação da FAO/WHO/UNU em 12,5% e a de Henry e Rees em 7,2%. Os autores, concluíram que mais dados são necessários para desenvolver equações para a população brasileira.

No estudo de Wahrlich e Anjos (2001) em 60 mulheres residentes na cidade de Porto Alegre/RS, com idades entre 20 a 40 anos, a média da TMR foi de $1185,3 \pm 148,6$ kcal/dia. Quando a TMR medida das gaúchas foi comparada as estimadas pelas equações de predição, a de Harris e Benedict foi a que mais superestimou em 17,1%, a de Schofield superestimou em 12,9%, a da FAO/WHO/UNU superestimou em 13,5%, enquanto que a de Henry e Rees superestimou em 7,4%. Todas essas equações apresentaram diferenças significantes com a TMR medida. Estes autores concluíram que as equações de predição podem superestimar os requerimentos energéticos para mulheres com características semelhantes.

A TMR medida no presente estudo foi de $1294,7 \pm 211,7$ kcal/dia, enquanto que no de Cruz, Silva e Anjos (1999) foi de $1185,0 \pm 170,8$ kcal/dia e no Wahrlich e Anjos (2001) de $1185,3 \pm 148,6$ kcal/dia. Estes dois estudos apresentaram resultados muito próximos para a TMR medida, mesmo sendo em regiões diferentes. Cabe ressaltar que estes foram realizados com os mesmos equipamentos, seguindo

o mesmo protocolo. Devido a uma maior TMR medida nas mulheres do presente estudo, quando se estimou pelas equações de predição, estas tiveram um menor percentual de variação comparado a estes dois estudos para a equação de Harris e Benedict (10% nas paulistas, 18,9% nas cariocas e 17,1% nas gaúchas), equação da FAO/WHO/UNU (7,1%, 12,5% e 13,5%, respectivamente) e equação de Henry e Rees (1,6%, 7,2% e 7,4%, respectivamente). Provavelmente essas alterações na TMR podem talvez ser parcialmente explicada pelas diferenças do clima e da alimentação.

Diante destes fatos, a equação proposta por Henry e Rees, torna-se a opção mais interessante para a estimativa da TMR de mulheres com características semelhantes, em que no presente estudo foi a única a não apresentar diferença significativa, enquanto que nas mulheres cariocas e gaúchas, esta foi a que mostrou valores mais próximos da TMR medida.

Em mulheres indianas, Piers e Shetty (1993) avaliaram a TMR em 60 voluntárias (18 a 30 anos) e compararam com equações de predição da TMR para a MC. A TMR medida foi 9,2% menor que a estimada pela equação de predição de Schofield (1985) e 4,2% menor que a de Henry e Rees (1991). Johnstone et al. (2006) estudaram 150 sujeitos adultos escoceses (IMC de 16,7 a 49,3 kg/m²) e comparam a TMR medida com a equação de Schofield, na qual encontraram uma diferença média de 120 kcal/dia entre a medida e a predita. No estudo de Butte et al. (2003) a TMR medida foi significativamente mais alta (7,8%) comparada à equação de Schofield.

De Lorenzo et al. (2000) avaliaram a TMR em italianos, 46 homens (30,2 ± 13,1 anos) e 85 mulheres (45,3 ± 13,7 anos), saudáveis e IMC <25 kg/m². A média da TMR nos homens foi de 1865 ± 234 kcal/dia e nas mulheres de 1354 ± 154 kcal/dia. Quando a TMR medida foi comparada com as estimadas pelas equações predição, a equação da FAO/WHO/UNU (1985) não diferiu significativamente em ambos os sexos. Nos indivíduos do sexo masculino a equação de predição de Harris e Benedict (1919) não apresentou diferença com a TMR medida, enquanto que nas mulheres os valores foram superestimados. Foram encontrados altos valores de correlação entre a TMR medida e predita: r=0,75 e r=0,82 em homens, e r=0,52 e

$r=0,66$ nas mulheres para as equações da FAO/WHO/UNU e Harris e Benedict, respectivamente.

Mifflin et al. (1990) verificaram que em indivíduos saudáveis de 19 a 78 anos, a TMR estimada pela equação de Harris e Benedict superestimou em 5%. Os autores relataram que a MM foi o melhor preditor para a TMR.

Ismail et al. (1998) mostraram que as equações de predição da FAO/WHO/UNU (1985) superestimaram a TMR de indivíduos adultos (18 a 60 anos) moradores da Malásia em média 13% nos homens e 9% nas mulheres, enquanto que foram observadas diferenças entre 4-5% quando comparadas com a equação de Henry e Rees (1991). Nas mulheres com idades entre 18 a 30 anos ($n=131$; IMC $20,91 \pm 2,22$ kg/m²), a equação da FAO/WHO/UNU superestimou em 9% e a de Henry e Rees em 6%. Ao encontro desses achados, Müller et al. (2004) verificaram que as equações de predição da FAO/WHO/UNU não são adequadas para indivíduos alemães, na qual encontraram valores tanto sub quanto superestimados.

No estudo de Nhung et al. (2005) estudaram 188 sujeitos (98 homens e 90 mulheres) residentes no Vietnã, com IMC normal, os quais foram divididos em quatro grupos pelo sexo e idade (18 a 29 anos e 30 a 60 anos). A TMR medida foi comparada com a equação de predição proposta pela FAO/WHO/UNU (1985) e encontraram que esta equação tende a subestimar de 7,4 a 13,5% a TMR medida. Contudo, Gonzalez et al. (2004) relataram que esta equação pode superestimar a necessidade energética diária, particularmente em indivíduos sedentários.

Em mulheres obesas, Cesar et al. (2003) estudaram 20 mulheres com obesidade mórbida (IMC de 40,3 a 64,3 kg/m²) residentes no interior do estado de São Paulo. A média da TMB medida foi de 2023,0 kcal/dia, enquanto a estimada por Harris e Benedict (1919) foi de 1930,9 kcal/dia e da FAO/WHO/UNU (1985) de 1935,6 kcal/dia, valores, portanto muito próximos. Entretanto, não houve correlação entre os valores da TMB medida e a predita pelas equações, pois foram encontradas obesas mórbidas com TMB dentre dos valores esperados, acima (hipermetabólicas) e abaixo (hipometabólicas), o que está de acordo com o presente estudo, que não encontrou correlação significativa nas mulheres com % de gordura corporal maior

que 30%, sugerindo que as equações de predição tem maior erro em mulheres com excesso de gordura corporal.

De Luis et al. (2006) verificaram que as equações de Harris e Benedict (1919) e da FAO/WHO/UNU (1985) subestimaram a TMR de indivíduos espanhóis obesos. Porém, no estudo de Das et al. (2004) as equações da FAO/WHO/UNU superestimaram em 3% e a de Harris e Benedict subestimou em 3% da TMR medida, ambas as equações foram adequadas nesta população de obesos.

Essas discrepâncias nestes resultados demonstraram as dificuldades em determinar a necessidade calórica de populações obesas. Assim, seria aconselhável determinar o GE adequadamente usando a calorimetria indireta, com o intuito de minimizar os efeitos adversos na sub e superestimação.

Schneider e Meyer (2005) em um estudo com 35 adolescentes gaúchos do sexo masculino com sobrepeso e obesidade, de 12 a 17 anos, encontraram que a equação de predição de Harris e Benedict foi à única que não diferiu significativamente. Enquanto que a equação de Henry e Rees foi a que mais superestimou (9,5%), seguida de Schofield (7,7%) e da FAO/WHO/UNU (6,5%). No estudo de Wong et al. (1996) das dez equações estudadas, nove superestimaram a TMR de crianças e adolescentes do sexo feminino, com exceção da equação de Maffeis et al. (1993).

Entretanto, Poh et al. (1999) estudaram 70 meninos e 69 meninas entre 10 a 13 anos, na qual verificaram que a equação de predição para a TMR da FAO/WHO/UNU (1985) superestimou a TMR em 5% nos meninos e 3% nas meninas. Já a equação de predição de Henry e Rees (1991) subestimou a TMR em 1% nos meninos e 2% nas meninas. Ambas equações foram recomendadas para predizer a TMR de adolescentes moradores da Malásia.

Na população idosa, a TMR tende a diminuir devido a alguns fatores como: perda da MM, redução na prática de atividade física, declínio dos íons de sódio e potássio, na atividade do adenosina trifosfato e no turnover protéico (WILSON; MORLEY, 2003).

Luhrman e Berthold (2004) verificaram a TMR de alemães, para tanto foram estudados 130 homens ($67,4 \pm 5,4$ anos) e 225 mulheres ($67,7 \pm 5,7$ anos), na qual compararam com as estimadas pelas equações de predição. Nas mulheres e homens a TMR subestimou em 3,3% e 7,5% com a equação de Schofield (1985) baseada na MC, por 2,4% e 4,5% com a equação de Schofield (1985) baseada na MC e estatura, por 0,7% e 5,0% com a equação da FAO/WHO/UNU (1985) baseada na MC, e por 2,6% e 4,6% com a equação de Harris e Benedict (1919), respectivamente. Os valores encontrados pelas equações de predição foram válidos para estimar a TMR, mesmo assim os autores relatam a importância da utilização de equações específicas para predição da TMR. Além do mais, Rocha et al. (2005), por meio de uma revisão de literatura, relataram que ao utilizar equações de predição para estimar a TMR deve-se haver cautela na escolha da equação, em que fatores como variação biológica, física e étnica, dificultam o uso global de equações. Estes autores sugerem inserir o componente MM ao invés da MC nestas equações.

Blanc et al. (2004) estudaram indivíduos de 70 a 79 anos e encontraram que a equação de predição da FAO/WHO/UNU (1985) superestimou em média 15%, sendo que os valores foram maiores nos indivíduos obesos comparados aos magros e com baixa MC (18% e 14%, respectivamente).

A variação da TMR, bem como da MM pode ser explicada por 45 a 50% em decorrência da hereditariedade (RICE et al., 1996). Uma outra variável que pode potencialmente afetar a TMR é a atividade física. Já é conhecido que esta pode interferir na MM, MG e na sua distribuição (McCARDLE; KATCH; KATCH, 2003). Assim, é provável que a atividade física afeta a TMR, especialmente depois de ajustada a MM (POEHLMAN; MELBY, 1998). Nesse sentido, vários estudos têm demonstrado a importância da realização da atividade física juntamente com a dieta, tanto para a manutenção quanto na aquisição da MM.

Nota-se uma discrepância em relação às equações de predição para as mais diversas populações. Especificamente no Brasil, existe uma carência de estudos em termos de regiões, levando os profissionais a optarem por equações de predição que nem sempre são as mais adequadas, ocasionando erros na estimativa da necessidade energética de indivíduos. Dessa maneira, faz-se necessário à

realização de mais pesquisas, no intuito de elaborar uma equação para se estimar adequadamente a TMR da população brasileira.

7 CONCLUSÕES

Mulheres com maior % de gordura corporal apresentaram maior MC, MM, IMC, MG e TMR medida que as com menores quantidades de gordura.

As voluntárias com diferentes % de gordura corporal, mostraram comportamentos distintos quanto aos componentes determinantes da TMR medida. No grupo <25% o principal determinante foi a MC, no 25-30% o IMC, e no >30% nenhuma variável foi correlacionada. Quando todas as voluntárias eram agrupadas, a MM foi o principal determinante. Dessa maneira, existe a necessidade da introdução de outros indicadores metabólicos para indivíduos obesos, dentre eles a água extracelular e a massa corporal celular, ambos componentes da MM, se mostram mais eficientes quando indivíduos de diferentes tamanhos corporais são comparados.

Comportamento similar também foi observado na TMR medida em relação às estimadas pelas equações de predição, em que no <25%, as quatro equações foram correlacionadas com a TMR medida, no 25-30% somente as equações de Schofield, FAO/WHO/UNU e Henry e Rees, e no >30% não foram encontradas correlações significantes com nenhuma das equações de predição, indicando que essas equações de predição devem ser utilizadas com cautela em obesas.

Embora as equações de predição de Harris e Benedict, Schofield e da FAO/WHO/UNU apresentassem correlações significantes com a TMR medida no grupo total das 46 mulheres, a estimada por Henry e Rees foi a única que não mostrou diferença significativa quando comparada com a TMR medida no grupo das 46 voluntárias, mostrando, portanto, ser a mais adequada a ser utilizada em mulheres jovens com características semelhantes as voluntárias estudadas. Porém, quando as voluntárias foram separadas por % de gordura corporal, esta equação não se mostrou adequada para o grupo >30%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAHPERD – American Alliance for Health, Physical Education and Recreation. **Health-related physical fitness tests manual**. Reston, AAHPERD, 1980.

AINSWORTH, B. E.; HASKELL, W. L.; LEON, A. S.; JACOBS, D. R. JR.; MONTOYE, H. J.; SALLIS J. F.; PAFFENBARGER, R. S. JR. Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.25, n.10, p.71-80, 1993.

ANTUNES, H. K. M.; SANTOS, R. F.; BOSCOLO, R. A.; BUENO, O. F. A.; MELLO, M. T. Análise de taxa metabólica basal e composição corporal de idosos do sexo masculino antes e seis meses após exercícios de resistência. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.11, n.1, 2005.

ARCIERO, P. J.; GORAN, M. I.; POEHLMAN, E. T. Resting metabolic rate is lower in women than in men. **Journal Applied Physiology**, v.75, n.6, p.2514-2520, 1993.

ASTRAND, P. O.; RODAHL, K. **Textbook of work physiology**. New York, McGraw-Hill Book, 1970.

AYEN, T. G.; MONTOYE, H. J. Estimation of energy expenditure with a simulated three-dimensional accelerometer. **Journal Ambulatory Monitoring**, v.1, p.293-301, 1988.

BAUMGARTNER, R. N.; CHUMLEA, W. C.; ROCHE, A. F. Bioelectric impedance for body composition. In: PANDOLF, K. **Exercise and sports science reviews** (American College of Sports Medicine). Baltimore: Williams and Wilkins, v.18, p.193-224, 1990.

BAUMGARTNER, R. N. Electrical impedance and total body electrical conductivity. In: ROCHE, A. F.; HEYMSFIELD, S. B.; LOHMAN, T. G. (Eds.) **Human Body Composition**. Champaign, Illinois, Human Kinetics, p.79-107, 1996.

BEHNKE, A. R.; WILMORE, J. H. **Evaluation of body build and composition**, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1974.

BIANCO, A. C. Hormônios Tireóideos, Ucps e Termogênese. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabolismo**, v.44, n.4, p.281-289, 2000.

BISDEE, J. T.; JAMES, W. P. T.; SHAW, M. A. Changes in energy expenditure during the menstrual cycle. **The British Journal of Nutrition**, v.61, p.187-99, 1989.

BLANC, S.; SCHOELLER, D. A.; BAUER, D.; DANIELSON, M. E.; TYLAVSKY, F.; SIMONSICK, E. M.; HARRIS, T. B.; KRITCHEVSKY, S. B.; JAMES, E. Everhart Energy requirements in the eighth decade of life. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.79, p.303-10, 2004.

BOILEAU, R. A.; HORSWILL, C. A. Composição corporal e esportes: medidas e aplicação para perda e ganho de peso. In: GARRETT JR, W. E.; KIRKENDALL, D. T. **A ciência de exercício e dos esportes**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

BOSY-WESTPHAL, A.; EICHHORN, C.; KUTZNER, D.; ILLNER, K.; HELLER, M.; MÜLLER, M. J. The Age-Related Decline in Resting Energy Expenditure in Humans Is Due to the Loss of Fat-Free Mass and to Alterations in Its Metabolically Active Components. **Journal Nutrition**, v.133, p.2356-2362, 2003.

BOSY-WESTPHAL, A.; REINECKE, U.; SCHLORKE, T.; ILLNER, K.; KUTZNER, D.; HELLER, M.; MULLER, M. J. Effect of organ and tissue masses on resting energy expenditure in underweight, normal weight and obese adults. **International Journal of Obesity**, v.28, p.72-79, 2004.

BROEDER, C. E.; BURRHUS, K. A.; SVANEVIK, L. S.; WILMORE, J. H. The effects of either high-intensity resistance or endurance training on resting metabolic rate. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.55, p.802-810, 1992.

BROOKS, G.; FAHEY, T. **Exercise Physiology: Human bioenergetics and its applications**. New York: Macmillan, 1984.

BRYNER, R. W.; ULLRICH, I. U.; SAUERS, J.; DONLEY, D.; HORNSBY, G.; KOLAR, M.; YEATER, R. Effects of Resistance vs. Aerobic Training Combined With an 800 Calorie Liquid Diet on Lean Body Mass and Resting Metabolic Rate. **Journal of the American College of Nutrition**, v.18, n.1, p.115-121, 1999.

BUCHHOLZ, A. C.; MCGILLIVRAY, C. F.; PENCHARZ, P. B. Differences in resting metabolic rate between paraplegic and able-bodied subjects are explained by differences in body composition. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.77, 371-378, 2003.

BUTTE, N. F.; TREUTH, M. S.; MEHTA, N. R.; WONG, W. W.; HOPKINSON, J. M.; SMITH, E. O. Energy requirements of women of reproductive age. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.77, 630-638, 2003.

BYRNE, H. K.; WILMORE, J. H. The effects of a 20-week exercise training program on resting metabolic rate in previously sedentary, moderately obese women. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v.11, n.1, p.15-31, 2001.

BYRNE, N. M.; WEINSIER, R. L.; HUNTER, G. H.; DESMOND, R.; PATTERSON, M. A.; DARNELL, B. E.; ZUCKERMAN, P. A. Influence of distribution of lean body mass on resting metabolic rate after weight loss and weight regain: comparison of responses in white and black women. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.77, p.1368-1373, 2003.

CARPENTER, W. H.; FONONG, T.; TOTH, M. J.; ADES, P. A.; CALLES ESCANDON, J.; WALSTON, J. D.; POEHLMAN, E. T. Total daily energy expenditure in free-living older African-Americans and Caucasians. **American Journal Physiology**, v.274, p.E96-E101, 1998.

CEESAY, S. M.; PRENTICE, A. M.; DAY, K. C.; MURGATROYD, P. R.; GOLDBERG, G. R.; SCOTT, W.; SPURR, G. B. The use of heart rate monitoring in the estimation of energy expenditure: a validation study indirect whole-body calorimetry. **British Journal of Nutrition**, v.61, n.2, p.175-186, 1989.

CESAR, M. C.; OLIVEIRA, A. V.; RASERA JR, I.; SHIRAGA, E. C.; MONTESANO, F. T.; WAJSBERG, M.; MONTEIRO, C. R.; BARROS, T. L. Avaliação da taxa metabólica basal de mulheres com obesidade mórbida residentes no interior do estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v.8, n.1, p.38-44, 2003.

CLARK, H. D.; HOFFER, L. J. Reappraisal of the resting metabolic rate of normal young men. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.53, p.21-26, 1991.

CLARYS, J. P.; MARTIN, A. D.; DRINKWATER, D. T.; MARFELL-JONES, M. J. The skinfolds: myth and reality. **Journal of Sports Sciences**, v.5, p.3-33, 1987.

COSTA, R. F. **Composição corporal teoria e prática da avaliação**. São Paulo: Manole, 1^a ed., 2001.

CRUZ, C. M.; SILVA, A. F.; ANJOS, L. A. Basal metabolic rate is overestimated by predictive equation in college-age women of Rio de Janeiro, Brazil. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v.49, n.3, p.232-237, 1999.

CUNNINGHAM, J. J. A reanalysis of the factors influencing basal metabolic rate in normal adults. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.33, p.2372-2374, 1980.

CUNNINGHAM, J. J. An individualization of dietary requirements for energy in adults. **Journal American Dietetic Association**, v.80, p.335-338, 1982.

CUNNINGHAM, J. J. Body composition as a determinant of energy expenditure: a synthetic review and a proposed general equation. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.54, p.963-969, 1991.

CURTIS, V.; HENRY, C. J.; CHOUERI, A. C. Basal metabolic rate of women on the contraceptive pill. **European Journal Clinical Nutrition**, v.50, n.5, p.319-22, 1996.

D'ALESSIO, D. A.; KAVIE, E. C. MOZZOLI, M. A.; SMALLEY, K. J.; POLANSKY, M.; KENDRICK, Z. V.; OWEN, L. R.; BUSHMAN, M. C.; BODEN, G.; OWEN, O. E. Thermic effect of food in lean and obese men. **Journal Clinical Investigation**, v.81, p.1781-1789, 1988.

DALLEMOLE, C.; CESAR, M. C.; SOUZA, E. N.; MONTEBELO, M. I. L. Comparação do gasto energético medido por calorimetria indireta x gasto energético estimado por recordatório de atividades do cotidiano. In: I Congresso Brasileiro de Metabolismo, Nutrição e Exercício. **Anais**. Londrina, 2006.

DAS, S. K.; ROBERTS, S. B.; MCCRORY, M. A.; HSU, L. K. G.; SHIKORA, S. A.; KEHAYIAS, J. J.; DALLAL, G. E.; SALTZMAN, E. Long-term changes in energy

expenditure and body composition after massive weight loss induced by gastric bypass surgery. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.78, p.22-30, 2003.

DAS, S. K.; SALTZMAN, E.; MCCRORY, M. A.; HSU, L. K. G.; SHIKORA, S. A.; DOLNIKOWSKI, G.; KEHAYIAS, J. J.; ROBERTS, S. B. Energy Expenditure Is Very High in Extremely Obese Women. **Journal of Nutrition**, n.134, p.1412-1416, 2004.

DE BOER, J. O.; ESAJH, V.; RAAIJ, V. R.; HAUTVAST, J. G. Energy requirements and energy expenditure of lean and overweight woman measured by indirect calorimetry. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.46, p.13-21, 1987.

DE BOER, J. O.; VAN ES, A. J.; VOORRIPS, L. E.; BLOKSTRA, F.; VOGT, J. E. Energy metabolism and requirements in different ethnic groups. **European Journal Clinical Nutrition**, v.42, p.983-997, 1988.

DE LORENZO, A.; ANDREOLI, A.; BERTOLI, S.; TESTOLIN, G.; ORIANI, G.; DEURENBERG, P. Resting metabolic rate in Italians: relation with body composition and anthropometric parameters. **Acta Diabetologica**, v.37, n.2, p.77-81, 2000.

DE LUIS, D. A.; ALLER, R.; IZAOLA, O.; ROMERO, E. Prediction equation of resting energy expenditure in an adult Spanish population of obese adult population. **Annals of Nutrition & Metabolism**, v.50, n.3, p.193-196, 2006.

DELVIN, J. T.; HORTON, E. S. Necessities energetic. In: **International Life Sciences Institute**. Conocimientos Actuales sobre Nutrition. Ilsi: North America, 6 ed., p.1-7, 1990.

DICKERSON, R. N.; VEHE, K. L.; MULLEN, J. L.; FEURER, I. D. Resting energy expenditure in patients with pancreatitis. **Critical Care Medicine**, v.19, p.484-90, 1991.

DIFFEY, B.; PIERS, L. S.; SOARES, M. J.; O'DEA, K. The effect of oral contraceptive agents on the basal metabolic rate of young women. **British Journal of Nutrition**, v.77, p.853-862, 1997.

DIENER, J. R. C. Calorimetria indireta. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v.43, n.3, p.245-53, 1997.

DIONNE, I. J.; MÉLANÇON, M. O.; BROCHU, M.; ADES, P. A.; POELHMAN, E. T. Age-related differences in metabolic adaptations following resistance training in women. **Experimental Gerontology**, v.39, n.1, p.133-138, 2004.

DOLEZAL, B. A.; POTTEIGER, J. A. Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. **Journal Applied Physiology**, v.85, n.2, p.695-700, 1998.

DOUCET E, S. T.; PIERRE, S.; ALMERAS, N.; MAURIÉGE, P.; RICHARD, D.; TREMBLAY, A. Changes in energy energy-expenditure and substrate oxidation resulting from weight loss in obese men and women: is there an important

contribution of leptin? **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v.85, n.4, p.1550-1556, 2000.

DURNIN, J. A. Practical estimates of energy requirements. **Journal Nutrition**, v.121, n.1, p.907-13, 1991.

ELIAKIM, A.; BRASEL, J. A.; MOHAN, S.; WONG, W. L. T.; COOPER, D. M. Increased physical activity and the growth hormone IGF-I-axis in adolescents. **American Journal Physiology**, v.275, n.1, p.308-314, 1998.

FAO/WHO/UNU. **Energy and protein requirements**. Geneva: World Health Organization, 1985. [WHO – Technical Report Series, 724].

FERNANDES FILHO, J. **A prática da avaliação física**. Rio de Janeiro: Shape, 1999.

FERRANNINI, E. The theoretical bases of indirect calorimetry: a review. **Metabolism**, v.37, p.287-301, 1988.

FETT, C. A. Resumo de Tese: Avaliação metabólica nutricional de obesas no basal e após tratamento com dieta hipocalórica e treinamento em circuito ou caminhada. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v.8, n.1, p.120, 2006.

FETT, C. A.; FETT, W. C. R.; MARCHINI, J. S. Comparação entre bioimpedância e antropometria e a relação de índices corporais ao gasto energético de repouso e marcadores bioquímicos sanguíneos em mulheres da normalidade à obesidade. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v.8, n.1, p.29-36, 2006.

FORMAN, J. N.; MILLER, W. C.; SZYMANSKI, L. M.; FERNHALL, B. Differences in resting metabolic rates of inactive obese African-American and Caucasian women. **International Journal of Obesity**, v.22, p.215-221, 1998.

FOSS, M. L.; KETEVIAN, S. J. **Bases fisiológicas do exercício e do esporte**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

FOSTER, G. D.; WADDEN, T. A.; SWAIN, R. M.; ANDERSON, D. A.; VOGT, R. A. Changes in resting energy expenditure after weight loss in obese African American and white women. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.69, p.13-17, 1999.

FRANKENFIELD, D.; YOUSEY, L. R.; COMPTON, C. Comparison of predictive equations for resting metabolic rate in healthy nonobese and obese adults: a systematic review. **Journal of the American Dietetic Association**, v.105, n.5, p.775-789, 2005.

FUKAGAWA, N. K.; BANDINI, L. G.; YOUNG, J. B. Effect of age on body composition and resting metabolic rate. **American Journal Physiology**, v.259, p.E233-E238, 1990.

GALLAGHER, D.; ALBU, J.; HE, Q.; HESHKA, S.; BOXT, L.; KRASNOW, N.; ELIA, M. Small organs with a high metabolic rate explain lower resting energy expenditure

in African American than in white adults. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.83, n.5, p.1062-1067, 2006.

GANNON B.; DIPIETRO L.; POEHLMAN E. T. Do African Americans have lower energy expenditure than Caucasians? **International Journal of Obesity**, v.24, p.4-13, 2000.

GARROW, J. S.; HAWES, S. F. The role of amino acid in causing specific dynamic action. **British Journal Nutrition**, v.27, p.211-219, 1972.

GARROW, J. S.; STALLEY, S.; DIETHELM, R.; PITTET, P.; HESP, R.; HALLIDAY, D. A new method for measuring the body density of obese adults. **British Journal of Nutrition**, v.42, p.173-183, 1979.

GLANER, M. F. Composição corporal em diferentes períodos do ciclo menstrual e validade das técnicas antropométrica e de impedância bioelétrica. **Revista Paulista de Educação Física**, v.15, n.1, p.5-16, 2001.

GONZALEZ, A. G. DOUCET, E.; ALMERAS, N.; BOUCHARD, C.; TREMBLAY, A. Estimation of daily energy needs with the FAO/WHO/UNU 1985 procedures in adults: comparison to whole-body indirect calorimetry measurements. **European Journal Clinical Nutrition**, v.58, n.8, p.1125-1131, 2004.

GORAN, M. Energy metabolism and obesity. **Medicine Clinical North American**, v.2, n.84, p.347-362, 2000.

GORDON, C. C.; CHUMLEA, W. C.; ROCHE, A. F. Stature, recumbent length and weight. In: LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. (eds). **Anthropometric standardizing reference manual**. Champaign, Illinois, Human Kinetics Books, p.3-8, 1988.

GRAY, D. S.; BRAY, G. A.; GEMAYEL, N.; KAPLAN, K. Effect of obesity on bioelectrical impedance. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.50, p.255-260, 1989.

GRUNWALD, G. K.; MELANSON, E. L.; FORSTER, J. E.; SEAGLE, H. M.; SHARP, T. A.; HILL, J. O. Comparison of methods for achieving 24-hour energy balance in a whole-room indirect calorimeter. **Obesity Research**, v.11, n.6, 2003.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. **Controle do peso corporal – Composição corporal, atividade física e nutrição**. Rio de Janeiro: Shape, 2^a ed., 2003.

GUTIN, B.; LITAKER, M.; ISLAM, S.; MANOS, T.; SMITH, C.; TREIBER, F. Body composition measurement in 9-11-y-old children by dual energy X-ray absorptiometry, skinfold thickness measurement, and bioimpedance analysis. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.63, p.287-292, 1996.

HARRIS, J. A.; BENEDICT, F. G. **A biometric study of basal metabolism in man**. Boston: Carnegie Institution of Washington, 1919.

HAUGEN, H. A.; MELANSON, E. L.; TRAN, Z. V.; KEARNEY, J. T.; HILL, J. O. Variability of measured resting metabolic rate. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.78, p.1141-1144, 2003.

HAYTER, J. E.; HENRY, C. J. K. Basal metabolic rate in human subjects migrating between tropical and temperate regions: a longitudinal study and a review of previous work. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.47, p.724-734, 1994.

HENRY, C. J. K.; REES, D. G. New predictive equations for the estimation of basal metabolic rate in tropical peoples. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.45, p.177-185, 1991.

HENRY, C. J. K.; WEBSTER-GANDY, J. D.; KOON, P. B.; ISMAIL, M. N. Resting metabolic rate in a sample of girls in Malaysia and England. **American Journal of Human Biology**, v.17, n.6, p.818-820, 2005.

HENSLEY, L. D.; AINSWORTH, B. E.; ANSORGE, C. J. Assessment of physical activity – professional accountability in promoting active lifestyles. **The Journal of Physical Education, Recreation & Dance**, January, p.56-64, 1993.

HEYWARD, V. H.; STOLARCZYK, L. M. **Avaliação da composição corporal**. São Paulo: Manole, 2000.

HILL, J. O.; MELBY, C.; JOHNSON, S. L.; PETERS, J. C. Physical activity and energy requirements. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.62, p.1059-1066, 1995.

HIMMS, H. J. Thermogenesis in brown adipose tissue as an energy buffer: implications for obesity. **New England Journal of Medicine**, v.311, p.1549-1558, 1984.

HOUTKOOOPER, L. B.; GOING, S. B.; WESTFALL, C. H.; LOHMAN, T. G. Prediction of fat-free body corrected for bone mass from impedance and anthropometry in adult females. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.21, p.S39 (Abstract), 1989.

HOWLEY, E. T.; FRANKS, B. D. **Manual do Instrutor de Condicionamento Físico para saúde**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

HUNTER, G. R.; WETZSTEIN, C. J.; FIELDS, D. A.; BROWN, A.; BAMMAN, M. M. Resistance training increases total energy expenditure and free-living physical activity in older adults. **Journal Applied Physiology**, v.89, p.977-984, 2000.

HUNTER, G. R.; WEINSIER, R. L.; GOWER, B. A.; WETZSTEIN, C. J. Age-related decrease in resting energy expenditure in sedentary white women: effects of regional differences in lean and fat mass. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.73, p.333-337, 2001.

ILLNER, K.; BRINKMANN, G.; HELLER, M.; BOSY-WESTPHAL, A.; MUÜLLER, M. J. Metabolically active components of fat free mass and resting energy expenditure in

nonobese adults. **American Journal Physiology Endocrinology and Metabolism** v.278, p.E308-E315, 2000.

ISMAIL, M. N.; NG, K. K.; CHEE, S. S.; ROSLEE, R.; ZAWIAH, H. Predictive equations for the estimation of basal metabolic rate in Malaysian adults. **Malaysian Journal of Nutrition**, v.4, p.81-90, 1998.

JAKICIC, J. M.; WING, R. R. Differences in resting energy expenditure in African-American vs. Caucasian overweight females. **International Journal of Obesity**, v.22, p.236-42, 1998.

JENSEN, M. D. Research techniques for body composition assessment. **Journal of the American Dietetic Association**, v.92, p.454-460, 1992.

JOHNSTONE, A. M.; MURISON, S. D.; DUNCAN, J. S.; RANCE, K. A.; SPEAKMAN, J. R. Factors influencing variation in basal metabolic rate include fat-free mass, fat mass, age, and circulating thyroxin but not sex, circulating leptin, or triiodothyronine. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.82, n.5, p.941-948, 2005.

JOHNSTONE, A. M.; RANCE, K. A.; MURISON, S. D.; DUNCAN, J. S.; SPEAKMAN, J. R. Additional anthropometric measures may improve the predictability of basal metabolic rate in adult subjects. **European Journal of Clinical Nutrition**, Published online 12 July, 2006.

JONES JR, A.; SHEN, W.; ST-ONGE, M. P.; GALLAGHER, D.; HESHKA, S.; WANG, Z.; HEYMSFIELD, S. B. Body-composition differences between African American and white women: relation to resting energy requirements. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.79, p.780-786, 2004.

KIMM, S. Y. S.; GLYNN, N. W.; ASTON, C. E.; POEHLMAN, E. T.; DANIELS, S. R. Effects of Race, Cigarette Smoking, and Use of Contraceptive Medications on Resting Energy Expenditure in Young Women. **American Journal Epidemiology**, v.154, n.8, p.718-724, 2001.

KLAUSEN, B.; TOUBRO, S.; ASTRUP, A. Age and sex effects on energy expenditure. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.65, n.4, p.895-907, 1997.

KREMS, C.; LUHRMANN, P. M.; STRASSBURG, A.; HARTMANN, B.; NEUHAUSER-BERTHOLD, M. Lower resting metabolic rate in the elderly may not be entirely due to changes in body composition. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.59, n.2, p.255-262, 2005.

KYLE, U. G.; GENTON, L.; HANS, D.; KARSEGARD, L.; SLOSMAN, D. O.; PICHARD, C. Age related differences in fat-free mass, skeletal muscle, body cell mass and fat mass between 18 and 94 years. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.55, n.8, p.663-672, 2001.

LAWRENCE, M.; THONGPRASERT, K.; DURIN, J. V. Between-group differences in basal metabolic rates: an analysis of data collected in Scotland, the Gambia and Thailand. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.42, n.10, p.877-891, 1988.

LAZZER, S.; BOIRIE, Y.; MONTAURIER, C.; VERNET, J.; MEYER, M.; VERMOREL, M. Fat-Free Mass but Not Metabolic Rate in Obese Adolescents. **Obesity Research**, v.12, n.2, p.233-240, 2004.

LEIBEL, R. L.; ROSENBAUM, M.; HIRSCH, J. Changes in energy expenditure resulting from altered body weight. **The New England Journal of Medicine**, v.332, n.10, p.621-628, 1995.

LEMMER, J. T.; IVEY, F. M.; RYAN, A. S.; MARTEL, G. F.; HURLBUT, D. E.; METTER, J. E.; FOZARD, J. L.; FLEG, J. L.; HURLEY, B. F. Effect of strength training on resting metabolic rate and physical activity: age and gender comparisons. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.33, n.4, p.532-541, 2001.

LOHMAN, T. G.; POLLOCK, M. L.; SLAUGHTER, M. H.; BRANDON, L. J.; BOILEAU, R. A. Methodological factors and the prediction of body fat in female athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.16, p.92-96, 1984.

LOHMAN, T. G. **Advances in body composition assessment**. Current issues in exercise science series. Monograph, n.3, Champaign, IL: Human Kinetics, 1992.

LOVEJOY, C. J.; CHAMPAGNE, C. M.; SMITH, S. R.; JONGE, L.; XIE, H. Ethnic differences in dietary intakes, physical activity, and energy expenditure in middle-aged, premenopausal women: the Healthy Transitions Study. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.74, p.90-95, 2001.

LUHRMANN, P. M.; BERTHOLD, M. N. Are the equations published in literature for predicting resting metabolic rate accurate for use in the elderly? **Journal Nutrition Health Aging**, v.8, n.3, p.144-9, 2004.

LUKASKI, H. C. Methods for the assessment of human body composition: traditional e new. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.46, p.537-556, 1987.

LUKASKI, H. C.; BOLONCHUCK, W. W.; HALL, C. B.; SIDERS, W. A. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. **Journal Applied Physiology**, v.60, p.1327-1332, 1986.

LUKE, A.; ROTIMI, C. N.; ADEYEMO, A. A.; DURAZO-ARVIZU, R. A.; PREWITT, T. E.; MORAGNE-KAYSER, L.; HARDERS, L.; COOPER, R. S. Comparability of Resting Energy Expenditure in Nigerians and U.S. Blacks. **Obesity Research**, v.8, n.5, 2000.

MARTIN, A. D.; DRINKWATER, D. T. Variability in the measures of body fat: assumptions or techniques? **Sports Medicine**, v.11, n.5, p.277-288, 1991.

MARTIN, K.; WALLACE, P.; RUST, P. F.; GARVEY, W. T. Estimation of Resting Energy Expenditure Considering Effects of Race and Diabetes Status. **Diabetes Care**, v.27, p.1405-1411, 2004.

McARDLE, W. D.; KATCH, F. I. **Nutrição, exercício e saúde**. Rio de Janeiro: Medsi, 4^a ed., 1996.

McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício. Energia, Nutrição e Desempenho Humano**. Editora Guanabara Koogan, 5^a ed., 2003.

MAFFEIS, C.; SCHUTZ, Y.; PICCOLI, R.; GONFIANTINI, E.; PINELLI, L. Prevalence of obesity in children in north-east Italy. **International Journal of Obesity**, v.17, n.5, p.287-294, 1993.

MELANSSON, E. L.; FREEDSON, P. S. Physical activity assessment: A review of methods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.36, n.5, p.385-396, 1996.

MENOZZI, R.; BONDI, M.; BALDINI, A.; VENNERI, M. G.; VELARDO, A.; DEL RIO, G. Resting metabolic rate, fat-free mass and catecholamine excretion during weight loss in female obese patients. **British Journal of Nutrition**, v.84, n.4, p.515-520, 2000.

MIFFLIN, M. D.; JEOR, S. T.; HILL, L. A.; SCOTT, B. J.; DAUGHERTY, S. A.; KOH, Y. O. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.51, p.241-247, 1990.

MONTEIRO, A. B.; FILHO, J. F. Análise da composição corporal: uma revisão de métodos. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v.4, n.1, p.80-92, 2002.

MOURÃO, D. M.; MONTEIRO, J. B. R.; HERMSDORFF, H. H. M.; TEIXEIRA, M. C. L. Alimentos modificados e suas implicações no metabolismo energético. **Revista de Nutrição**, v.18, n.1, p.19-28, 2005.

MULLEN, J. L. Indirect calorimetry in critical care. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.50, p.239-244, 1991.

MÜLLER, M. J.; BOSY-WESTPHAL, A.; KLAUS, S.; KREYMAN, G.; LÜHRMANN, P. M.; NEUHÄUSER-BERTHOLD, M.; NOACK, R.; PIRKE, K. M.; PLATTE, P.; SELBERG, O.; STEINIGER, J. World Health Organization equations have shortcomings for predicting resting energy expenditure in persons from a modern, affluent population: generation of a new reference standard from a retrospective analysis of a German database of resting energy expenditure. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.80, n.5, p.1379-1390, 2004.

MURGATROYD, P. R.; SHETTY, P. S.; PRENTICE, M. Techniques for the measurement of human energy expenditure - a practical guide. **International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders**, v.17, n.10, p.468-549, 1993.

NHUNG, B. T.; KHAN, N. C.; HOP, L. T.; LIEN, D. T.; LE, D. S.; HIEN, V. T.; KUNII, D.; SAKAI, T.; NAKAMORI, M.; YAMAMOTO, S. FAO/WHO/UNU equations overestimate resting metabolic rate in Vietnamese adults. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.59, n.10, p.1099-1104, 2005.

NIELSEN, S.; HENSRUD, D. D.; ROMANSKI, S.; LEVINE, J. A.; BURGUERA, B.; JENSEN, M. D. Body composition and resting energy expenditure in humans: role of fat, fat-free mass and extracellular fluid. **International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders**, v.24, n.9, p.1153-1157, 2000.

NONINO, C. B. **Calorimetria Indireta X Harris Benedict: Determinação, validação e comparação para cálculo da taxa metabólica de repouso em obesos grau III**. 2002. 111p. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

OSTERBERG, K. L.; MELBY, C. L. Effect of Acute resistance exercise on postexercise oxygen consumption and resting metabolic rate in young women. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v.10, p.71-81, 2000.

PAUL, D. R.; NOVOTNY, J. A.; RUMPLER, W. V. Effects of the interaction of sex and food intake on the relation between energy expenditure and body composition 1–3. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.79, p.385-389, 2004.

PELKMAN, C. L.; CHOW, M.; HEINBACH, A. R.; ROLLS, B. J. Short-term effects of a progestational contraceptive drug on food intake, resting energy expenditure, and body weight in young women. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.73, p.19-26, 2001.

PELLETIER, C.; DOUCET, E.; IMBEAULT, P.; TREMBLAY, A. Associations between weight loss-induced changes in plasma organochlorine concentrations, serum T3 concentration, and resting metabolic rate. **Toxicological Sciences**, v.67, n.1, p.46-51, 2002.

PIERS, L. S.; SHETTY, P. S. Basal metabolic rates of Indian women. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.47, n.8, p.586-591, 1993.

PIERS, L. S.; DIGGAVI, S. N.; RZJSKAMP, J.; RAAZJ, J. M. A. V.; SHETTV, P. S.; HAUTVAST, J. G. A. J. Resting metabolic rate and thermic effect of a meal in the follicular and luteal phases of the menstrual cycle in well-nourished Indian women. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.61, p.296-302, 1995.

PIERS, L. S.; SOARES, M. J.; MCCORMACK, L. M.; O'DEA, K. Is there evidence for an age-related reduction in metabolic rate? **Journal Applied Physiology**, v.85, n.6, p.2196-2204, 1998.

PLASQUI, G.; WESTERTERP, K. R. Seasonal variation in total energy expenditure and physical activity in dutch young adults. **Obesity Research**, v.12, n.4, p.688-694, 2004.

POEHLMAN, E. T.; ARCIERO, P. J.; MELBY, C. L.; BADYLAK, S. F. Resting metabolic rate and postprandial thermogenesis in vegetarians and nonvegetarians. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.48, p.209-213, 1988.

POEHLMAN, E. T.; DANFORTH, E. JR. Endurance training increases metabolic rates and norepinephrine appearance rate in older individuals. **American Journal Physiology Endocrinology and Metabolism**, v.261, p.E233-239, 1991.

POEHLMAN, E. T.; GORAN, M. I.; GARDNER, A. W.; ADES, P. A.; ARCIERO, P. J.; KATZAM-ROOKS, S. M.; MONTGOMERY, S. M.; TOTH, M. J.; SUTHERLAND, P. T. Determinants of decline in resting metabolic rate in aging females. **American Journal Physiology Endocrinology and Metabolism**, v.264, p.E450-E455, 1993.

POEHLMAN, E. T.; MELBY, C. Resistance training and energy balance. **International Journal of Sport Nutrition**, v.8, p.143-159, 1998.

POEHLMAN, E. T.; DENINO, W. F.; BECKETT, T.; KINAMAN, K. A.; DIONNE, I. J.; DVORAK, R.; ADES, P. A. Effects of endurance and resistance training on total daily energy expenditure in young women: a controlled randomized trial. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v.87, n.3, p.1004-1009, 2002.

POH, B. K.; ISMAIL, M. N.; ZAWIAH, H.; HENRY, C. J. K. Predictive equations for estimation of basal metabolic rate of Malaysian adolescents. **Malaysian Journal of Nutrition**, v.5, p.1-14, 1999.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do Exercício Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho**. São Paulo: Manole, 2000.

RACETTE, S. B.; SCHOELLER, D. A.; KUSHNER, R. F. Comparison of heart rate and physical activity recall with doubly labeled water in obese women. **Medicine Science and Sports Exercise**, v.27, p.126-133, 1995.

RAVUSSIN, E.; BUNAND, B.; SCHUTE, Y.; JÉQUIER, E. Twenty-four hour energy expenditure and resting metabolic rate in obese moderately obese, and control subject. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.35, p.566-573, 1982.

RAVUSSIN, E.; LILLIOJA, S.; ANDERSON, T. E.; CHRISTIN, L.; BOGARDUS, C. Determinants of 24-hour energy expenditure in man. Methods and results using a respiratory chamber. **Journal of Clinical Investigation**, v.78, n.6, p.1568-1578, 1986.

RAVUSSIN, E.; BOGARDUS, C. Relationship of genetics, age, and physical fitness to daily energy expenditure and fuel utilization. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.49, p.968-975, 1989.

REIS, R. S.; PETROSKI, E. L.; LOPES, A. S. Medidas da atividade física: revisão de métodos. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v.2, n.96, p.89-96, 2000.

RICE, T.; TREMBLAY, A.; DERIAZ, O.; PERUSSE, L.; RAO, D. C.; BOUCHARD, C. Genetic pleiotropy for resting metabolic rate with fat-free mass and fat mass: the Quebec Family Study. **Obesity Research**, v.4, n.2, p.125-131, 1996.

ROCHA, E. E. M.; ALVES, V. G. F.; SILVA, M. H. N.; CHIESA, C. A.; FONSECA, R. B. V. Can measured resting energy expenditure be estimated by formulae in daily clinical nutrition practice? **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, v.8, p.319-328, 2005.

ROTHWELL, N. J.; STOCK, M. J. Diet-induced thermogenesis. **Nutrition International**, v.2, p.95-99, 1986.

ROTHWELL, N. J.; STOCK, M. J.; STRIBLING, D. Diet-induced thermogenesis. **Pharmacology & Therapeutics**, v.17, p.251-268, 1982.

ROSENBAUM, M.; HIRSCH, J.; MURPHY, E.; LEIBEL, R. L. Effects of changes in body weight on carbohydrate metabolism, catecholamine excretion, and thyroid function. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.71, n.6, p.1421-1432, 2000.

RUSH, E. C.; PLANK, L. D.; ROBINSON, S. M. Resting metabolic rate in young Polynesian and Caucasian women. **International Journal of Obesity**, v.21, p.1071-1075, 1997.

RYAN, A. S.; PRATLEY, R. E.; ELAHI, D.; GOLDBERG, A. P. Resistive training increases fat-free mass and maintains RMR despite weight loss in postmenopausal women. **Journal Applied Physiology**, v.79, p.818-823, 1995.

SCAGLIUSI, F. B.; LANCHA JR, A. H. L. Estudo do gasto energético por meio da água duplamente marcada: fundamentos, utilização e aplicações. **Revista de Nutrição**, v.18, n.4, p.541-551, 2005.

SCHNEIDER, P.; MEYER, F. As equações de predição da taxa metabólica basal são apropriadas para adolescentes com sobrepeso e obesidade? **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.11, n.3, p.193-196, 2005.

SCHOFIELD, W. N. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. **Human Nutrition Clinical Nutrition**, v.1, 39C suppl, p.5-41, 1985.

SCHOFIELD, W. N.; SCHOFIELD, E.; JAMES, W. P. T. Predicting basal metabolic rate: new standards and review of previous work. **Human Nutrition Clinical Nutrition**, 39C (Suppl.1), p.5-41, 1985.

SHARP, T. A.; BELL, M. L.; GRUNWALD, G. K.; SCHMITZ, K. H.; SIDNEY, S.; LEWIS, C. E.; TOLAN, K.; HILL, J. O. Differences in Resting Metabolic Rate between White and African-American Young Adults. **Obesity Research**, v.10, n.8, p.726-732, 2002.

SHETTY, P. S.; HENRY, C. J. K.; BLACK, A. E.; PRENTICE, A. M. Energy requirements of adults: an update on basal metabolic rates (BMRs) and physical activity levels (PALs). **European Journal of Clinical Nutrition**, v.50, p.S11-S23, 1996.

SIMONSON, D. C.; DEFRONZO, R. Indirect calorimetry: methodological and interpretative problems. **American Journal Physiology**, v.258, p.E399-E412, 1990.

SOARES, M. J.; FRANCIS, D. G.; SHETTY, P. S. Predictive equations for basal metabolic rates of Indian males. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.47, p.389-394, 1993.

SOARES, M. J.; PIERS, L. S.; O'DEA, K.; SHETTY, P. S. No evidence for an ethnic influence on basal metabolism: an examination of data from India and Australia. **British Journal of Nutrition**, v.79, p.333-341, 1998.

SOLOMON, S. J.; KURZER, M. S.; CALLOWAY, D. H.; Menstrual cycle and basal metabolic rate in women. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.36, p.611-616, 1982.

SPARTI, A.; DELANY, J. P.; DE LA BRETONNE, J. A.; SANDER, G. E.; BRAY, G. A. Relationship between resting metabolic rate and the composition of the fat-free mass. **Metabolism**, v.46, n.10, p.1225-1230, 1997.

SPEAKMAN, J. R. The history and theory of the doubly labeled water technique. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.68, n.4, p.932-938, 1998.

SPURR, G. B.; DUFOUR, D. L.; REINA, J. C.; HOFFMANN, R. G.; WASLIEN, C. I.; STATEN, L. K. Variation of the basal metabolic rate and dietary energy intake of Colombian women during 1 y. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.59, n.1, p.20-27, 1994.

STIEGLER, P.; CUNLIFFE, A. The role of diet and exercise for the maintenance of fat-free mass and resting metabolic rate during weight loss. **Sports Medicine**, v.36, n.3, p.239-262, 2006.

STOLARCZYK, L. M.; HEYWARD, V. H.; HICKS, V. L.; BAUMGARTNER, R. N. Predictive accuracy of bioelectrical impedance in estimating body composition of Native American women. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.59, p.964-970, 1994.

STOKES, M. A.; HILL, G. L. A single, accurate measurement of resting metabolic expenditure. **Journal Parenter Enteral Nutrition**, v.15, p.281-7, 1991.

TAI, M. M.; CASTILLO, T. P.; PI-SUNYER, F. X. Thermic effect of food during each phase of the menstrual cycle. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.66, p.1110-1115, 1997.

VAN ETTEN, L. M. L. A.; WESTERTERP, K. R.; VERSTAPPEN, F. T. J.; BOON, B. J. B.; SARIS, W. H. M. Effect of an 18-wk weight-training program on energy expenditure and physical activity. **Journal Applied Physiology**, v.82, n.1, 298-304, 1997.

VAN PELT, R. E.; JONES, P. P.; DAVY, K. P.; DESOUZA, C. A.; TANAKA, H.; DAVY, B. M.; SEALS, D. R. Regular exercise and the age-related decline in resting metabolic rate in women. **Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, v.82, n.10, p.3208-3212, 1997.

VAN PELT, R. E.; DINNENO, F. A.; SEALS, D. R.; JONES, P. P. Age-related decline in RMR in physically active men: relation to exercise volume and energy intake. **Journal Physiology Endocrinology and Metabolism**, v.281, p.E633–E639, 2001.

VERGA, S.; BUSCEMI, S.; CAIMI, G. Resting energy expenditure and body composition in morbidly obese, obese and control subjects. **Acta Diabetologica**, v.31, p.47-51, 1994.

VINKEN, A. G.; BATHALON, G. P.; SAWAYA, A. L.; DALLAL, G. E.; TUCKER, K. L.; ROBERTS, S. B. Equations for predicting the energy requirements of healthy adults aged 18–81 y. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.69, n.5, p.920-926, 1999.

WAHRLICH, V.; ANJOS, L. A. Aspectos históricos e metodológicos da medição da taxa metabólica basal: uma revisão da literatura. **Caderno de Saúde Pública**, v.17, n.4, p.801-817, 2001.

WANG, Z.; HESHKA, S.; GALLAGHER, D.; BOOZER, C. N.; KOTLER, D. P.; HEYMSFIELD, S.B. Resting energy expenditure-fat-free mass relationship: new insights provided by body composition modeling. **American Journal Physiology Endocrinology and Metabolism**, v.279, p.E539-E545, 2000.

WEIR, J. B. New Methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. **Journal Physiology**, v.109, p.1-9, 1949.

WEINSIER, R. L.; HUNTER, G. R.; ZUCKERMAN, P. A.; REDDEN, D. T.; DARNELL, B. E.; LARSON, D. E.; NEWCOMER, B. R.; GORAN, M. I. Energy expenditure and free-living physical activity in black and white women: comparison before and after weight loss. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.71, p.1138-1146, 2000.

WEISSMAN, C.; KEMPER, M. Metabolic measurements in the critically ill. **Critical Care Clinics**, v.11, p.169-97, 1995.

WELLE, S.; LILAVIVATHANA, U.; CAMPBELL, R. G. Thermic effect of feeding in man: increased plasma norepinephrine levels following glucose, but not protein or fat consumption. **Metabolism: Clinical and Experimental**, v.30, n.10, p.953-958, 1981.

WELLE, S.; FORBES, G. B.; STATT, M.; BARNARD, R. R.; AMATRUDA, J. M. Energy expenditure under free-living conditions in normal-weight and over-weight women. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.55, p.14-21, 1992.

WESTSTRATE J. A. Resting metabolic rate and diet-induced thermogenesis: a methodological reappraisal. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.58, p.592-601, 1993.

WEYER, C.; SNITKER, S.; BOGARDUS, C.; RAVUSSIN, E. Energy metabolism in African Americans: potential risk factors for obesity. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.70, p.13-20, 1999.

WHITEHEAD, J. M.; MCNEILL, G.; SMITH, J. S. The effect of protein humans intake on 24-h energy expenditure during energy restriction. **International Journal of Obesity**, v.20, n.8, p.727-732, 1996.

WILMORE, J. H.; STANFORTH, P. R.; HUDSPETH, L. A.; GAGNON, J.; DAW, E. W.; LEON, A. S.; RAO, D. C.; SKINNER, J. S.; BOUCHARD, C. Alterations in resting metabolic rate as a consequence of 20 wk of endurance training: the HERITAGE Family Study. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.68, p.66-71, 1998.

WILSON, M. M. G.; MORLEY, J. E. Invited review: aging and energy balance. **Journal Applied Physiology**, v.95, p.1728-1736, 2003.

WONG, W. W.; BUTTE, N. F.; HERGENROEDER, A. C.; HILL, R. B.; STUFF, E.; SMITH, O. Are basal metabolic rate prediction equations appropriate for female children and adolescents? **Journal Applied Physiology**, v.81, n.6, p.2407-2414, 1996.

ANEXOS

ANEXO A

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA – UNIMEP

FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE – FACIS

CURSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

Pesquisador Responsável – Prof. Dr. Marcelo de Castro Cesar CRM

71389

**AVALIAÇÃO E TREINAMENTO FÍSICO DE
PARTICIPANTES DO CENTRO DE QUALIDADE DE VIDA
DA
UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

“Essas informações estão sendo fornecidas para sua participação voluntária neste estudo, que visa determinar a capacidade de fazer exercícios físicos, a avaliação das características corporais e oferecer um programa de atividade física.

Você fará testes para medir as características do seu corpo e sua capacidade de fazer exercícios físicos. Se você quiser, poderá participar de um programa de treinamento com exercícios físicos.

Inicialmente, você fará uma consulta médica. No entanto, no exercício físico existe um risco mínimo de complicações, como cansaço, dor nos músculos, tontura e distúrbios cardiovasculares. Para minimizar este risco, os testes serão todos supervisionados por um médico apto a atendimento de emergência em um laboratório na Universidade Metodista de Piracicaba, que contém todos os equipamentos e medicamentos necessários para atendimento de qualquer situação durante os exames.

Você terá os resultados dos testes, sendo que estes testes são muito úteis para elaboração de um programa de treinamento físico. Se houver qualquer dúvida em relação aos resultados dos exames, deve procurar o Dr. Marcelo de Castro Cesar, no Laboratório de Avaliação Antropométrica e do Esforço Físico, na Universidade Metodista de Piracicaba, Campus Taquaral, Rodovia do Açúcar km 156, Piracicaba – SP, Telefone: (19)3124-1586.

Para curso ou reclamações, você pode telefonar para o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba, Telefone (19) 3124-1741.

Você pode desistir de participar deste estudo a qualquer momento, sem qualquer prejuízo de seu tratamento nesta Instituição. As informações obtidas serão analisadas em conjunto com as dos outros indivíduos avaliados nesta pesquisa, não sendo divulgada a sua identificação.

Caso você tenha interesse nos resultados da pesquisa, os mesmos lhe serão fornecidos pelo Dr. Marcelo de Castro Cesar.

Não há despesas pessoais de sua parte para participação neste estudo, assim como não há compensação financeira.

Se houver algum dano para você, causado diretamente pelos procedimentos deste estudo (nexo causal comprovado), você tem direito a tratamento médico na Instituição, bem como às indenizações legalmente estabelecidas.

Todos os dados e resultados deste estudo serão utilizados somente para pesquisa”.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das
informações que foram lidas para mim, descrevendo o estudo
“AVALIAÇÃO E TREINAMENTO FÍSICO DE PARTICIPANTES
DO CENTRO DE QUALIDADE DE VIDA DA UNIVERSIDADE
METODISTA DE PIRACICABA “.

Eu discuti com o Dr. Marcelo de Castro Cesar sobre minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e posso retirar meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido neste Serviço.

Assinatura do voluntário

Data / /

Assinatura da testemunha

Data / /

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste voluntário para a participação neste estudo.

Prof. Dr. Marcelo de Castro Cesar

Data / /

ANEXO B

Comitê de Ética em Pesquisa – CEP-UNIMEP

28 / 01 / 2004 Prot. nº 83/03

PARECER

Título do Projeto de Pesquisa: Avaliação e treinamento físico de participantes do Centro de Qualidade de Vida da Universidade Metodista de Piracicaba

<u>Pesquisador Responsável:</u> Prof. Marcelo de Castro Cesar

apresentado ao Comitê de Ética em Pesquisa para análise, segundo a Resolução CNS 196/96, do Conselho Nacional de Saúde, de 10/10/96, foi considerado:

Aprovado.

Aprovado com recomendação, devendo o Pesquisador encaminhar as modificações sugeridas em anexo para complementação da análise do Projeto.

Com pendência.

Reprovado.

Análise e parecer do relator (com resumo do projeto):

Resumo: a pesquisa tem como objetivo realizar uma avaliação (clínica, qualidade de vida, ansiedade, cardiopulmonar, força muscular, flexibilidade, ventilatória e medidas antropométricas, metabólicas e posturais) antes da realização do programa de atividade física e a cada oito semanas de treinamento no Centro de Qualidade de Vida da Unimep, para avaliar os efeitos do programa de atividade física na qualidade de vida dos praticantes. Participarão 1000 indivíduos, com idade igual ou superior a 18 anos, de ambos os sexos, incluindo idosos, saudáveis ou portadores de doenças crônicas, sendo excluídos os que apresentarem, no exame clínico, contra-indicações para a realização de exercícios físicos. Para a realização da pesquisa serão utilizados os recursos já existentes nos Laboratórios de Avaliação Antropométrica e do Esforço Físico e no Centro de Qualidade de Vida da Unimep.

Análise: o pesquisador possui currículo adequado para a realização da pesquisa. O projeto está bem elaborado e fundamentado. Os objetivos são claros e o item métodos apresenta todos os testes que serão utilizados na avaliação, explicados detalhadamente.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) apresenta todos os itens de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

O pesquisador respondeu adequadamente às diligências solicitadas no parecer anterior, referentes aos resultados esperados, à duração da pesquisa e a algumas informações relativas ao sujeito da pesquisa.

Parecer: com base nesta análise, consideramos este protocolo **Aprovado.**

Prof. Dr. Gabriele Cornelli

Coordenador do C.E.P.

ROTEIRO DE CHECAGEM

Protocolo de Pesquisa

<u>Título do Projeto de Pesquisa:</u> Avaliação e treinamento físico de participantes do Centro de Qualidade de Vida da Universidade Metodista de Piracicaba
--

<u>Pesquisador Responsável:</u> Prof. Marcelo de Castro Cesar

1. Os **Dados de Identificação** assinalados abaixo estão de acordo (A), inexitem (B), encontram-se insuficientes (C) ou não aplicáveis (D):

- [A] Folha de Rosto do CONEP.
- [A] *Curriculum Vitae* do Pesquisador responsável no modelo Lattes/CNPq.
- [D] *Curriculum Vitae* dos demais participantes do projeto no modelo Lattes/CNPq.
- [A] Título do projeto traduzido para o Inglês.
- [A] Disquete, contendo cópia do projeto.
- [A] Uma cópia impressa do projeto.

2. As **Declarações** assinaladas abaixo estão de acordo (A), inexitem (B), encontram-se insuficientes (C) ou não aplicável (D):

- [A] Declaração dos critérios para suspender ou encerrar a pesquisa.
- [D] Declaração de acordo de propriedade de informações geradas (no caso de patenteamento).
- [A] Declaração de que os resultados serão tornados públicos.
- [A] Declaração sobre uso e destino dos materiais e/ou dados coletados na pesquisa.

3. Os itens do **Projeto de Pesquisa** assinalados abaixo estão de acordo (A), inexitem (B), encontram-se insuficientes (C) ou não aplicável (D):

- [A] Objetivos claros do projeto.
- [A] Justificativa.
- [D] Situação atual de registro do medicamento ou produto junto a agências reguladoras do país de origem ou no Ministério da Saúde.
- [A] Material e Método.
- [A] Local da Pesquisa.
- [A] Resultados esperados.
- [A] Bibliografia.
- [A] Duração estimada da pesquisa a partir da aprovação.
- [A] Orçamento financeiro do Projeto.
- [A] Análise crítica dos riscos e benefícios.

4. As informações relativas aos **sujeitos da pesquisa**, assinaladas abaixo estão de acordo (A), inexitem (B), encontram-se insuficientes (C) ou não aplicável (D):

- [A] Características gerais da população a estudar.
- [D] Razões para a utilização de grupos vulneráveis.
- [A] Descrição dos métodos que afetam diretamente os sujeitos da pesquisa.
- [A] Identificação das fontes de obtenção do material da pesquisa.

- [A] Descrição dos planos e procedimento para o recrutamento de indivíduos.
- [A] Descrição de como e quem irá obter o termo de consentimento dos sujeitos da pesquisa.
- [A] Critérios de inclusão e exclusão.
- [A] Descrição e avaliação da possibilidade e gravidade de risco.
- [A] Descrição das medidas para a proteção ou minimização de qualquer risco eventual.
- [A] Descrição dos procedimentos para o monitoramento da coleta de dados para prover a segurança dos indivíduos, incluindo as medidas de proteção à confidencialidade.
- [A] Previsão de ressarcimento de gastos aos sujeitos da pesquisa.

5. Os itens do **termo de consentimento livre e esclarecido**, específico para a pesquisa, assinalados abaixo estão de acordo (A), inexitem (B), encontram-se insuficientes (C) ou não aplicável (D):

- [A] Linguagem acessível para os sujeitos da pesquisa.
- [A] Descrição apropriada da justificativa.
- [A] Descrição apropriada dos objetivos.
- [A] Descrição apropriada dos procedimentos que serão utilizados na pesquisa.
- [A] Descrição apropriada dos desconfortos e riscos possíveis.
- [A] Descrição apropriada dos benefícios esperados.
- [A] Descrição apropriada dos métodos alternativos existentes.
- [A] Indicação da forma de acompanhamento e assistência e seus responsáveis.
- [A] Indicação da garantia de esclarecimentos, antes e durante a pesquisa, sobre a metodologia.
- [D] Informação sobre a possibilidade de inclusão em grupo controle ou placebo.
- [A] Indicação da liberdade do sujeito se recusar a participar ou retirar o seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado.
- [A] Indicação da garantia do sigilo que assegure a privacidade dos sujeitos quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa.
- [A] Indicação das formas de ressarcimento das despesas decorrentes da participação na pesquisa.
- [A] Indicação das formas de indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa (reparação do dano).

6. Os itens relativos a pesquisas conduzidas do exterior ou com cooperação estrangeira: estão de acordo (A), inexitem (B), encontram-se insuficientes (C) ou não aplicáveis (D):

- [D] Compromissos e vantagens para os sujeitos da pesquisa
- [D] Compromissos e vantagens para o País

- [D] Identificação do Pesquisador e Instituição nacionais co-responsáveis
- [D] Documento de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa no país de origem
- [D] Resposta à necessidade de treinamento de pessoal no Brasil
- [D] Declaração de uso do material somente para os fins previstos

7. Quando as pesquisas envolvem novos fármacos, vacinas e testes diagnósticos, itens abaixo: estão de acordo (A), inexistem (B), encontram-se insuficientes (C) ou não aplicável (D):

- [D] Fase atual e demonstração de cumprimento de fases anteriores
- [D] Substância farmacológica – registro no país de origem
- [D] Informação pré-clínica – brochura do pesquisador
- [D] Informação clínica de fases anteriores
- [D] Justificativa para uso de placebo ou suspensão de tratamento (*wash out*)
- [D] Acesso ao medicamento, se comprovada sua superioridade
- [D] Justificativa de inclusão de sujeitos sadios
- [D] Formas de recrutamento

8. O protocolo deverá ser enviado ao CONEP (Res. 196/96, IX.5)

() sim

(X) não

9. A Pesquisa envolve a utilização de equipamento não registrado no País?

() sim [deverá ser enviado ao CONEP]

(X) não

Observações:

--

ANEXO C

AVALIAÇÃO DA SAÚDE

Data / /

DADOS PESSOAIS:

Nome:

Data de Nascimento: / / Idade: anos Sexo:

Profissão: Modalidade:

Endereço: Telefone: (.....)

QUEIXAS ATUAIS:

 nenhuma dor ou desconforto no peito, pescoço, mandíbula ou braço falta de ar com o esforço leve falta de ar em repouso

- acorda à noite com falta de ar tontura desmaio
 inchaço no tornozelo palpitações / batadeira no coração
 muito cansaço com atividades usuais dor ao andar dor lombar
 dor em joelho(s) dor no ombro
 outras
 Observações:

ANTECEDENTES PESSOAIS:

- Doenças: nenhuma obesidade infarto do miocárdio derrame cerebral
 pressão alta sopro no coração asma / bronquite diabetes
 colesterol alto anemia convulsão
 cirurgia fratura entorse
 outras:
 observações:

Pratica exercício físico: Não Sim, Qual (is)?

Está em tratamento médico? Não Sim,

Medicamentos em uso: Não Sim. Qual(is)?

Etilismo: Não Sim. Dias/semana ?

Tabagismo: Nunca Parou há Sim anos-maço

ANTECEDENTES FAMILIARES:

- infarto agudo do miocárdio Não Sim,
 morte súbita Não Sim,
 Observações:

Avaliador