UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
INSTITUTO DE NUTRIÇÃO JOSUÉ DE CASTRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO

**CARLA RAIANE ANGELINA SILVA**

# EFICÁCIA DAS EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DO GASTO ENERGÉTICO DE REPOUSO E PROPOSTA DE NOVA EQUAÇÃO DE PREDIÇÃO PARA INDIVÍDUOS COM OBESIDADE

Rio de Janeiro
2017

**Carla Raiane Angelina Silva**

# Eficácia das equações de predição do gasto energético de repouso e proposta de nova equação de predição para indivíduos com obesidade

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Nutrição, Instituto Josué de Castro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito à obtenção do título de Mestre em Nutrição Humana.

Orientadora: Profª Drª Eliane Lopes Rosado

Rio de Janeiro

2017

**Carla Raiane Angelina Silva**

**Eficácia das equações de predição do gasto energético de repouso e proposta de nova equação de predição para indivíduos com obesidade**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Nutrição, Instituto Josué de Castro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito à obtenção do título de Mestre em Nutrição Humana.

Banca Examinadora

_____

Profª Drª Eliane Lopes Rosado (Orientadora)
Doutora em Ciências e Tecnologia de Alimentos- Universidade Federal de Viçosa-UFV

_____

Profª Drª Márcia Soares da Mota e Silva Lopes (Revisora)
Doutora em Ciências Biológicas- Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ

_____

Profª Drª Anna Paola Trindade Rocha Pierucci
Doutora em Ciências de Alimentos- Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ

_____

Profª Drª Márcia Regina Simas Torres Klein
Doutora em Fisiopatologia Clínica e Experimental- Universidade do Estado do Rio de Janeiro-UERJ

Rio de Janeiro

2017

Dedico esta dissertação

Aos meus pais, Iracilda e Edmilson, que com muito amor, me proporcionaram as melhores condições e oportunidades de estudo, além de me ensinarem a ética e os valores morais necessários para que os meus conhecimentos sejam instrumentos de trabalho unicamente para o bem.

Aos meus irmãos, Rony e Izabela, pelo incentivo e amizade desde o início da minha caminhada, sempre respeitando as minhas escolhas e torcendo pelo meu sucesso.

Ao meu esposo, Kayo, que me apoiou em todos os momentos, partilhou comigo os meus anseios e as minhas conquistas, sempre paciente, carinhoso e companheiro.

Aos familiares e amigos, pelos momentos de relaxamento e descontração, e pela compreensão em todas as vezes que estive ausente durante a minha jornada.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo amparo imensurável e constante, pelas oportunidades e dificuldades que me proporcionaram crescimento profissional e espiritual, desde o início da minha jornada acadêmica.

Aos que participaram direta ou indiretamente dos estudos de base que possibilitaram a realização deste trabalho.

A todos do Núcleo de Pesquisa e Estudo em Nutrição Clínica – NUPENC pelas discussões importantes para o meu amadurecimento crítico para pesquisas, principalmente à Louise e Anna Carolina, pela acolhida e parceria.

À Fundação de Coordenação e Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, por propiciar o fomento necessário à conclusão da minha pós-graduação.

Ao professor Dr. Ronir Raggio e à todos os membros da minha banca avaliadora pelas importantes contribuições.

À professora Dr.ª Eliane Lopes Rosado pela orientação deste trabalho, por compartilhar seus conhecimentos, pelo exemplo de ética e profissionalismo, pela disponibilidade, escuta e confiança, que tornaram a experiência do mestrado mais rica, leve e engrandecedora.

**RESUMO**

A obesidade tornou-se uma epidemia mundial. Para execução da principal estratégia nutricional, que se utiliza de dieta hipocalórica como meio de favorecer o balanço energético negativo, faz-se necessário o conhecimento do gasto energético de repouso (GER). Equações de predição (EP) são utilizadas quando a realização da calorimetria indireta (CI) não é possível. Entretanto, as EP podem apresentar inadequações na obesidade. O objetivo deste estudo foi avaliar se as EP disponíveis são eficazes em estimar o GER de indivíduos com obesidade graus 1 e 2, e desenvolver novas equações especificamente para este grupo. Trata-se de estudo transversal que se utilizou de dados basais de cinco outros estudos com obesidade, avaliando-se o GER por CI e EP. As variáveis antropométricas e análises laboratoriais (glicemia e lipemia) foram avaliadas para caracterização da amostra. As diferenças foram comparadas por *t* de *Student* não pareado ou *U* de *Mann-Whitney*, entre gêneros, e por teste *t* de *Student* pareado ou *Wilcoxon*, entre GER-CI e GER-EP. A concordância entre os métodos foi analisada por Coeficiente de Correlação Intraclasse ($p<0,01$), teste de Bland-Altman e precisão a ± 10% do GER-CI. Novas EP foram geradas por regressão linear multivariada e significância estatística fixada em 5%. Avaliou-se 106 indivíduos, 70 mulheres e 36 homens, com 31,6 ± 8,5 anos. O Índice de Massa Corporal (IMC) médio foi de 33,9 ± 3,1 kg/m², e perímetro de cintura aumentado (103,6 ± 9,6 cm). A massa livre de gordura (MLG) foi maior nos homens e a massa gorda (MG) maior nas mulheres ($p<0,05$). Não foram observadas alterações no lipidograma e glicemia na amostra estudada. Todas as EP diferiram do GER-CI, exceto Harris e Benedict com peso ajustado (HB-PAj), Owen e Lazzer-MLG ($p>0,05$). Houve correlação significativamente muito forte para Mifflin-MLG, Owen, Owen-MLG e HB-PAj, com menor intervalo de confiança para Owen ($p<0,01$), e menores vieses para estas equações. Não houve acordo de Lazzer-MLG ($p=0,996$). Horie, FAO e Schofield apresentaram as maiores médias das diferenças. As EP de Mifflin-MLG, Owen e HB-PAj foram mais precisas, Bernstein-MLG apresentou maior subestimação e Horie maior superestimação. Portanto, as EP de Mifflin-MLG, Owen e HB-PAj foram as mais eficazes em estimar o GER deste grupo dentre as avaliadas. Novas EP foram desenvolvidas para obesidade graus 1 e 2, baseadas em composição corporal e antropometria.

**Palavras-chave:** obesidade, equação de predição, gasto energético de repouso, calorimetria indireta.

**ABSTRACT**

Obesity has become a worldwide epidemic. For execution of the main nutritional strategy, which uses a hypocaloric diet as a means of favoring the negative energy balance, it is necessary the knowledge of resting energy expenditure (REE). Prediction equations (PE) are used when the realization of the indirect calorimetry (IC) is not possible. However, the PE may present inadequations for the obesity. The objective of this study was to evaluate if the predictions equations are effective for estimate the resting energy expenditure of the individuals with obesity grades 1 e 2, and develop new equations specifically for this group. This is a cross-sectional study that used baseline data from five other obesity studies, evaluating REE by IC and PE. The anthropometric variables and laboratory analyzes (glycemia and blood lipids) were evaluated for characterization of the sample. The differences were compared by unpaired Student's t test or Mann-Whitney U, between genders, and paired Student's t test or Wilcoxon, between REE-IC and REE-PE. The concordance between the methods was analysed by Intraclass Correlation Coefficient ($p < 0.01$), Bland-Altman test and ±10% precision of REE-IC. New PE were generated by multivariate linear regression and statistical significance defined at 5%. Was evaluated 106 individuals , 70 women and 36 men, with 31.6 ± 8.5 years. The mean body mass index (BMI) was 33.9 ± 3.1 kg / m², and waist circumference increased (103.6 ± 9.6 cm). The fat-free mass (FFM) was higher in men and fat mass (FM) higher in women ($p < 0.05$). They were not observed changes in lipidogram and glycemia in the studied sample. All the PE differed of the REE-IC, except HB-AdW, Owen and Lazzer-FFM ($p > 0.05$). There was a very strongy significant correlation for Mifflin-FFM, Owen, Owen-FFM and HB-AdW, with a lower confiance interval for Owen ($p < 0.01$) and smaller biases for these equations. There was no agreement of Lazzer-FFM ($p = 0.996$). Horie, FAO and Schofield presented the highest mean differences. The PE of Mifflin-FFM, Owen and HB-AdW were more accurate, Bernstein-FFM showed greater underestimate and Horie overestimated. Therefore, the Mifflin-FFM, Owen and HB-AdW were the most effective in estimating the REE of this group, among those evalueted. New PE were developed for obesity grades 1 and 2, based on body composition and anthropometry.

**Key words:** obesity, prediction equation, resting energy expenditure, indirect calorimetry.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---|---|
| **ABESO** | Associação Brasileira para Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica |
| **AIDS** | Síndrome da Imunodeficiência Adquirida |
| **BIA** | Bioimpedância elétrica |
| **CCI** | Coeficiencia de correlação intraclasse |
| **CEP** | Conselho de Ética Em Pesquisa |
| **CFM** | Conselho Federal de Medicina |
| **CI** | Calorimetria indireta |
| **CT** | Colesterol total |
| **DCV** | Doenças cardiovasculares |
| **DM2** | Diabetes *mellitus* tipo 2 |
| **DP** | Desvio-padrão |
| **E** | Estatura |
| **EDTA** | Ácido etilenodiamino tetra-acético |
| **EP** | Equação de predição |
| **ESPEN** | Sociedade Européia de Nutrição Parenteral e Enteral |
| **ETA** | Efeito térmico dos alimentos |
| **FAO** | *Food and agriculture organization of the united nations* |
| **GEAF** | Gasto enérgetico com atividade física |
| **GER** | Gasto energético de repouso |
| **GET** | Gasto energético total |
| **HAS** | Hipertensão arterial sistêmica |
| **HB** | Harris-benedict |
| **HDL-C** | Colesterol lipoproteína de alta densidade |
| **HUCFF** | Hospital Universitário Clementino Fraga Filho |
| **I** | Idade |
| **IMC** | Índice de massa corporal |
| **INJC** | Instituto de Nutrição Josué De Castro |
| **LACFAR** | Laboratório de análises clínicas da faculdade de farmácia |
| **LANUTRI** | Laboratório de avaliação nutricional |
| **LDL-C** | Colesterol lipoproteína de baixa densidade |

| | |
|---|---|
| **MG** | Massa gorda |
| **MLG** | Massa livre de gordura |
| **P** | Peso atual |
| **PAj** | Peso ajustado |
| **PC** | Perímetro de cintura |
| **PPAR** | *Peroxisome proliferator-activated receptor* |
| **QR** | Quociente respiratório |
| **SBC** | Sociedade Brasileira de Diabetes |
| **SPSS** | *Statistical Package for The Social Science* |
| **TCLE** | Termo de consentimento livre e esclarecido |
| **TG** | Triglicerídeos |
| **TGI** | Trato gastrointestinal |
| **TMB** | Taxa metabólica basal |
| **TMR** | Taxa metabólica de repouso |
| **UFRJ** | Universidade Federal do Rio de Janeiro |
| **UNU** | *United Nations University* |
| **VIGITEL** | Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico |
| **VLDL** | Colesterol lipoproteína de muito baixa densidade |
| **WHO** | *World Health Organization* |

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1.** Gráficos de dispersão por método Bland-Altman mostrando a concordância e as diferenças entre o gasto energético de repouso medido por calorimetria indireta (GER-CI) e o estimado por equações de predição (GER-EP).....60

## LISTA DE TABELAS

### Tabelas da Dissertação

**Tabela 1.** Características dos estudos de desenvolvimento das equações de predição do GER.....26
**Tabela 2.** Características e critérios de elegibilidade e inelegibilidade dos cinco estudos que compuseram o banco de dados.....31
**Tabela 3.** Equações de predição do gasto energético de repouso, para homens e mulheres.....36

### Tabelas do Manuscrito

**Tabela 1.** Equações de predição do gasto energético de repouso, para homens e mulheres.....56
**Tabela 2.** Caracterização da amostra.....57
**Tabela 3.** Comparação entre o GER-EP e o GER-CI (N=101).....58
**Tabela 4.** Porcentagem de precisão (entre 90%-110%), subestimação (menor que 90%) e superestimação (maior que 110%) do GER-CI pelas EP, na amostra total e para ambos os sexos.....59

## LISTA DE ANEXOS

**Anexo A**. Pareceres do Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos.....72

**SUMÁRIO**


**1 INTRODUÇÃO** ..... 14

**2 REFERENCIAL TEÓRICO** ..... 16

**2.1** Obesidade: prevalência, definição, etiologia, diagnóstico e tratamento ..... 16

**2.2** Gasto Energético ..... 18

**2.3** Gasto energético e obesidade ..... 21

**2.4** Métodos para avaliação do gasto energético ..... 22

**3 JUSTIFICATIVA** ..... 28

**4 OBJETIVOS** ..... 29

**4.1** Geral ..... 29

**4.2** Específicos ..... 29

**5 MÉTODOS** ..... 30

**5.1** Considerações éticas ..... 30

**5.2** Casuística ..... 30

**5.3** Desenho do estudo ..... 31

**5.3.1** Análises laboratoriais ..... 32

**5.3.2** Avaliações antropométrica e da composição corporal ..... 33

**5.3.3** Avaliação do gasto energético de repouso por calorimetria indireta (GER-CI)..... 34

**5.3.4** Gasto energético de repouso estimado por equações de predição (GER-EP) 35

**5.3.5** Análise dos dados ..... 37

**6 RESULTADOS** ..... 38

**6.1** Manuscrito ..... 38

**7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**..... 62

**8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**..... 63

# 1 INTRODUÇÃO

A obesidade é um importante fator de risco para o desenvolvimento de morbidades como câncer, osteoartrites, hipertensão arterial sistêmica (HAS), diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2), dislipidemias e outras doenças cardiovasculares (DCV) (POIRIER et al., 2006; TEEDE et al., 2010; PINHO et al., 2012; PONTES et al., 2012; VARELA-MOREIRAS et al., 2013; JENSEN et al., 2014).

Trata-se de uma desordem metabólica de etiologia multifatorial com destaque para os fatores que interferem na homeostase energética, seja por aumento da ingestão de alimentos calóricos, por gasto de energia insuficiente ou pela combinação de ambos, com consequente balanço energético positivo e ganho de peso excessivo (MORTON et al., 2006; GUYENET et al., 2012; THOMPSON et al., 2012).

Nesse contexto, estudos demonstram forte evidência de que a redução do peso em indivíduos com obesidade pode aumentar a sobrevida e diminuir os fatores de risco de desenvolver DCV (POIRIER et al., 2006; PONTES et al., 2012; WADDEN et al., 2014; WHO, 2017). Na prática clínica, é amplamente utilizada a estratégia terapêutica que combina restrição calórica e aumento do gasto energético por meio de atividade física regular (THOMAS et al., 2014; AL SAIF; ALSENANY, 2015).

Entretanto, para realizar intervenções visando à redução do peso corporal, faz-se necessário conhecer o gasto energético de repouso (GER), principal componente do gasto energético total (GET), a fim de orientar adequadamente a prescrição dietética individual (HORIE et al., 2011; SABOUNCHI et al., 2013).

Existem diversos métodos considerados padrão-ouro para determinação do GER como, por exemplo, a água duplamente marcada (TOTH et al., 1996), a calorimetria direta (DIENER, 1997) e a calorimetria indireta (CI) (DELANY; LOVEJOY, 1996). Porém, são métodos de alto custo, inviáveis na prática clínica (DELANY; LOVEJOY, 1996; ASTRUP et al., 1999). Alternativamente, utiliza-se equações de predição (EP) para estimar o GER (HORIE et al., 2011; SABOUNCHI et al., 2013), por ser um método rápido, fácil e sem custo (MELO et al., 2008).

Embora seja altamente indicado o uso de EP, muitas delas evidenciam que existem limitações ao determinar o gasto energético em populações distintas (WAHRLICH; ANJOS, 2001). O fato de que as EP incluem o peso atual dentre as suas variáveis, torna discutível a acurácia destas em estimar o GER de indivíduos com massa

corporal aumentada, porém com menor taxa metabólica de repouso (TMR), como aqueles com obesidade (DAS et al., 2003).

Dessa forma, considerando que a obesidade é uma epidemia global (NG et al., 2014; WHO, 2017) e que são escassas as opções de equações destinadas a este público, torna-se necessário avaliar, dentre as equações existentes (HARRIS; BENEDICT, 1918; CUNNINGHAM, 1980; BERNSTEIN et al., 1983; FAO/WHO/UNU, 1985; SCHOFIELD, 1985; OWEN et al., 1986; 1987; MIFFLIN et al., 1990; MÜLLER et al., 2004; HENRY, 2005; LAZZER et al., 2007a; 2007b; HORIE et al., 2011), aquelas que são mais adequadas para uso em pacientes com obesidade, assim como desenvolver equações que estimem de forma mais fidedigna o gasto energético destes indivíduos.

# 2 REFERENCIAL TEÓRICO

## 2.1 Obesidade: prevalência, definição, etiologia, diagnóstico e tratamento.

A prevalência mundial de excesso de peso corporal vem crescendo nas últimas décadas, passando de 28,8% para 36,9% em homens, e de 29,8% para 38,0% em mulheres, no período compreendido entre 1980 e 2013 (NG et al., 2014). Segundo a *World Health Organization*, em 2016, 39,0% da população mundial de adultos encontrava-se acima do peso e 13,0% tinham obesidade (WHO, 2017). No Brasil, a Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (VIGITEL) realizada em 2016, constatou que 53,8% dos brasileiros com mais de 18 anos estão com excesso de peso e 18,9% apresentam obesidade com aumento de 60% na última década (BRASIL, 2017).

A obesidade tem como definição o acúmulo excessivo de gordura corporal que pode causar prejuízo para a saúde conforme o grau, distribuição e particularidades do indivíduo (ABESO, 2016; WHO, 2017). É uma doença causada por múltiplos fatores que favorecem o balanço energético positivo (GUYENET et al., 2012; THOMPSON et al., 2012). Apresenta-se a partir de um conjunto de distúrbios do sistema nervoso central, especificamente do desequilíbrio na sinalização da fome e da saciedade em seus centros reguladores e nos tecidos periféricos (VARELA-MOREIRAS et al., 2013).

A contribuição genética na patologia da obesidade já é reconhecida pela comunidade científica, embora os mecanismos e os *loci* envolvidos ainda não sejam bem descritos. Além dos genes identificados com clareza na obesidade monogênica, diversos *locis* têm sido relacionados à obesidade comum de origem poligênica. A nutrigenética e a nutrigenômica vem tentando explicar a relação gene-nutriente e como mecanismos moleculares podem implicar em alterações epigenéticas e no fenótipo de obesidade (ALBUQUERQUE et al., 2015). Sendo assim, alguns genes podem aumentar a susceptibilidade individual para o ganho de peso, sendo capazes de interagir com fatores ambientais, com o perfil dietético de macronutrientes e interferir no metabolismo energético (HERRERA et al., 2011; CONN et al., 2013; PIGEYRE et al., 2016).

Embora a genética seja relevante no processo de acúmulo de peso corporal, os fatores ambientais envolvidos parecem ter maior influência no aumento da prevalência de obesidade em todo o mundo (MOZAFFARIAN et al., 2011). Dessa forma, o ganho de peso tende a ser gradual, associado a aspectos como o elevado consumo de açúcares, gorduras e alimentos processados, sedentarismo, consumo de álcool, tabagismo,

duração do sono, urbanização, depressão (MOZAFFARIAN et al., 2011; SERRA-MAJEM; BAUTISTA-CASTAÑO, 2013; MANNAN et al., 2016; WHO, 2017), além de alterações na microbiota intestinal (MISHRA et al., 2016; SCHEITHAUER et al., 2016). Ademais, o excesso de gordura corporal atinge os diversos níveis sociais e faixas etárias, uma vez que está relacionado ao estilo de vida e, por isso, é considerado como uma questão de saúde pública (SERRA-MAJEM; BAUTISTA-CASTAÑO, 2013; WHO, 2017).

O Índice de Massa Corporal (IMC) é a principal ferramenta para diagnóstico da obesidade, sendo calculado por meio da relação peso (kg) dividido pela altura (m) elevada ao quadrado. É classificado em pontos de corte para adultos em: obesidade grau 1, sendo o valor do IMC entre 30,00 e 34,9 kg/m²; obesidade grau 2, com valor do IMC de 35,0 e 39,9 kg/m²; e obesidade grau 3, quando o IMC for maior ou igual a 40,0 kg/m² (WHO, 2000; ABESO, 2016). O método é simples, acessível e útil para diagnosticar a obesidade, além de ser uma ferramenta preditiva de morbidades e mortalidade associadas (SERRA-MAJEM; BAUTISTA-CASTAÑO, 2013; WHO, 2017).

Apesar de ser um bom índice para avaliação da massa total, o IMC não considera apenas gordura corporal, mas também a massa livre de gordura (MLG) (DEURENBERG et al., 1999). Sendo assim, recomenda-se a combinação do IMC com outros métodos de avaliação dos compartimentos corporais como, por exemplo, análise da composição corporal por bioimpedância elétrica e/ou perímetro da cintura (PC), que permite estimar a gordura visceral, fortemente relacionada ao risco de complicações metabólicas (JENSEN et al., 2014; ABESO, 2016), como DCV (ADAIR et al. 2014).

Nesse contexto, dentre as estratégias terapêuticas adotadas para o tratamento da obesidade e de suas complicações, a principal tem sido a redução inicial de 5% a 10% do peso corporal. As intervenções são direcionadas para mudanças no estilo de vida, restrição calórica de 500 a 1000 kcal/dia e reeducação alimentar, além do aumento dos níveis de atividade e exercícios físicos regulares (PONTES et al., 2012; JENSEN et al., 2014; THOMAS et al., 2014; AL SAIF; ALSENANY, 2015).

Ademais, pode ser necessário recorrer ao tratamento farmacológico com a finalidade de prevenção de complicações e agravamento da obesidade. Atualmente, apenas três fármacos são aprovados no Brasil: o orlistate (reduz a absorção de lipídios no intestino); a sibutramina (reduz a ingestão de alimentos através de ação bloqueadora de noradrenalina e serotonina); e a liraglutida (atua no balanço energético, centros de

recompensa hipotalâmicos e prolonga a saciedade). Entretanto, sob a responsabilidade do médico prescritor, podem ser utilizados medicamentos *off-label* para obesidade (por exemplo, topiramato, fluoxetina, sertralina, bupropiona e outros) como recurso, quando os fármacos convencionais não forem suficientes (ABESO, 2016).

Alternativamente, tem-se aumentado as indicações cirúrgicas para o tratamento de adultos com IMC superior a 40 kg/m² ou de obesos grau 2 que apresentem comorbidades graves (IKRAMUDDIN et al., 2015; PETERLI et al., 2017). O Conselho Federal de Medicina, por meio da Resolução CFM nº 2.131/2015 aprova os procedimentos de banda gástrica ajustável, derivação gastrojejunal e Y de Roux, gastrectomia vertical, derivações biliopancreáticas à Scopinaro e de duodenal *switch*, *além de* balão intragástrico como terapia auxiliar, sendo consideradas experimentais quaisquer cirurgias diferentes destas (CFM, 2016).

## 2.2 Gasto Energético

O GET em seres humanos consiste em todo o dispêndio de energia durante o dia, a fim de manter as funções vitais de um indivíduo. O consumo de energia pelo organismo, para a digestão e absorção de alimentos após uma refeição, é conhecido como o efeito térmico dos alimentos (ETA). Os demais componentes do GET incluem o gasto energético com atividade física (GEAF) e o GER (HILL et al., 2012; GUPTA et al., 2017). Nesse contexto, a compreensão dos componentes do GET, suas implicações para a homeostase energética e a variabilidade inerente a cada um deles, torna-se importante (DONAHOO et al., 2004).

O ETA consiste em um aumento temporário da temperatura corporal e da taxa metabólica no estado pós-absortivo como um processo adaptativo para prevenir o aumento do peso, enquanto o jejum prolongado ou por curto período de tempo tende a reduzir o metabolismo e causar hipotermia, com o objetivo de amenizar a gravidade do balanço negativo de energia e garantir a sobrevida (SZÉKELY, 2000).

A termogênese induzida por alimentos pode representar de 5% a 15% do total diário consumido em energia (HILL et al., 2012). Sua variação é associada à quantidade e à composição da refeição, uma vez que estes fatores estimulam sinais químicos (por exemplo, alterações na leptina e insulina plasmáticas, hormônios gástricos e nutrientes pré e pós-absortivos) e mecânicos gastrointestinais, aumentam atividade hepática e a sinalização vagal de forma secundária, estimulam atividade simpática, e favorecem o

hipermetabolismo com elevação da temperatura do corpo, no período pós-prandial (SZÉKELY, 2000). Em geral, tende a ser maior quando há ingestão de carboidratos e proteínas, comparada aos lipídios, visto que o estoque de energia proveniente deste macronutriente é mais eficiente e independe de um gasto energético extra (HILL et al., 2009).

O GEAF abrange as atividades diárias e o exercício físico propriamente dito. No decorrer da atividade física, o oxigênio é consumido rapidamente, processo conhecido como débito de oxigênio, podendo perdurar por horas após a execução da atividade (SEDLOCK et al., 1989). É o componente do GET mais variável e representa de 15% a 30% do mesmo, considerado o que mais sofre variações, pois pode aumentar ou reduzir conforme a frequência, intensidade, duração e tipo de exercício ou atividade física, sendo estimado a partir da multiplicação entre a quantidade e o custo energético da atividade avaliada (HILL et al., 2012; DRENOWATZ, 2015).

A taxa metabólica basal (TMB) ou gasto energético basal, corresponde à energia gasta para manter as atividades metabólicas e vitais. Devido à dificuldade de mensuração, a obtenção dos seus valores é inviável na prática clínica, uma vez que a TMB é obtida no período da manhã após o jejum noturno de 12 horas, com o indivíduo ainda deitado, em completa ausência de esforço físico e estresse emocional (DELANY; LOVEJOY, 1996; HENRY, 2005; BUTTE; CABALLERO, 2009).

Em contrapartida, para o conhecimento do GER são necessárias as condições de termoneutralidade, evitando que ocorram respostas adaptativas da temperatura corporal em detrimento da temperatura do ambiente; pode-se considerar o estado pós-absortivo; e o mínimo trabalho muscular, garantindo o repouso. O GER difere da TMB por ser 10% a 20% superior, além de representar cerca de 60% a 70% do GET em indivíduos saudáveis (BRAY et al., 2004; MÜNZBERG et al., 2016). É importante esclarecer a existência de fatores como etnia, idade, sexo e composição corporal, que influenciam nos valores obtidos para o GER, a fim de compreender suas variações nos diversos grupos populacionais (DELANY; LOVEJOY, 1996; DONAHOO, et al., 2004).

Nesse contexto, com relação à etnia, já é bem estabelecido na literatura que afro-descentes possuem GER cerca de 10% a 20% menor do que os caucasianos (GANNON, et al., 2000; LISKA et al., 2007; ADZIKA NSATIMBA et al., 2016). Esta diferença parece ser devida ao fato de que os indivíduos negros apresentam menores massas de órgãos com taxa metabólica alta como fígado, coração, cérebro, baço e rim

(GALLAGHER et al., 2006; LUKE et al., 2007). O mesmo fator foi atribuído ao menor GER encontrado para indianos-asiáticos em comparação a chineses (SONG et al., 2016).

Adicionalmente, a redução do gasto energético é intrínseca ao avanço da idade e está relacionada à MLG, que representa mais de 60% do GER diário (GALLAGHER et al., 1998). Isto é explicado pela diminuição da MLG, de mudanças no tamanho e na taxa metabólica dos órgãos e tecidos que a compõem, além de inflamação e hormônios tireoidianos (JAVED et al., 2010; GEISLER et al., 2016). Portanto, a relação do GER com a massa corporal declina à medida que o indivíduo envelhece, sendo maior na infância (1 ano de vida, 55 kcal / kg por dia) e na adolescência (12 anos, 32 kcal / kg por dia) e menor em adultos (24 a 25 kcal/ kg por dia) e idosos (20 a 21 kcal / kg por dia) (WANG, 2012).

Ademais, o gasto energético pode variar entre mulheres e homens, sendo maior nos homens. O acúmulo de gordura preferencialmente na região abdominal no sexo masculino pode estar associado ao gasto energético superior, independente da MLG, por ação no sistema nervoso simpático decorrente de hiperinsulinemia em resposta a sinalizações do tecido adiposo visceral (DIONNE et al., 1999; HIRSCH et al., 2017).

Entretanto, segundo Nookaew et al. (2013), existem discrepâncias entre os gêneros na expressão de genes relacionados ao tecido adiposo, uma vez que o maior número de adipócitos marrons, localizados em outras áreas do corpo, exerce influência na contribuição relativa da massa gorda (MG) para o GER, sendo esta expressão superior nas mulheres. Assim, as diferenças entre os sexos são bem estabelecidas quanto ao acúmulo de gordura e suas consequências sobre o gasto de energia e a saúde (NOOKAEW et al., 2013). Ainda, a composição corporal, especificamente MG e MLG, podem estar associadas às variações no GER funcionando como uma referência para ajuste, uma vez que este é proporcional à MLG (GALLAGHER et al., 1998; MANINI, 2010; HILL et al., 2012).

Dessa forma, faz-se necessário o conhecimento de todos esses fatores que compõem e/ou interferem no GET, para melhor compreender como é regulado o balanço energético e quais são as implicações para o peso corporal, bem como para o desenvolvimento da obesidade. Essas informações auxiliam na identificação de respostas compensatórias que possam direcionar intervenções com maior chance de sucesso (DRENOWATZ, 2015).

## 2.3 Gasto energético e obesidade

A obesidade caracteriza-se pelo acúmulo desproporcional de tecido adiposo corporal. Este tecido é considerado um órgão com características endócrinas, alto potencial de armazenamento do excesso de triglicerídeos (TG) e de liberação de ácidos graxos livres para produção de energia (HARMS et al., 2013; GIORDANO et al., 2014). O tecido adiposo pode ser branco, envolvido na estocagem de energia, ou marrom, com a função termogênica associada ao frio ou à dieta. Compõe-se de adipócitos, cuja massa está aumentada no desenvolvimento da obesidade, seja pelo aumento da célula em tamanho (hipertrofia) e/ou em número (hiperplasia) (QUEIROZ et al., 2009).

Em geral, 75% do GER corresponde ao gasto dos órgãos e tecidos, apesar de estes representarem somente 10% do peso corporal total. Ao comparar a contribuição do músculo esquelético e do tecido adiposo para o GER, observa-se consumo de 20% e 5%, respectivamente (HILL et al., 2009). Sendo assim, a TMR pode ser relativamente menor (cerca de 3% a 5%) em indivíduos que já foram obesos comparados a indivíduos que sempre tiveram o peso adequado. Para tal fato, as explicações são pautadas em questões genéticas e respostas de adaptação metabólica à perda de peso (ASTRUP et al., 1999), uma vez que a TMR pode variar à medida que a MLG aumenta ou diminui, em relação ao peso corporal total (HILL et al., 2012).

Nesse contexto, o GER de indivíduos obesos é maior, em teoria, ao relacioná-lo com a massa corporal total, porém eles são metabolicamente econômicos (MELO et al., 2008). À medida que a massa corporal aumenta, há expansão relativa do tecido adiposo e aumento mínimo da musculatura esquelética, com consequente redução da participação de tecidos com alta taxa metabólica quando avaliado proporcionalmente à maior massa corporal (HEYMSFIELD et al., 2002).

Portanto, o gasto de energia em função do peso corporal, avaliado por um intervalo de tempo, tende a ser menor em obesos do que em indivíduos eutróficos. Sendo assim, o uso de constantes de TMR para adultos com peso adequado não devem se aplicar para a avaliação de indivíduos com obesidade, uma vez que o gasto energético em relação à massa corporal total seria superestimado em aproximadamente 20% a 30%. Dessa forma, a TMR em obesos deve ser obtida em valores absolutos

(kcal·min$^{-1}$ ou kJ·min$^{-1}$), em substituição ao gasto energético por quilo de peso corporal (kcal·kg) (MCMURRAY et al., 2014).

## 2.4 Métodos para avaliação do gasto energético

Dentre os diversos métodos para determinação do GET, a água duplamente marcada consiste em administrar certa dose de água contendo isótopos de oxigênio e hidrogênio não-radioativos, de forma que o isótopo de oxigênio é eliminado na forma de dióxido de carbono e água, e o isótopo de hidrogênio apenas como água. Posteriormente, é feita a avaliação da diferença na eliminação destes dois componentes a partir do gás carbônico produzido, e determina-se o gasto energético (TOTH et al., 1996). Outro método de avaliação é a calorimetria direta, em que o gasto energético diário é obtido por intermédio de uma câmara que mensura o calor e o vapor de água liberado, pela respiração e pele, por 24 horas. Entretanto, ambos os métodos são de difícil execução e alto custo, devido à aparelhagem necessária e técnica empregada (DIENER, 1997).

Em contrapartida, a CI apresenta-se como um método preciso, exequível, de custo moderado e de fácil reprodução (DELANY; LOVEJOY, 1996; ASTRUP et al., 1999). Atualmente, é o método padrão-ouro mais utilizado para mensurar o GER e para reavaliar equações de predição do gasto energético (HORIE et al., 2011; ROSADO et al., 2014; WILLIS et al., 2016; WRIGHT et al., 2016).

Por meio da CI é possível determinar o consumo de oxigênio ($O_2$) e a liberação de gás carbônico ($CO_2$) proveniente da oxidação de macronutrientes (FERRANNINI, 1988; MANINI, 2010). Para tanto, parte-se do pressuposto de que o organismo não armazena $O_2$ inspirado, sendo este totalmente consumido por meio da oxidação de carboidratos, lipídios e proteínas. Ainda, presume-se que não há produção de energia por vias anaeróbias e que as perdas de gases através da pele são mínimas e, por isso, são desconsideradas (JÉQUIER et al., 1987).

Nesse contexto, valores fixos relativos a cada macronutriente, chamado quociente respiratório (QR) podem ser calculados por meio da razão entre os volumes de $CO_2$ e $O_2$ ($QR = VCO_2/VO_2$). Em caso de os valores obtidos se relacionarem apenas com a oxidação de carboidratos e lipídios, o quociente é classificado como QR não-proteico; ou se representarem a utilização de proteínas como substrato, determinadas

pela excreção de nitrogênio urinário, o quociente é denominado QR proteico (JÉQUIER, et al., 1987; DIENER, 1997; MANINI, 2010).

Dependendo do substrato oxidado, utiliza-se mais ou menos $O_2$ com consequente produção de $CO_2$, proporcionalmente, apresentando os seguintes valores: 0,72 para lipídios, 0,80 para proteínas e 1,0 para carboidratos (WEIR, 1949). Em seguida, a TMR pode ser estimada a partir da equação de Weir (1949) simplificada, que não considera o nitrogênio excretado. Dessa forma, neutralizam-se as dificuldades inerentes à coleta de urina de 24 horas sem prejuízo nos resultados, uma vez que o nitrogênio urinário corresponde a apenas 4% do gasto energético real (MATARESE, 1997; GUPTA et al., 2017).

A fim de garantir a precisão dos valores de GER, a avaliação deve ser feita após repouso por cerca de vinte a trinta minutos, para que o gasto de energia com pequenas atividades antes do exame seja desprezado. Além disso, é importante que o ambiente esteja termoneutro (25ºC a 26ºC) para evitar alterações no gasto energético devido à termoregulação corporal (WAHRLICH; ANJOS, 2001). A partir de 10 minutos de teste, e descartados os primeiros 5 minutos, é possível obter um valor preciso do GER, observando se houve variações superiores a 10% no $VO_2$ consumido e $VCO_2$ produzido (DIENER, 1997; COMPHER et al., 2006; BORGES et al., 2016).

Embora a CI seja um método mais acessível do que os anteriormente citados, ainda é pouco utilizada na prática clínica devido à dificuldade de preparo para o teste, o custo ainda muito elevado e o tempo gasto para a sua realização. Sendo assim, tem-se utilizado EP como alternativa para estimar o GER (HORIE et al., 2011; SABOUNCHI, et al., 2013). O método é rápido, fácil e sem custo (MELO et al., 2008).

Dentre as EP existentes, destacam-se as equações de Harris e Benedict (1918), Cunningham (1980), Schofield (1985), *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)/ World Health Organization (WHO)/ United Nations University* (UNU) (1985) e Henry (2005), desenvolvidas para estimar o GER de indivíduos com peso normal; Owen et al. (1986; 1987), Mifflin et al. (1990) e Müller et al. (2004), geradas para o cálculo do GER de populações mistas, com peso normal e obesidade; e Bernstein et al. (1983); Lazzer et al. (2007a; 2007b) e Horie et al. (2011), com equações projetadas para predizer o GER na obesidade . As características destes estudos quanto à população, sexo, idade, IMC e métodos foram compiladas na Tabela 1.

As equações de Harris e Benedict (1918) foram desenvolvidas com participação de 136 indivíduos americanos do sexo masculino, 103 do sexo feminino e 94 recém-nascidos, todos saudáveis, no estado pós-absortivo e em repouso muscular absoluto. Tal estudo propiciou a criação de EP tabuladas para ambos os sexos, tendo como variáveis o peso atual (em kg), a estatura (em centímetros) e a idade (em anos completos) (HARRIS; BENEDICT; 1918). É comum adaptá-la para indivíduos com excesso de peso e obesidade, principalmente hospitalizados (KRENITSKY, 2005). A acurácia deste método tem sido testada em diversos estudos com EP (CARRASCO et al., 2007; HORIE et al., 2011; QUIROZ-OLQUÍN et al., 2014). A correção é feita substituindo o peso atual pelo peso ajustado (PAj), calculado pela fórmula PAj = [(Peso atual – Peso Ideal) x 0.25 + Peso Ideal]. O peso ideal pode ser calculado com base no IMC médio ideal de 21-23 kg/m² (WHO, 2003).

Posteriormente, Cunningham (1980) utilizou os dados de Harris e Benedict (1918), com a exclusão de 16 homens considerados atletas bem treinados. Foram incluídos no estudo 223 indivíduos saudáveis (120 homens e 103 mulheres) e uma EP que utiliza MLG como único preditor do GER foi gerada (CUNNINGHAM, 1980).

De forma semelhante, Schofield (1985) compilou dados da literatura correspondente a cinco décadas, abrangendo populações de países desenvolvidos e em desenvolvimento. Foram desenvolvidas EP do GER de indivíduos saudáveis, estratificadas em seis faixas etárias e para ambos os sexos, considerando apenas peso atual como variável preditora (SCHOFIELD, 1985).

Adicionalmente, a FAO/WHO/UNU (1985) incorporou mais informações ao mesmo banco de dados utilizado por Schofield (1985), e gerou equações com base em medições de 11000 indivíduos de 23 países, de todas as idades, considerados saudáveis e com peso “aceitável” para a estatura, abrangendo os sexos feminino e masculino. Estabeleceram-se faixas etárias de 18 a 30 anos e 30 a 60 anos para os adultos, com equações desenvolvidas em função do peso atual (FAO/WHO/UNU, 1985).

Nesse contexto, Henry (2005) realizou uma análise da literatura, e verificou que as equações de Schofield (1985) e FAO/WHO/UNU (1985) superestimavam o GER de diversas populações, devido a números desproporcionais de indivíduos dos trópicos e italianos incluídos, respectivamente. Sendo assim, por meio da TMR coletada e de estudos publicados, as equações de Oxford foram desenvolvidas com 10552 indivíduos (5794 homens e 4702 mulheres), eutróficos e saudáveis. Foram excluídos muitos

italianos e incluídos mais dados tropicais, com variáveis de peso atual e estatura (HENRY, 2005).

Na tentativa de suprir a necessidade de ajustar as estimativas do GER às populações específicas, Owen et al. (1986) estudaram o GER de 44 mulheres, entre 18 e 65 anos, abrangendo estado nutricional de eutrofia e obesidade. Em outro estudo, avaliaram 60 homens de diversas etnias (caucasianos, negros e orientais), eutróficos e obesos, entre 18 e 82 anos (OWEN et al. 1987). Ambos os estudos geraram EP do GER, indicadas para população adulta e mista, em relação à etnia e estado nutricional (OWEN et al., 1986;1987).

Com o mesmo objetivo, as equações de Mifflin, St Jeor et al. (1990) (MSJ) foram propostas a partir de uma amostra de 498 indivíduos americanos, eutróficos e obesos, sendo 251 homens com idades entre 19 e 78 anos e 247 mulheres de 20 a 76 anos. Apesar de incluir indivíduos com obesidade em suas análises, a população do estudo caracterizou-se, predominantemente, como sobrepeso, com IMC médio de 26 kg/m² para mulheres e 27 kg/m² para homens (MIFFLIN et al., 1990).

De forma semelhante, Müller et al. (2004) trabalhou com um banco de dados alemão tabulado por 7 centros de pesquisa por 18 anos. O estudo incluiu uma população mista de 2528 indivíduos baixo peso, eutróficos e obesos, sendo 1027 homens e 1501 mulheres, estratificados em 9 grupos de faixas etárias distintas variando de 5 a 80 anos ou mais. Dentre os adultos, houve subdivisão em 2 subgrupos para desenvolvimento das equações (N=1046, IMC médio= 27,1 ± 7,7 kg/m²) e para validação cruzada (N=1059, IMC médio=26,8 ± 7,1 kg/m²) (MÜLLER et al., 2004).

Considerando a necessidade de propor equações especificamente desenvolvidas para obesidade, Bernstein et al. (1983) utilizou dados de 202 pacientes americanos (48 homens e 154 mulheres), com 9,1% a 230,6% de inadequação do peso e média de 103,4 ± 26 kg. O peso, estatura, idade, MLG e a MG foram preditoras do GER.

Posteriormente, Lazzer et al. (2007a; 2007b) propôs EP para obesidade grave com base em uma população de italianos, de ambos os sexos. A amostra do sexo masculino foi composta de 164 indivíduos de 20 a 65 anos, que foram subdivididos em 4 grupos por faixas de IMC (35-39,9; 40-44,9; 45-49,9; >50 kg/m²), sendo encontrado o IMC médio de 45,5 kg/m². Para as participantes do sexo feminino (N=182), com faixa etária de 18 a 60 anos, a subdivisão restringiu-se a 3 faixas de IMC (40-45; 45-50; ≥50

kg/m²), com o IMC médio de 48,0 kg/m². As equações geradas foram submetidas à validação cruzada (LAZZER et al., 2007a; 2007b).

Recentemente, Horie et al. (2011) desenvolveram uma nova EP para obesos mórbidos, que estima o GER utilizando como variáveis o peso corporal e a MLG. O estudo incluiu 120 pacientes brasileiros (37 homens e 83 mulheres), subdivididos aleatoriamente em 2 subamostras 50% (N=60) para gerar a equação e realizar a validação cruzada. Todavia, diferentemente das demais equações citadas, a equação de Horie et al. (2011) não considera o sexo e a idade como preditores no GER (HORIE et al., 2011)

**Tabela 1.** Características dos estudos de desenvolvimento das equações de predição do GER.

| **Referência** | **População/etnia, N, sexo, idade** | **IMC** | **GER** | **Composição Corporal** |
|---|---|---|---|---|
| Harris e Benedict (1918) | N=239 (136H, 103M), adultos | - | CI | - |
| Cunningham (1980) | N=223 (120H, 103M), adultos | - | CI | Estimada por equação |
| Schofield (1985) | N=7173 (H/M; 3388 italianos; 615 residentes tropicais; 322 indianos; 114 de estudos publicados; europeus e norte-americanos), todas as idades, 4814 adultos, 6 grupos | Eutróficos (21-24 kg/m²) | - | - |
| FAO/WHO/UNU (1985) | N=11000, extensão dos dados de Schofield (1985), (H/M), todas as idades, 6 grupos | - | - | - |
| Henry (2005) | N=10552 (5794H,4702M), todas as idades | Eutróficos | CI | - |
| Owen et al. (1986; 1987) | N=104 (60H caucasianos, negros e orientais, 44M), 18-82 anos | Eutróficos/obesos (18-50 kg/m²) | CI | Análise densitométrica e dobras cutâneas |
| Mifflin et al. (1990) | N=498 (251H, 248M), 19- 78 anos | Eutróficos/obesos (17-42 kg/m²) | CI | Dobras cutâneas |
| Müller et al. (2004) | N=2528, brancos, alemães, (1027H, 1501M), 1046 para gerar EP, 5-80 anos, 9 grupos, validação cruzada | Baixo peso/ eutróficos/ obesos | CI | BIA (multicêntrico) |
| Bernstein et al. (1983) | N=202 (48H, 154M), média 40 anos | Obesos (média 103,4 kg) | CI | Diluição de isótopo |
| Lazzer et al. (2007a; 2007b) | N=346 italianos (164H, 182M), 173 para gerar EP, 19 a 65 anos, validação cruzada | Obesos (media 46,5 kg/m²) | CI | BIA |
| Horie et al. (2011) | N=120, brasileiros, (37H, 83M), 60 para gerar EP, 18-62 anos, validação cruzada | Obesos graves (34,4-61,0 kg/m²) | CI | BIA |

BIA, bioimpedância elétrica; CI, calorimetria indireta; EP, equação de predição; GER, gasto energético de repouso; H, homens; IMC, índice de massa corporal; M, mulheres.

Em resumo, as principais equações disponíveis para estimativa do GER apresentam limitações quando aplicadas a populações distintas (SONG et al., 2014). Em pacientes com obesidade graus 1 e 2, as EP existentes apresentaram variações quanto a precisão (ROSADO et al., 2014; POLI et al., 2016). Fatores como o peso utilizado para cálculos, a composição corporal e inespecificidade das EP, contribuem para a falta de consenso sobre qual delas seria a melhor para estimar o GER na obesidade (HORIE et al., 2011). Portanto, o desenvolvimento de equações para indivíduos com IMC $\geq 30$ e $<40$ kg/m², direcionadas a grupos mais homogêneos e regionais, bem como investigar a validade das equações nesta população, será de grande relevância para a prática clínica.

## 3 JUSTIFICATIVA

A característica epidêmica da obesidade no mundo despertou a atenção das autoridades e comunidades científicas devido à sua etiologia multifatorial e associação com outras morbidades, sendo uma doença de difícil controle. Dessa forma, trata-se de uma questão de saúde pública global, que atinge todos os níveis sociais, econômicos e as diversas faixas etárias, independente do sexo, o que evidencia a necessidade de mudanças no estilo de vida dessas populações.

As principais estratégias terapêuticas para a obesidade e doenças associadas são direcionadas para a perda de peso, por meio de dietas hipocalóricas e prática de atividade física, a fim de estabelecer um balanço energético negativo. Para tanto, é preciso conhecer o GER dos pacientes para que as intervenções sejam realizadas com segurança, de forma individualizada e eficaz do ponto de vista metabólico.

Nesse contexto, a CI é método mais confiável para determinar o GER. Porém, a sua utilização na prática clínica é restrita devido aos protocolos para realização do teste e custo elevado. Sendo assim, alternativamente, as EP são utilizadas para estimar o gasto energético que servirá como referência para os cálculos dietéticos. Como qualquer método de estimativa, as EP possuem limitações, que ficam ainda mais evidentes ao aplicá-las a populações com obesidade leve ou moderada, uma vez que a maioria delas foram geradas em populações saudáveis, mistas ou de obesos mórbidos.

Portanto, faz-se necessário avaliar a acurácia das principais equações existentes, a fim de levantar questões sobre possíveis erros de estimativa na população com obesidade graus 1 e 2. Além disso, o desenvolvimento de novas EP do GER específica para adultos com obesidade será relevante para subsidiar outros estudos desta área, além de oferecer uma ferramenta mais adequada para a prática clínica no tratamento destes pacientes, se confirmada a sua validade.

# 4 OBJETIVOS

## 4.1 Geral

Verificar a eficácia das EP existentes em estimar o GER de pacientes com obesidade graus 1 e 2, e propor uma nova EP especificamente para este grupo.

## 4.2 Específicos

- Caracterizar a amostra quanto ao perfil antropométrico, composição corporal e exames laboratoriais.
- Verificar a acurácia e a concordância entre a estimativa do GER obtida por meio das EP existentes em comparação à estimativa obtida por CI, em uma amostra de indivíduos com obesidade graus 1 e 2.
- Desenvolver novas EP específicas para estimar o GER de indivíduos com obesidade graus 1 e 2.

# 5 MÉTODOS

## 5.1 Considerações éticas

O presente estudo foi realizado a partir de um banco de dados obtidos de outros cinco estudos anteriores, aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) com seres humanos do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro (HUCFF/UFRJ), cujos títulos e respectivos protocolos são: "Influência da qualidade dos lipídios da dieta no metabolismo energético, apetite, perda de peso, composição corporal, resistência à insulina e expressão dos genes PPAR alfa e PPAR gama 2 em mulheres obesas" (nº 072/10 de 08/11/2010), "Efeito do óleo de coco na regulação da composição corporal, lipemia, glicemia e gasto energético em homens obesos" (nº 151/10 de 10/02/2011), "Lipídios dietéticos na regulação do gasto energético, apetite e biomarcadores metabólicos na obesidade e diabetes *mellitus* tipo 2" (nº 160/10 de 10/02/2011), "Dieta hiperproteica e sua influência no metabolismo energético, perda de peso, composição corporal, e marcadores metabólicos em homens obesos" (nº 088/11 de 22/12/2011 ) e "Avaliação da influência do consumo de semente de chia (*Salvia hispânica L.*) no peso corporal, gasto energético, ingestão alimentar e fatores de risco cardiovasculares em mulheres obesas" (nº 962.472/15 de 11/02/2015) (Anexo A, página 71).

## 5.2 Casuística

No presente estudo foram incluídos os dados de homens e de mulheres não menopausadas, com faixa etária de 19 a 60 anos, que atenderam aos critérios de elegibilidade dos estudos de base e que se submeteram ao teste de CI, avaliações antropométricas e de composição corporal. Todos os dados utilizados foram obtidos nos momentos basais dos estudos primários. Não foram selecionados os indivíduos que apresentaram doenças ou condições que interferissem significativamente no gasto energético. Os critérios de elegibilidade e inelegibilidade destes estudos encontram-se listados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Características e critérios de elegibilidade e inelegibilidade dos cinco estudos que compuseram o banco de dados.

| Estudo | N | Tipo de Estudo | Elegíveis | Inelegíveis |
|---|---|---|---|---|
| A | 40 | Ensaio clínico, randomizado, controlado, simples cego, de intervenção | Mulheres; Adultas em idade fértil; Obesidade graus 1 e 2. | Diagnóstico prévio de DM, HAS, cardio-, nefro- e hepatopatias, disfunções tireoidianas, distúrbios do TGI, AIDS e câncer; Colecistectomia; outras cirurgias recentes, gestação, lactação e tabagismo; Uso de fármacos, suplementos e/ou fitoterápicos; Perda de peso > 3 kg nos últimos 3 meses, dietas recentes para emagrecimento, alergia ou intolerância a óleos vegetais ou de peixe, e/ou frutos do mar. |
| B | 29 | Ensaio clínico randomizado, simples cego, de intervenção | Homens; Adultos; Obesidade grau 1. | Diagnóstico prévio de DM, HAS, cardio-, nefro- e hepatopatias, disfunções tireoidianas, distúrbios do TGI, AIDS e câncer; tabagismo; Uso de fármacos, suplementos e/ou fitoterápicos; Perda de peso > 3 kg nos últimos 3 meses, dietas recentes para emagrecimento |
| C | 6 | Ensaio clínico, randomizado, simples cego, de intervenção, *crossover*. | Mulheres; Adultas, em idade fértil; Diagnóstico Clínico de DM2 em menos de 10 anos; Obesidade. | Diagnóstico prévio de HAS, cardio-, nefro- e hepatopatias, disfunções tireoidianas, distúrbios do TGI, AIDS e câncer; tabagismo; Uso de insulina, fármacos (exceto hipoglicemiantes orais); suplementos e/ou fitoterápicos; Perda de peso > 3 kg nos últimos 3 meses, dietas recentes para emagrecimento ; Triglicerídeos >200mg/dL |
| D | 12 | Ensaio clínico randomizado, simples cego, de intervenção, *crossover*. | Homens; Adultos; Obesidade graus 1 e 2. | Indivíduos com diagnóstico prévio de HAS, cardio-, nefro- e hepatopatias, disfunções tireoidianas, distúrbios do TGI, AIDS e câncer; tabagismo; Uso de fármacos, suplementos e/ou fitoterápicos; Perda de peso > 3 kg nos últimos 3 meses, dietas recentes para emagrecimento |
| E | 24 | Ensaio clínico, randomizado, controlado, paralelo, simples cego, de intervenção. | Mulheres; adultas, em idade fértil; Obesidade graus 1 e 2. | Diagnóstico prévio de DM, HAS, cardio-, nefro- e hepatopatias, disfunções tireoidianas, distúrbios do TGI, AIDS e câncer; Gestação, lactação e tabagismo; Uso de fármacos, suplementos e/ou fitoterápicos; Perda de peso > 3 kg nos últimos 3 meses, dietas recentes para emagrecimento |

AIDS, Síndrome da Imunodeficiência Adquirida; DM, diabetes *mellitus*; HAS, Hipertensão arterial sistêmica; IMC, Índice de massa corporal.; INJC, Instituto de Nutrição Josué de Castro; TGI, trato gastrointestinal; UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
A - Influência da qualidade dos lipídios da dieta no metabolismo energético, apetite, perda de peso, composição corporal, resistência à insulina e expressão dos genes PPAR alfa e PPAR gama 2 em mulheres obesas.
B - Efeito do óleo de coco na regulação da composição corporal, lipemia, glicemia e gasto energético em homens obesos.
C - Lipídios dietéticos na regulação do gasto energético, apetite e biomarcadores metabólicos na obesidade e diabetes *mellitus* tipo 2.
D - Dieta hiperproteica e sua influência no metabolismo energético, perda de peso, composição corporal, e marcadores metabólicos em homens obesos.
E - Avaliação da influência do consumo de semente de chia (*Salvia hispânica L.*) no peso corporal, gasto energético, ingestão alimentar e fatores de risco cardiovasculares em mulheres obesas.

## 5.3 Desenho do estudo

Trata-se de um estudo transversal que se utilizou de dados basais de outros cinco estudos. O recrutamento dos indivíduos dos estudos de base foi feito por meio de cartazes afixados e/ou jornais que circulam em unidades acadêmicas e administrativas da Cidade Universitária da UFRJ, e em sites e/ou redes sociais do Instituto de Nutrição

Josué de Castro (INJC). Após a verificação dos critérios de elegibilidade por meio de telefone, e-mail ou presencial, realizou-se a seleção no INJC/UFRJ.

Os voluntários considerados aptos a participarem foram convocados para uma reunião geral, com a finalidade de: esclarecer dúvidas sobre as pesquisas; disponibilizar os termos de consentimento livre e esclarecido (TCLE) para leitura e adesão; coletar dados gerais, como sexo e idade, por meio de questionários; orientar sobre os protocolos para a avaliação do gasto energético e composição corporal; medir peso e estatura para cálculo do IMC; agendar as consultas individuais; entre outros assuntos específicos a cada um dos estudos.

Na primeira consulta individual, os participantes apresentaram-se em jejum de 12 horas e preparados para as avaliações antropométricas, de composição corporal, do gasto energético e exames laboratoriais. Os dados basais compilados foram: sexo, idade, GER medido por CI, variáveis antropométricas (peso, estatura e PC) e de composição corporal (MG e MLG, em kg e %) e exames laboratoriais (glicose, triglicerídeos, colesterol total e frações). O banco foi complementado com os cálculos do GER por meio de EP.

### 5.3.1 Análises laboratoriais

Foram realizadas análises laboratoriais de glicose, colesterol total (CT), colesterol lipoproteína de alta densidade (HDL-C), colesterol lipoproteína de baixa densidade (LDL-C), colesterol lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL-C) e triglicerídeos (TG), com os voluntários em jejum noturno de 12 horas. Estes dados foram utilizados apenas para caracterização da amostra.

Em todos os estudos primários, as coletas e análises de sangue foram realizadas no Laboratório de Análises Clínicas da Faculdade de Farmácia (LACFAR) da UFRJ por profissionais treinados, utilizando-se materiais descartáveis. As amostras foram armazenadas em tubos da *Vacutainer*® (*BD Becton, Dickinson and Company*, EUA), contendo anticoagulante EDTA K2 (dipotássio etileno diaminotetracético) para obtenção do plasma; para separação do soro, utilizou-se tubos com ativador de coágulo e gel separador; e para análise da glicemia plasmática, os tubos continham fluoreto de sódio e anticoagulante EDTA sódico.

As concentrações de glicose, CT, HDL-C e TG foram obtidas por método enzimático-colorimétrico utilizando-se kits comerciais (Glicose PAP Liquiform, Labtest

Diagnóstica®; Colesterol Liquiform, Labtest Diagnóstica®; HDL LE, Labtest Diagnóstica®; e Triglicérides Liquiform, Labtest Diagnóstica®, respectivamente). O LDL-C e o VLDL-C foram obtidos com base na equação de Friedwald et al. (1972).

Os exames de glicose e lipidograma foram classificados segundo pontos de corte propostos nas Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2015-2016 (SBD, 2016) e na atualização da Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose 2017 da Sociedade Brasileira de Cardiologia (FALUDI et al., 2017).

### 5.3.2 Avaliações antropométrica e da composição corporal

Foram utilizados os dados antropométricos de peso (kg), estatura (m), PC (cm), e de composição corporal como MG e MLG, em valores absoluto (kg) e percentual do peso corporal total. As avaliações foram realizadas por nutricionistas treinadas e capacitadas, no Laboratório da Avaliação Nutricional (LANUTRI/ UFRJ).

O peso corporal foi medido em balança eletrônica do tipo plataforma Filizola® modelo *Personal Line 200*®, capacidade de 200 kg e precisão de 50g. Os voluntários estavam descalços, com roupas leves, imóveis, em posição ereta e braços estendidos ao lado do corpo. Após a leitura, o valor do peso foi imediatamente registrado (LOHMAN et al., 1988; BRASIL, 2011). Ainda, calculou-se o PAj por meio da equação [(Peso atual – Peso Ideal) x 0.25 + Peso Ideal], onde peso ideal é produto da multiplicação do IMC médio 23 kg/m² pela estatura ao quadrado (WHO, 2003).

A estatura foi determinada por meio de um antropômetro vertical portátil Alturexata®, com precisão de 1 mm. Os participantes foram posicionados descalços no centro do aparelho, com a cabeça livre de adereços, eretos, braços estendidos, cabeça erguida e pés unidos. Após o posicionamento da haste móvel, o indivíduo foi orientado a inspirar profundamente, e a leitura da estatura foi realizada e prontamente registrada (LOHMAN et al., 1988; BRASIL, 2011).

O peso e a estatura foram utilizados para o cálculo do IMC (kg/m²), classificado conforme proposto pela WHO em obesos grau 1 (IMC ≥ 30,0 e < 35,0 kg/m²) e grau 2 (IMC ≥ 35,0 kg/m² e < 40,0 kg/m²) (WHO, 1995; 2004).

O PC foi medido com auxílio de uma fita antropométrica inextensível e inelástica Sanny®, modelo TR4011, com 2m de comprimento e precisão de 1 mm. A medição e a classificação foram realizadas conforme protocolos da WHO (2000), com o indivíduo em pé, após expiração, com abdome relaxado, braços estendidos ao lado do

corpo, no ponto médio entre a margem costal inferior e a crista ilíaca, na linha axilar média.

O peso, a estatura e o PC foram medidos em duplicata, de forma não consecutiva, sendo utilizada a média destas medidas.

Utilizou-se bioimpedância elétrica (BIA) de multifrequência tetrapolar, da marca *Biodynamics*® modelo 450, para avaliação da composição corporal. Este método leva em consideração a condutividade elétrica superior da MLG em relação à MG (LUKASKI et al., 1985). O exame foi feito conforme protocolos de Lukaski et al. (1985) e das Diretrizes da Sociedade Européia de Nutrição Parenteral e Enteral - ESPEN (KYLE et al., 2004).

Os voluntários foram previamente orientados, de forma que na data do teste encontravam-se em jejum de 12 horas, inclusive em abstenção de bebidas alcoólicas, há 3 dias, sem a realização de atividades físicas moderadas a intensas, bexiga vazia, dormiram de 6 a 8 horas na noite anterior e estavam com roupas leves. Para a realização do procedimento, os pacientes ficaram descalços, com braços separados do tronco aproximadamente 30º e pernas separadas entre si cerca de 45º, em posição supina mantida por 5 a 10 minutos, sem contato com acessórios ou objetos de metal. Os eletrodos foram conectados do lado direito do corpo, de forma padronizada, após a higienização da superfície do dorso da mão e do pé com álcool 70% (LUKASKI et al.,1985; KYLE et al., 2004).

Para estimar a MLG, utilizou-se a EP de Segal et al. (1988), validadas por Gray et al. (1989), para mulheres obesas [MLG (kg) = 0,00091186 x (estatura [cm]$^2$) – 0,01466 x (resistência) + 0,29990 x (peso) – 0,07012 x (idade) + 9,37938]; e para homens obesos [MLG(kg) = 0,00088580 x (estatura [cm]$^2$) – 0,02999 x (resistência) + 0,42688 x (peso) – 0,07002 x (idade) + 14,52435]. Obtido o valor de MLG, a MG foi obtida por diferença do peso corporal total e classificada segundo Lohman et al. (1991).

### 5.3.3 Avaliação do gasto energético de repouso por calorimetria indireta (GER-CI)

As avaliações de gasto energético foram realizadas no LANUTRI/UFRJ, pela manhã. Os voluntários se prepararam para o teste de CI durante os três dias anteriores à consulta. Foram previamente orientados a absterem-se, nesse período, da realização de atividades e exercícios físicos intensos, ingestão de bebidas alcoólicas, alimentos ricos

em gorduras, proteínas e fontes de cafeína; e na data do teste a realizarem jejum de 12 horas (COMPHER et al., 2006; CASAS-AGUSTENCH et al., 2009).

Utilizou-se circuito aberto de CI com campânula respiratória (*Vmax Encore 29 Systems®, Viasys Healthcare,* EUA). Os testes foram realizados em ambiente tranquilo, termoneutro (entre 25-26ºC), com umidade controlada entre 50% e 60% e pouca luminosidade e sem ruídos (WAHRLICH & ANJOS, 2001; COMPHER et al., 2006). O monitor metabólico foi ligado 30 minutos antes da avaliação para aquecimento e calibrado, conforme proposto pelo fabricante, com gases $O_2$ e $CO_2$ certificados (Gás de calibração 1: 16% $O_2$, 4% $CO_2$ + $N_2$ balanço; Gás de calibração 2: 26% $O_2$ + $N_2$ balanço).

Os participantes foram mantidos em decúbito dorsal, estado alerta e repouso por 20 minutos antes do teste. A campânula foi posicionada sobre a cabeça do paciente, com a manta envolvendo a parte superior do corpo para vedação, e conectada ao calorímetro. O teste durou 30 minutos, desconsiderados os primeiros 5 minutos. Quando o coeficiente de variação para a medição dos volumes de $O_2$ e $CO_2$ foi menor que 10% por 5 minutos consecutivos, considerou-se que o estado de equilíbrio foi estabelecido (WAHRLICH; ANJOS, 2001; COMPHER et al., 2006; FRANKENFIELD, 2013). Os componentes do sistema foram devidamente higienizados a cada utilização.

Por meio do $VO_2$ e $VCO_2$ obtidos no teste, estimou-se a TMR por meio da equação de Weir (1949): ((3,9 x $VO_2$ L/minuto) + (1,1 x $VCO_2$ L/minuto)). O valor encontrado foi multiplicado por 1440 minutos para representação do GER-IC.

### 5.3.4 Gasto energético de repouso estimado por equações de predição (GER-EP)

O GER foi calculado a partir dos dados de sexo (H, homens; M, mulheres), peso atual, PAj, estatura, idade e MLG. As EP foram escolhidas após constatação da frequência em que são utilizadas em estudos recentes, tanto de revisão sistemática quanto de validação, inclusive envolvendo indivíduos com excesso de peso e obesos (WEIJS, 2008; HORIE et al., 2011; FRANKENFIELD, 2013; QUIROZ-OLQUÍN et al., 2014; ROSADO et al., 2014; SCHUSDZIARRA et al., 2014; MADDEN et al., 2016; POLI et al., 2016).

Nesse contexto, as estimativas do GER foram obtidas por meio das equações de Harris e Benedict (1918) utilizando peso atual e PAj, Cunningham (1980), Bernstein et al. (1983), Schofield (1985), *FAO/WHO/*UNU (1985), Owen et al. (1986; 1987), Mifflin

et al. (1990), Henry (2005), Müller et al. (2004), Lazzer et al. (2007a; 2007b) e Horie et al. (2011), listadas na Tabela 3.

**Tabela 3.** Equações de predição do gasto energético de repouso, para homens e mulheres.

| Referência | | Equações de Predição | Estatística |
|---|---|---|---|
| HB | H: | GER = 66,4730 + 13,7516 P + 5,0033 E(cm) – 6,7550 I | *r* =0,86 |
| | M: | GER = 655,0955 + 9,5634 P + 1,8496 E(cm) – 4,6756 I | *r* =0,77 |
| HB-PAj | H: | GER = 66,4730 + 13,7516 PAj + 5,0033 E(cm) – 6,7550 I | |
| | M: | GER = 655,0955 + 9,5634 PAj + 1,8496 E(cm) – 4,6756 I | |
| Cunningham | | GER = 501,6 + 21,6 MLG | $R^2$ =0,70 |
| Bernstein | H: | GER = 11,02 P + 10,23 E(cm) – 5,8 I – 1032 | $R^2$ =0,45 |
| | M: | GER = 7,48 P – 0,42 E(cm) – 3,0 I + 844 | $R^2$ =0,66 |
| Bernstein-MLG | | GER = 19,02 MLG + 3,72 MG – 1,55 I + 236,7 | $R^2$ =0,68 |
| Schofield | H: | GER = (0,063 P + 2,896) x 239 (18 a 30 anos) | *r* =0,65 |
| | | GER = (0,048 P + 3,653) x 239 (30 a 60 anos) | *r* =0,60 |
| | M: | GER = (0,062 P + 2,036) x 239 (18 a 30 anos) | *r* =0,73 |
| | | GER = (0,034 P + 3,538) x 239 (30 a 60 anos) | *r* =0,68 |
| FAO | H: | GER = 15,3 P + 679 (18 a 30 anos) | *r* =0,65 |
| | | GER = 11,6 P + 879 (30 a 60 anos) | *r* =0,60 |
| | M: | GER = 14,7 P + 496 (18 a 30 anos) | *r* =0,72 |
| | | GER = 8,7 P + 829 (30 a 60 anos) | *r* =0,70 |
| Owen | H: | GER = 10,2 P + 879 | *r* =0,71 |
| | M: | GER = 7,18 P + 795 | *r* =0,74 |
| Owen-MLG | H: | GER = 22,3 MLG + 290 | *r* =0,74 |
| | M: | GER = 19,7 MLG + 334 | *r* =0,71 |
| Mifflin | | GER = 9,99 P + 6,25 E(cm) – 4,92 I + 166 S – 161 | $R^2$ =0,71 |
| Mifflin-MLG | | GER = 19,7 MLG + 413 | $R^2$ =0,64 |
| Henry | H: | GER = (0,06 P + 1,31 E(m) + 0,473) x 239 (18 a 30 anos) | *r* =0,764 |
| | | GER = (0,0476 P + 2,26 E(m) – 0,574) x 239 (30 a 60 anos) | *r* =0,756 |
| | M: | GER = (0,0433 P + 2,57 E(m) – 1,18) x 239 (18 a 30 anos) | *r* =0,724 |
| | | GER = (0,0342 P + 2,1 E(m) – 0,0486) x 239 (30 a 60 anos) | *r* =0,713 |
| Müller | | GER = (0,047 P – 0,01452 I + 1,009 S + 3,21) x 239 | $R^2$ =0,73 |
| Müller- MLG | | GER = (0,05192 MLG + 0,04036 MG + 0,869 S – 0,01181 I + 2,992) x 239 | $R^2$ =0,71 |
| Lazzer | H: | GER = (0,048 P + 4,655 E(m) – 0,020 I – 3,605) x 239 | $R^2$ =0,68 |
| | M: | GER = (0,042 P + 3,619 E(m) – 2,678) x 239 | $R^2$ =0,66 |
| Lazzer-MLG | H: | GER = (0,081 MLG + 0,049 MG – 0,019 I – 2,194) x 239 | $R^2$ =0,65 |
| | M: | GER = (0,067 MLG + 0,046 MG + 1,568) x 239 | $R^2$ =0,63 |
| Horie | | GER = 560,43 + 5,39 P + 14,14 MLG | $R^2$ =0,74 |

E, estatura, cm ou m; FAO, *Food and Agriculture Organization of the United Nations;* GER, gasto energético de repouso, kcal/dia; H, homens; HB, Harris-Benedict; I, idade, anos; IMC, índice de massa corporal, kg/m²; M, mulheres; MG, massa gorda, kg; MLG, massa livre de gordura, kg; P, peso, kg; PAj, peso ajustado, kg; S, sexo (homen,1; mulher, 0).

### 5.3.5 Análises estatísticas

As análises estatísticas descritivas foram expressas em médias e desvios-padrão (DP). As variáveis foram avaliadas quanto à distribuição por meio do teste de *Kolmogorov Smirnov*. Para comparação entre as médias, foram utilizados os testes *t* de *Student* não-pareado ou Pareado quando a distribuição das variáveis foi normal, e *Mann-Whitney* ou *Wilcoxon* quando pelo menos uma variável quantitativa comparada apresentou distribuição não normal.

A concordância entre estes valores foi verificada de acordo com o Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI) (BARTKO; CARPENTER, 1976) e o teste de Bland-Altman (1986). Considerou-se o grau de concordância mais forte à medida que os valores do CCI se aproximaram de 1,0, maior desacordo quanto mais próximo de zero, e a significância para este teste foi fixada em 1%. As EP foram analisadas em relação à precisão, para prever se o GER-EP está a ± 10% do GER-CI.

As EP específicas para obesidade graus 1 e 2 foram propostas após análise de regressão linear multivariada que incluiu sexo, idade, peso atual, estatura, IMC, PC, MG e MLG como variáveis independentes e possíveis preditoras do GER-CI, variável dependente. As variáveis preditoras que apresentaram correlações significativas mais fortes com o GER-CI foram incluídas no modelo, avaliado por $R^2$ (ALTMAN, 1996).

Os testes foram realizados no programa *Statistical Package for the Social Science* (SPSS) versão 22.0 para Windows, considerando significância estatística quando $p<0,05$.

# 6 RESULTADOS

Os resultados serão apresentados na forma de manuscrito a ser submetido à revista *Nutrition Research*.

## 6.1 Manuscrito

**EFICÁCIA DAS EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DO GASTO ENERGÉTICO DE REPOUSO E PROPOSTA DE NOVA EQUAÇÃO DE PREDIÇÃO PARA INDIVÍDUOS COM OBESIDADE**

C. R. A. Silva[1], E. L. Rosado[2]

Filiações:

[1]Discente do Programa de Pós-graduação em Nutrição do Instituto de Nutrição Josué de Castro da Universidade Federal do Rio de Janeiro

[2] Professora associada do Departamento de Nutrição e Dietética do Instituto de Nutrição Josué de Castro da Universidade Federal do Rio de Janeiro

Correspondência: Carla Raiane Angelina Silva

Telefone: +55 (21) 96762-0876

E-mail: c.raianesilva@gmail.com

Endereço: 373 Carlos Chagas Filho Avenue, Health Sciences Center, Federal University of Rio de Janeiro, sector J – 2nd floor – Fundão Island – Rio de Janeiro – RJ – Brazil

Zip code: 21941-590

**Resumo**

A obesidade possui múltiplos fatores etiológicos que interferem na homeostase energética, com consequente acúmulo excessivo de gordura corporal. Intervenções nutricionais dependem do conhecimento do gasto energético de repouso (GER) para favorecer o balanço energético negativo. Utilizam-se equações de predição (EP) do GER como alternativa à calorimetria indireta (CI). Porém, as EP disponíveis apresentam limitações na obesidade. Este estudo objetivou verificar a eficácia das EP em estimar o GER de indivíduos com obesidade graus 1 e 2, e propor nova equação específica para esta população. Trata-se de estudo transversal com dados basais de cinco estudos primários com obesidade, sendo avaliado o gasto energético de repouso por CI e EP. Variáveis antropométricas e laboratoriais foram consideradas para caracterização do grupo estudado. Compararam-se as diferenças entre gêneros por meio de teste *t* de *Student* simples ou *U* de *Mann-Whitney*, e entre GER-CI e GER-EP por *t* de *Student* pareado ou *Wilcoxon*. Verificou-se a concordância entre métodos por Coeficiente de Correlação Intraclasse (significância de 1%), gráfico de Bland-Altman e precisão do GER-EP entre 90-110% do GER-CI. Foram geradas novas EP por regressão linear multivariada. Utilizou-se o programa SPSS 22.0 e nível de significância de 5%. Avaliou-se 106 indivíduos, 70 mulheres e 36 homens, com 31,6 ± 8,5 anos, índice de massa corporal (IMC) 33,9 ± 3,1 kg/m², com acúmulo de gordura abdominal (103,6 ± 9,6 cm). Observou-se maior massa livre de gordura (MLG) e menor massa gorda (MG) nos homens em relação às mulheres ($p<0,05$). O grupo estudado não apresentou alterações no lipidograma e glicemia. Apenas as equações de Harris-Benedict com peso ajustado (PAj), Owen e Lazzer-MLG não diferiram do GER-CI ($p>0,05$). Observou-se correlação muito forte ($p<0,01$) e menores médias das diferenças para Mifflin-MLG, Owen, Owen-MLG e HB-PAj, além de menor intervalo de confiança para Owen ($p<0,01$). Não houve concordância com Lazzer-MLG ($p=0,996$), e as EP de Horie, FAO e Schofield apresentaram os maiores vieses. Dentre as EP testadas, sugere-se o uso das EP de Mifflin-MLG, Owen e HB-PAj que foram as mais eficazes em estimar o GER deste grupo. Ademais, duas novas EP do GER para indivíduos com obesidade graus 1 e 2 foram propostas baseadas em dados antropométricos e de composição corporal.

**Palavras-chave:** obesidade, equações de predição, gasto energético de repouso, calorimetria indireta.

## Introdução

A obesidade é fator de risco para o desenvolvimento de várias doenças crônicas, como o câncer, diabetes *mellitus* tipo 2, osteoartrites e doenças cardiovasculares (DCV) [1-3], e tornou-se uma epidemia em nível global [4,5].

Trata-se de uma doença causada por múltiplos fatores que interferem na homeostase energética e favorecem o ganho de peso excessivo [6-8]. Nesse sentido, há evidências de que a redução do peso de indivíduos com obesidade possa aumentar a sobrevida e reduzir os fatores de risco para o surgimento de morbidades associadas [1,5,9].

Entretanto, para garantir o sucesso das intervenções nutricionais que visem à perda de peso, é imprescindível conhecer o gasto energético de repouso (GER), componente com maior contribuição para o gasto energético total (GET), a fim de orientar a prescrição dietética individual [10-12].

Dentre os métodos existentes para determinar o GER, a calorimetria indireta (CI) é considerada padrão-ouro [13]. Todavia, o aparelho e a realização dos exames possuem um custo elevado, muitas vezes inviável na prática clínica [13,14]. Alternativamente, utiliza-se equações de predição (EP) para estimar o GER [10], por ser um método rápido, fácil e sem custo [15]. Porém, as equações existentes apresentam limitações na determinação do GER de populações distintas [16, 17], com tendência a subestimar ou superestimar o GER de indivíduos com obesidade [18-21].

Nesse contexto, o presente estudo objetivou avaliar dentre as equações de predição existentes, quais são mais adequadas para estimar o GER em indivíduos com obesidade graus 1 e 2, assim como desenvolver EP específica para este público.

## Métodos

### Desenho do estudo e casuística

Trata-se de estudo transversal com 106 indivíduos com obesidade residentes na cidade Rio de Janeiro. Utilizou-se dados basais (exames laboratoriais, antropométricos, composição corporal e CI) compilados de cinco estudos primários. O banco de dados foi complementado com os cálculos do GER estimado por EP.

Todos os estudos foram desenvolvidos no Laboratório de Avaliação Nutricional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (LANUTRI/ UFRJ) e seus protocolos foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos do Hospital

Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Os indivíduos incluídos atenderam aos critérios de elegibilidade dos estudos primários, quais sejam adultos, com obesidade graus 1 e 2, sem complicações. Não eram elegíveis pacientes menores de 19 anos ou maiores de 60 anos, em uso de tabaco, suplementos, fitoterápicos e fármacos que alterem o gasto energético, ou com diagnóstico prévio de cardiopatias, hepatopatias, nefropatias, disfunções tireoidianas, doenças pulmonares, distúrbios do tratogastrointestinal, câncer, Síndrome da Imunodeficiencia Adquirida, mulheres menopausadas, gestantes e lactantes, além de indivíduos que tenham perdido mais de 3 quilos nos últimos 3 meses que antecederam os estudos.

**Avaliação do gasto energético de repouso por calorimetria indireta**

Os voluntários foram orientados a absterem-se, durante três dias anteriores ao exame, da prática de atividades e exercícios físicos intensos, ingestão de bebidas alcoólicas, consumo de alimentos ricos em gorduras, proteínas e cafeína, além de jejum de 12 horas na data do exame [22,23]. Utilizou-se circuito aberto de CI com campânula respiratória (*Vmax Encore 29 Systems®, Viasys Healthcare,* EUA). Calibrou-se, previamente, o monitor metabólico por 30 minutos por meio de gases $O_2$ e $CO_2$ certificados (Gás de calibração 1: 16% $O_2$, 4% $CO_2$ + $N_2$ balanço; Gás de calibração 2: 26% $O_2$ + $N_2$ balanço). Os componentes do sistema foram devidamente higienizados a cada utilização.

Os testes foram realizados pela manhã, em ambiente tranquilo, termoneutro (entre 25-26ºC), com umidade controlada entre 50% e 60%, pouca luminosidade e sem ruídos [16,22]. Os participantes foram mantidos em decúbito dorsal, estado alerta e repouso por 20 minutos antes do teste. A campânula foi posicionada sobre a cabeça do paciente e conectada ao calorímetro, com a manta para vedação na parte superior do corpo. Após 30 minutos de teste e desconsiderados os primeiros 5 minutos, foi considerado o estado de equilíbrio quando o coeficiente de variação para a medição $VO_2$ e $VCO_2$ foi menor que 10% por 5 minutos consecutivos [16,22,24]. Estimou-se a TMR por meio da equação simplificada de Weir [25], multiplicada por 1440 minutos para representação do GER-IC.

**Estimativa do gasto energético de repouso por meio das equações de predição**

O GER foi estimado por meio das EP de Harris e Benedict [26], Cunningham [27], Bernstein et al. [28], Schofield [29], FAO/WHO/UNU [30], Owen et al. [31,32], Mifflin et al. [33], Henry [34], Müller et al. [35], Lazzer et al. [36,37] e Horie et al. [18], listadas na Tabela 1. Além do peso atual utilizado em todas as equações, a EP de Harris e Benedict (1918) foi calculada também com o peso ajustado [PAj = (Peso atual – Peso Ideal) x 0.25 + Peso Ideal], onde o peso ideal foi definido por produto do IMC médio 23 kg/m² [38] pela estatura ao quadrado.

**Avaliação antropométrica e da composição corporal**

As avaliações antropométricas incluíram peso, estatura e perímetro de cintura (PC). Calculou-se o índice de massa corporal (IMC) dividindo o peso pela altura ao quadrado.

A composição corporal foi determinada por bioimpedância elétrica (BIA) multifrequência tetrapolar com aparelho da marca *Biodynamics*® modelo 450. A massa livre de gordura (MLG) foi estimada por meio das equações de Segal et al. [39], validadas por Gray et al. [40], para obesidade e a massa gorda (MG) foi obtida por diferença do peso corporal total e MLG. Os voluntários foram orientados a absterem-se no período que antecede o teste, de bebidas alcoólicas por 12 horas, realização de atividades físicas moderadas ou intensas por 24 horas, dormirem por 6 a 8 horas, apresentarem-se para o exame com a bexiga vazia, roupas leves e livres objetos metálicos. Os voluntários mantiveram-se em posição supina por 5 a 10 minutos, braços separados do tronco aproximadamente 30º e pernas separadas entre si cerca de 45º. Os eletrodos foram conectados do lado direito do corpo, de forma padronizada, após a higienização do dorso da mão e do pé com álcool 70% [41,42]. Todas as avaliações foram realizadas por nutricionistas treinadas e capacitadas.

**Avaliação laboratorial**

Os dados de glicose, colesterol total (CT), *High Density Lipoprotein* colesterol (HDL-C), *Low Density Lipoprotein* colesterol (LDL-C), *Very Low Density Lipoprotein* colesterol (VLDL-C) e triglicerídeos (TG) foram utilizados para caracterização da amostra, com os voluntários em jejum noturno de 12 horas. As coletas de sangue foram realizadas no Laboratório de Análises Clínicas da Faculdade de Farmácia (LACFAR) da

UFRJ por pesquisadores treinados, utilizando-se de materiais descartáveis. As concentrações de glicose, CT, HDL-C e TG foram obtidas por método enzimático-colorimétrico utilizando-se kits comerciais (Glicose PAP Liquiform, Labtest Diagnóstica®; Colesterol Liquiform, Labtest Diagnóstica®; HDL LE, Labtest Diagnóstica®; e Triglicérides Liquiform, Labtest Diagnóstica®, respectivamente). O LDL-C e o VLDL-C foram obtidos com base na equação de Friedwald et al. [43].

**Análise dos dados**

Os resultados foram apresentados em médias e desvios-padrão. Comparou-se as diferenças entre homens e mulheres por meio de testes *t* de *Student* não pareado ou *U* de *Mann-Whitney*, conforme a distribuição dos dados. Utilizou-se os testes *t* de *Student* pareado ou *Wilcoxon*, quando apropriado, para comparação entre médias de GER-CI e GER-EP.

O acordo entre estes valores foi verificado por meio do coeficiente de correlação de intraclasse (CCI) [44], teste de Bland-Altman [45]. Considerou-se o grau de concordância mais forte à medida que os valores do CCI se aproximaram de 1,0, maior desacordo quanto mais próximo de zero, e a significância para este teste foi fixada em 1%. Avaliou-se a precisão do GER-EP com percentual de indivíduos entre 90% e 110% do GER-CI.

Regressão linear multivariada foi utilizada no desenvolvimento de novas EP específicas para obesos graus 1 e 2. As variáveis sexo, idade, peso atual, estatura, IMC, PC, MG e MLG foram testadas como preditoras da variável dependente GER-CI, sendo incluídas no modelo aquelas que apresentaram melhor ajuste de $R^2$ [46].

Para todos os testes utilizou-se o *software Statistical Package for the Social Science* (SPSS) versão 22.0, fixada significância estatística de 5%.

**Resultados**

De 111 indivíduos que participaram dos estudos primários, foram excluídos os dados de 5 indivíduos considerados *outliers* para os valores de GER-CI. Sendo assim, o estudo incluiu 106 indivíduos, sendo 36 homens e 70 mulheres, com idade entre 19 e 57 anos, IMC de 33,9 ± 3,1 kg/m² classificado como obesidade grau 1, e PC relacionado ao risco muito elevado de desenvolver complicações metabólicas associadas à obesidade [47]. A MLG, em valores percentuais e absolutos, foi superior nos homens, e a MG

superior nas mulheres (*p*<0,05), embora ambos os sexos tenham apresentado excesso de gordura corporal (MG>25%) [48]. O lipidograma e a glicemia estavam adequados na amostra estudada [49,50] (Tabela 2).

A Tabela 3 mostra que o GER estimado pelas EP diferiu do GER-CI, com exceção das equações de Harris-Benedict com peso ajustado (HB-PAj, p=0,184), Owen (p=0,457) e Lazzer com MLG (p=0,344). Das EP que foram estatisticamente diferentes da CI, Bernstein, Bernstein-MLG, Owen-MLG e Mifflin-MLG subestimaram o GER, enquanto as demais o superestimaram (p<0,05).

Quanto à análise de concordância, observou-se correlação muito forte (CCI>0,800) do GER previsto pelas equações de Mifflin-MLG (0,851), Owen (0,847), Owen-MLG (0,833) e HB-PAj (0,801) (p<0,01), em relação aos valores medidos. Destes, Owen apresentou menor intervalo de confiança, seguido de Mifflin-MLG, HB-PAj e Owen-MLG. Um baixo acordo foi encontrado para a equação de Horie (0,570, p<0,01). Não houve concordância significativa do GER estimado por Lazzer-MLG com o GER-CI (p=0,996).

Adicionalmente, por meio do teste Bland-Altman [45], foram encontradas menores médias das diferenças entre GER-EP e GER-CI para as equações de Owen (-13 kcal/d), HB-PAj (-38 kcal/d), Mifflin-MLG (-45 kcal/d) e Owen-MLG (-82 kcal/d), como demonstrado na Tabela 3 . As EPs de Horie, FAO e Schofield apresentaram viéses maiores (288; 233; e 213 kcal/d).

A Figura 1 mostra graficamente a dispersão dos valores entre os limites de acordo dos métodos avaliados. Considera-se melhor a precisão da concordância quanto mais estreito for o intervalo [45], como observado no gráfico da equação de Horie (-5 a 580), embora tenha apresentado maior viés (288). A EP de Lazzer-MLG apresentou limites de acordo mais amplos (de -1023 a 745) e não houve aleatoriedade da dispersão das diferenças em torno da média geral.

Ainda, a precisão foi avaliada pelo percentual de indivíduos com valores do GER estimado entre 90 e 110% do GER medido, conforme os resultados expostos na Tabela 4. Embora tenham subestimado o GER, as equações de Mifflin-MLG foram preditoras mais precisas, para ambos os sexos, seguidas por Owen e HB-PAj (71,29%, 64,4% e 63,4%, respectivamente). Estratificando as análises por sexo, Mifflin-MLG teve maior acurácia ao prever o GER de homens (89,1%) e mulheres (82,2%), seguido por HB-PAj (89,1% e 74,26%, homens *vs* mulheres). Bernstein-MLG foi a equação que

mais subestimou o gasto energético, em 51,5% da amostra total e em 37,6% das mulheres, enquanto Horie tendeu à superestimação em 78,2% e mais expressivamente para as mulheres (58,4%) (Tabela 4).

Ademais, neste estudo foram desenvolvidas duas novas EP do GER. As análises de regressão linear simples demonstraram que as variáveis MLG e peso atual explicaram 59,5% (n=99) e 46,6% (n=103), respectivamente, a variância do GER-CI, seguidas do sexo ($R^2$=0,334, n=99; $R^2$=0,380, n=103) e da estatura ($R^2$=0,348, n=99; $R^2$=0,363, n=103) ($p<0,001$). Em análises de regressão multivariada, estas variáveis contribuíram significativamente para os modelo 1, com MLG em kg ($R^2$ = 0,644, n=99) e 2, com peso atual em kg ($R^2$=0,646, n=103), e foram utilizadas para o desenvolvimento de equações baseadas na composição corporal (1) e dados antropométricos (2):

(1) GER (kcal/d) = 1477,992 + 31,765 x MLG – 154,005 x Sexo – 10,037 x Estatura ($R^2$=0,644, e.p. 141,6 kcal/d);

(2) GER (kcal/d) = 1102,527 + 13,611 x Peso + 267,080 x Sexo - 5,154 x Estatura ($R^2$=0,646, e.p. 144,9 kcal/d); onde MLG, massa livre de gordura em kg, obtida por bioimpedância elétrica; Estatura, em cm; e Sexo, 0, mulheres e 1, homens.

**Discussão**

O presente estudo comparou EP com a CI e mostrou que as equações de Mifflin-MLG, Owen e Harris-Benedict com peso ajustado, foram as mais eficazes em prever o GER de indivíduos com obesidade graus 1 e 2. Ainda, para a amostra estudada, a EP proposta por Owen apresentou maior grau de confiabilidade, menores vieses, limites de acordo mais estreitos e maior percentual de indivíduos com variação entre 90% e 110% do GER, demonstrando melhor precisão, em nível de grupo e individual, com maior eficácia em relação à equação de Harris-Benedict com peso ajustado.

Estes achados corroboram o estudo conduzido por Schusdziarra et al. [51] que encontrou melhor precisão de estimativa do GER pela equação de Owen, em 726 mulheres com IMC de 36,5±9,1 kg/m². Da mesma forma, Ruiz et al. [52] observaram que a EP de Owen foi capaz de prever, com 81% de precisão e menor viés, o GER de 78 mulheres espanholas com obesidade após intervenção com dieta hipocalórica por 12 semanas. Entretanto, anteriormente à redução significativa do IMC com esta dieta prescrita, a precisão foi de apenas 53% (n=86). Outro estudo com 20 indivíduos de IMC entre 30 e 40 kg/m², mostrou 75% de precisão da estimativa do GER para a equação de Owen, mas houve subestimação de 60% (n=27) quando o IMC foi maior que 40 kg/m² [53]. Ademais, Horie et al. [18] avaliaram o GER de 120 indivíduos com obesidade grave com baixa precisão (34%) e viés de 273 kcal da EP de Owen. Sendo assim, esta equação mostrou ser eficaz em estimar o GER de indivíduos com obesidade graus 1 e 2, mas apresenta limitações que inviabilizam seu uso em obesidade grave.

De forma semelhante, a equação de Harris-Benedict mostrou ser mais adequada para estimar o GER da amostra avaliada quando foi utilizado o peso ajustado em substituição ao peso atual, que superestimou o GER em 63% dos indivíduos, como era esperado para esta população. Contrariamente a estes achados, estudos anteriores encontraram menores taxas de erro com a equação padrão [18,20,53-56], sendo considerada aceitável para indivíduos com obesidade.

Embora a equação de Lazzer-MLG não tenha diferido estatisticamente do GER-CI, a sua utilização foi considerada inapropriada, uma vez que não houve acordo significativo, a distribuição dos casos não foi aleatória em torno da média, e os limites de acordo foram os mais distantes comparados a todas as outras equações. Por esse motivo, adicionalmente à investigação das diferenças entre as médias obtidas por ambos

os métodos, é importante a realização de testes de confiabilidade e concordância na avaliação da eficácia de EP em determinar o GER.

Ainda não é bem suportado, pela literatura científica, o uso de EP para indivíduos com obesidade. Entretanto, persiste a necessidade de orientação da prática clínica com escolha de uma EP mais adequada em estimar o GER desta população. Nesse contexto, em uma recente revisão sistemática que avaliou 21 estudos e 28 equações, Madden et al. [21] sugerem o uso da equação de Mifflin (peso atual), com precisão em prever o GER acima de 70% quando o IMC é maior que 30 kg/m², embora apresente ressalvas quanto à precisão em nível individual e/ou diferentes grupos étnicos.

No presente estudo, a equação de Mifflin mostrou alta confiabilidade, mas precisão de apenas 51%, concordando com estudos anteriores [20,24,51,52,55-59] que apontaram a equação de Mifflin como a indicada para obesidade. Todavia, melhores resultados foram encontrados ao utilizar a equação proposta com base na MLG, verificado grau de confiabilidade muito forte, média das diferenças próxima de zero e maior percentual de acurácia em nível individual (71%), para ambos os sexos e dentre todas as EP avaliadas. Porém, ambas as equações diferiram estatisticamente do GER medido e requer cautela em sua utilização em nível de grupo, sendo uma boa opção quando dados de composição corporal estão disponíveis.

As EPs da FAO e Schofield diferiram do GER medido e apresentaram os maiores viéses, não sendo indicadas para a amostra estudada. Em contrapartida, estudos recentes observaram eficácia da EP da FAO/WHO/UNU [30] para indivíduos com obesidade graus 1 e 2 [20,60] mas, em indivíduos com obesidade extrema, estas equações ou as de Schofield, não foram eficazes [59]

Tendo em vista que o uso clínico das EP em obesidade ainda é controverso e que nenhuma delas avaliou as diferenças individuais com precisão, o presente estudo desenvolveu duas novas equações específicas para estimar o GER de indivíduos com obesidade graus 1 e 2. As variáveis MLG e peso atual foram melhores para explicar o GER, enquanto a adição do sexo e estatura melhoraram significativamente o ajuste do modelo. Sendo assim, foram desenvolvidas duas novas equações: (1) baseada em dados antropométricos e (2) considerando a composição corporal.

Como limitação do estudo, tem-se o tamanho amostral reduzido e desproporcional quanto ao gênero, que podem ter influenciado os resultados encontrados para $R^2$ ajustado nas duas equações. Entretanto, outros estudos que

objetivaram propor uma nova equação [18,28,35], também obtiveram a maioria dos indivíduos avaliados sendo do sexo feminino.

Em conclusão, todas as equações foram imprecisas ao estimar o GER de indivíduos com obesidade graus 1 e 2. Porém, dentre as EP avaliadas, Owen seguida de Harris-Benedict com peso ajustado e Mifflin-MLG foram as mais eficazes. As novas equações geradas são promissoras para o uso clínico, uma vez que foram desenvolvidas especificamente para esta população. Contudo, faz-se necessário testar a confiabilidade e a precisão destas por meio de estudos de validação futuros.

**Referências Bibliográficas**

[1] Poirier P, Giles TD, Bray GA, Hong Y, Stern JS, Pi-Sunyer FX, et al. Obesity and cardiovascular disease: pathophysiology, evaluation, and effect of weight loss: an update of the 1997 American Heart Association Scientific Statement on Obesity and Heart Disease from the Obesity Committee of the Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism. Circulation 2006; 113(6): 898-918.

[2] Varela-Moreiras G, Alguacil Merino LF, Alonso Aperte E, Aranceta Bartrina J, Avila Torres JM, Aznar Laín S, et al. CONSENSUS DOCUMENT AND CONCLUSIONS - Obesity and sedentarism in the 21st century: what can be done and what must be done? Nutr Hosp 2013; 28 Suppl 5: 1-12.

[3] Jensen MD, Ryan DH, Apovian CM, Ard JD, Comuzzie AG, Donato KA, et al. 2013 AHA/ACC/TOS guideline for the management of overweight and obesity in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and The Obesity Society. Circulation 2014; 129(25 Suppl 2): S102-38.

[4] Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. Lancet 2014; 384(9945): 766-81.

[5] World Health Organization (WHO). Fact sheet: Obesity and overweight, n. 311, 2017. Disponível em: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/. Acesso em: 10 de novembro de 2017.

[6] Morton GJ, Cummings DE, Baskin DG, Barsh GS, Schwartz MW. Central nervous system control of food intake and body weight. Nature 2006; 443(7109): 289-95.

[7] Guyenet SJ, Schwartz MW. Clinical review: Regulation of food intake, energy balance, and body fat mass: implications for the pathogenesis and treatment of obesity. J Clin Endocrinol Metab 2012; 97(3): 745-55.

[8] Thompson D, Karpe F, Lafontan M, Frayn K. Physical activity and exercise in the regulation of human adipose tissue physiology. Physiol Rev 2012; 92(1): 157-91.

[9] Look AHEAD Research Group. Eight-year weight losses with an intensive lifestyle intervention: the look AHEAD study. Obesity (Silver Spring) 2014; 22(1): 5-13.

[10] Sabounchi NS, Rahmandad H, Ammerman A. Best-fitting prediction equations for basal metabolic rate: informing obesity interventions in diverse populations. Int J Obes (Lond) 2013; 37(10): 1364-70.

[11] Thomas JG, Bond DS; Phelan S, Hill JO, Wing RR. Weight-loss maintenance for 10 years in the National Weight Control Registry. Am J Prev Med 2014; 46(1): 17-23.

[12] Al Saif A. Alsenany S. Aerobic and anaerobic exercise training in obese adults**.** J Phys Ther Sci 2015; 27(6): 1697-700.

[13] Delany JP, Lovejoy JC. Energy expenditure. Endocrinol Metab Clin North Am 1996; 25(4): 831-46.

[14] Astrup A, Gøtzche PC, van de Werken K, Ranneries C, Toubro S, Raben A, et al. Meta-analysis of resting metabolic rate in formerly obese subjects. Am J Clin Nutr 1999; 69(6): 1117-22.

[15] Melo CM, Tirapegui J, Ribeiro SM. Gasto energético corporal: conceitos, formas de avaliação e sua relação com a obesidade. Arq Bras Endocrinol Metab 2008; 52(3): 452-64.

[16] Wahrlich V, dos Anjos LA. Aspectos históricos e metodológicos da medição e estimativa da taxa metabólica basal: uma revisão da literatura. Cad Saude Publica 2001; 17(4): 801-17.

[17] Song T, Venkataraman K, Gluckman P, Seng CY, Meng KC, Khoo EY, et al. Validation of prediction equations for resting energy expenditure in Singaporean Chinese men. Obes Res Clin Pract 2014; 8(3): e201-98.

[18] Horie LM, Gonzalez MC, Torrinhas RS, Cecconello I, Waitzberg DL. New Specific Equation to Estimate Resting Energy Expenditure in Severely Obese Patients. Obesity (Silver Spring) 2011; 19(5): 1090-4.

[19] Lopes Rosado E, Santiago de Brito R, Bressan J, Martínez Hernández JA. Effectiveness of prediction equations in estimating energy expenditure sample of Brazilian and Spanish women with excess body weight. Nutr Hosp 2014; 29(3): 513-8.

[20] Poli VF, Sanches RB, Moraes AD, Fidalgo JP, Nascimento MA, Andrade-Silva SG, et al. Resting energy expenditure in obese women: comparison between measured and estimated values. Br J Nutr 2016; 116(7): 1306-1313.

[21] Madden AM, Mulrooney HM, Shah S. Estimation of energy expenditure using prediction equations in overweight and obese adults: a systematic review. J Hum Nutr Diet 2016; 29(4): 458-76.

[22] Compher C, Frankenfield D, Keim N, Roth-Yousey L, Evidence Analysis Working Group. Best practice methods to apply to measurement of resting metabolic rate in adults: a systematic review. J Am Diet Assoc 2006; 106(6): 881-903.

[23] Casas-Agustench P, López-Uriarte P, Bulló M, Ros E, Gómez-Flores A, Salas-Salvadó J. Acute effects of three high-fat meals with different fat saturations on energy expenditure, substrate oxidation and satiety. Clin Nutr 2009; 28(1): 39-45.

[24] Frankenfield DC. Bias and accuracy of resting metabolic rate equations in non-obese and obese adults. Clin Nutr 2013; 32(6): 976-82.

[25] Weir JB. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. J Physiol 1949; 109(1-2): 1-9.

[26] Harris JA, Benedict FG. A Biometric Study of Human Basal Metabolism. Proc Natl Acad Sci U S A 1918; 4(12): 370-3.

[27] Cunningham JJ. A reanalysis of the factors influencing basal metabolic rate in normal adults. Am J Clin Nutr 1980; 33(11): 2372-4.

[28] Bernstein RS, Thornton JC, Yang MU, Wang J, Redmond AM, Pierson RN Jr, et al. Prediction of the resting metabolic rate in obese patients. Am J Clin Nutr 1983; 37(4): 595-602.

[29] Schofield WN. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. Hum Nutr Clin Nutr 1985; 39 Suppl 1: 5-41.

[30] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) / World Health Organization (WHO) / United Nations University (UNU).
Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. World Health Organ Tech Rep Ser 1985; 724: 1-206.

[31] Owen OE, Kavle E, Owen RS, Polansky M, Caprio S, Mozzoli MA, et al. A reappraisal of caloric requirements in healthy women. Am J Clin Nutr 1986; 44(1): 1-19.

[32] Owen OE, Holup JL, D'Alessio DA, Craig ES, Polansky M, Smalley KJ, et al. A reappraisal of the caloric requirements of men. Am J Clin Nutr 1987; 46(6): 875-85.

[33] Mifflin MD, St Jeor ST, Hill LA, Scott BJ, Daugherty SA, Koh YO. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. Am J Clin Nutr 1990; 51(2): 241-7.

[34] Henry CJ. Basal metabolic rate studies in humans: measurement and development of new equations. Public Health Nutr 2005; 8(7A): 1133-52.

[35] Müller MJ, Bosy-Westphal A, Klaus S, Kreymann G, Lührmann PM, Neuhäuser-Berthold M, et al. 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. Am J Clin Nutr 2004; 80(5): 1379-90.

[36] Lazzer S, Agosti F, Silvestri P, Derumeaux-Burel H, Sartorio A. Prediction of resting energy expenditure in severely obese Italian women. J Endocrinol Invest 2007; 30(1): 20-7.

[37] Lazzer S, Agosti F, Resnik M, Marazzi N, Mornati D, Sartorio A. Prediction of resting energy expenditure in severely obese Italian males. J Endocrinol Invest 2007; 30(9): 754-61.

[38] World Health Organization (WHO). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. World Health Organ Tech Rep Ser 2003; 916: i-viii, 1-149.

[39] Segal KR, Van Loan M, Fitzgerald PI, Hodgdon JA, Van Itallie TB. Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. Am J Clin Nutr 1988; 47(1): 7-14.

[40] Gray DS, Bray GA, Germayel N, Kaplan K. Effect of obesity on bioelectrical impedance. Am J Clin Nutr 1989; 50(2): 255-60.

[41] Lukaski HC, Johnson PE, Bolonchuk WW, Lykken GI. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. Am J Clin Nutr 1985; 41(4): 810-7.

[42] Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Manuel Gómez J, et al. Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. Clinl Nutr 2004; 23(6): 1430-53.

[43] Friedwald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. Clin Chem 1972; 18(6): 499-502.

[44] Bartko JJ, Carpenter WT Jr. On the methods and theory of reliability. J Nerv Ment Dis 1976; 163(5): 307-17.

[45] Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. Lancet 1986; 1(8476): 307-10.

[46] Altman DG. Relation between two continuous variables. In: Altman DG, editor. Practical Statistics for Medical Research. London, UK: Chapman & Hall; 1996. p. 277–324.

[47] World Health Organization (WHO). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. World Health Organ Tech Rep Ser 2000; 894 i-xii, 1-253.

[48] Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editores. Anthropometric standardization reference manual**.** Abridged edition. Champaign (IL): Human Kinetics Books; 1991. 90 p.

[49] Sociedade Brasileira De Diabetes (SBD). Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes (2015-2016). São Paulo: A. C. Farmacêutica; 2016. 348 p.

[50] Faludi AA, Izar MC, Saraiva JFK, Chacra APM, Bianco H, Tria AN, et al. Atualização da Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose – 2017. Arq Bras Cardiol 2017; 109 (2 Suppl 1): 1-76.

[51] Schusdziarra V, Wolfschläger K, Hausmann M, Wagenpfeil S, Erdmann J. Accuracy of resting energy expenditure calculations in unselected overweight and obesepatients. Ann Nutr Metab 2014; 65(4): 299-309.

[52] Ruiz JR, Ortega FB, Rodríguez G, Alkorta P, Labayen I. Validity of resting energy expenditure predictive equations before and after an energy-restricted diet intervention in obese women. PLoS One 2011; 6(9): e23759.

[53] Frankenfield DC, Rowe WA, Smith JS, Cooney RN. Validation of several established equations for resting metabolic rate in obese and nonobese people. J Am Diet Assoc 2003;103(9):1152-9.

[54] Das SK, Saltzman E, McCrory MA, Hsu LK, Shikora SA, Dolnikowski G, et al. Energy expenditure is very high in extremely obese women. J Nutr 2004;134(6):1412-6.

[55] Carrasco F, Rojas P, Ruz M, Rebolledo A, Mizón C, Codoceo J, et al. [Agreement between measured and calculated by predictive formulas resting energy expenditure in severe and morbid obese women]. Nutr Hosp 2007; 22(4): 410-6. Espanhol.

[56] Dobratz JR, Sibley SD, Beckman TR, Valentine BJ, Kellogg TA, Ikramuddin S, et al. Predicting energy expenditure in extremely obese women. JPEN J Parenter Enteral Nutr 2007; 31(3): 217-27.

[57] Frankenfield DC, Roth-Yousey L, Compher C. Comparison of predictive equations for resting metabolic rate in healthy nonobese and obese adults: a systematic review. J Am Diet Assoc 2005; 105(5): 775-89.

[58] Weijs PJ. Validity of predictive equations for resting energy expenditure in US and Dutch overweight and obese class I and II adults aged 18-65 y. Am J Clin Nutr 2008; 88(4): 959-70.

[59] Weijs PJ, Vansant GA. Validity of predictive equations for resting energy expenditure in Belgian normal weight to morbid obese women. Clin Nutr 2010; 29(3): 347-51.

[60] Marra M, Cioffi I, Sammarco R, Montagnese C, Naccarato M, Amato V, et al. Prediction and evaluation of resting energy expenditure in a large group of obese outpatients. Int J Obes (Lond) 2017; 41(5): 697-705.

**Tabela 1.** Equações de predição do gasto energético de repouso, para homens e mulheres.

| Referência | | Equações de Predição | Estatística |
|---|---|---|---|
| HB | H: | GER = 66,4730 + 13,7516 P + 5,0033 E(cm) – 6,7550 I | *r* =0,86 |
| | M: | GER = 655,0955 + 9,5634 P + 1,8496 E(cm) – 4,6756 I | *r* =0,77 |
| HB-PAj | H: | GER = 66,4730 + 13,7516 PAj + 5,0033 E(cm) – 6,7550 I | |
| | M: | GER = 655,0955 + 9,5634 PAj + 1,8496 E(cm) – 4,6756 I | |
| Cunningham | | GER = 501,6 + 21,6 MLG | $R^2$ =0,70 |
| Bernstein | H: | GER = 11,02 P + 10,23 E(cm) – 5,8 I - 1032 | $R^2$ =0,45 |
| | M: | GER = 7,48 P – 0,42 E(cm) – 3,0 I + 844 | $R^2$ =0,66 |
| Bernstein-MLG | | GER = 19,02 MLG + 3,72 MG – 1,55 I + 236,7 | $R^2$ =0,68 |
| Schofield | H: | GER = (0,063 P + 2,896) x 239 (18 a 30 anos) | *r* =0,65 |
| | | GER = (0,048 P + 3,653) x 239 (30 a 60 anos) | *r* =0,60 |
| | M: | GER = (0,062 P + 2,036) x 239 (18 a 30 anos) | *r* =0,73 |
| | | GER = (0,034 P + 3,538) x 239 (30 a 60 anos) | *r* =0,68 |
| FAO | H: | GER = 15,3 P + 679 (18 a 30 anos) | *r* =0,65 |
| | | GER = 11,6 P + 879 (30 a 60 anos) | *r* =0,60 |
| | M: | GER = 14,7 P + 496 (18 a 30 anos) | *r* =0,72 |
| | | GER = 8,7 P + 829 (30 a 60 anos) | *r* =0,70 |
| Owen | H: | GER = 10,2 P + 879 | *r* =0,71 |
| | M: | GER = 7,18 P + 795 | *r* =0,74 |
| Owen-MLG | H: | GER = 22,3 MLG + 290 | *r* =0,74 |
| | M: | GER = 19,7 MLG + 334 | *r* =0,71 |
| Mifflin | | GER = 9,99 P + 6,25 E(cm) – 4,92 I + 166 S – 161 | $R^2$ =0,71 |
| Mifflin-MLG | | GER = 19,7 MLG + 413 | $R^2$ =0,64 |
| Henry | H: | GER = (0,06 P + 1,31 E(m) + 0,473) x 239 (18 a 30 anos) | *r* =0,764 |
| | | GER = (0,0476 P + 2,26 E(m) – 0,574) x 239 (30 a 60 anos) | *r* =0,756 |
| | M: | GER = (0,0433 P + 2,57 E(m) – 1,18) x 239 (18 a 30 anos) | *r* =0,724 |
| | | GER = (0,0342 P + 2,1 E(m) – 0,0486) x 239 (30 a 60 anos) | *r* =0,713 |
| Müller | | GER = (0,047 P – 0,01452 I + 1,009 S + 3,21) x 239 | $R^2$ =0,73 |
| Müller- MLG | | GER = (0,05192 MLG + 0,04036 MG + 0,869 S – 0,01181 I + 2,992) x 239 | $R^2$ =0,71 |
| Lazzer | H: | GER = (0,048 P + 4,655 E(m) – 0,020 I – 3,605) x 239 | $R^2$ =0,68 |
| | M: | GER = (0,042 P + 3,619 E(m) – 2,678) x 239 | $R^2$ =0,66 |
| Lazzer-MLG | H: | GER = (0,081 MLG + 0,049 MG – 0,019 I – 2,194) x 239 | $R^2$ =0,65 |
| | M: | GER = (0,067 MLG + 0,046 MG + 1,568) x 239 | $R^2$ =0,63 |
| Horie | | GER = 560,43 + 5,39 P + 14,14 MLG | $R^2$ =0,74 |

E, estatura, cm ou m; FAO, *Food and Agriculture Organization of the United Nations;* GER, gasto energético de repouso, kcal/dia; H, homens; HB, Harris-Benedict; I, idade, anos; IMC, índice de massa corporal, kg/m²; M, mulheres; MG, massa gorda, kg; MLG, massa livre de gordura, kg; P, peso, kg; PAj, peso ajustado, kg; S, sexo (homen,1; mulher, 0).

**Tabela 2.** Caracterização da amostra.

| | Total | Homens | Mulheres |
|---|---|---|---|
| **Variáveis antropométricas** | **n =106** | **n=36** | **n=70** |
| Idade (anos) | 31,6 ± 8,5 | 30,7 ± 9,9 | 32,1 ± 7,7 |
| Peso corporal (kg) | 94,6 ± 11,1 | 99,5 ± 7,4[b] | 92,1 ± 11,8[b] |
| Estatura (m) | 1,7 ± 0,1 | 1,7 ± 0,1[b] | 1,6 ± 0,1[b] |
| IMC (kg/m²) | 33,9 ± 3,1 | 32,5 ± 1,8[a] | 34,6 ± 3,4[a] |
| PC (cm) | 103,6 ± 9,6 | 105,0 ± 6,4 | 102,9 ± 10,8 |
| **Composição Corporal** | **n =101** | **n =31** | **n =70** |
| MG (kg) | 36,3 ± 7,7 | 29,1 ± 3,7[a] | 39,5 ± 6,7[a] |
| MG (%) | 38,6 ± 6,7 | 29,2 ± 2,4[a] | 42,8 ± 2,4 [a] |
| MLG (kg) | 58,0 ± 9,8 | 70,3 ± 4,8[a] | 52,5 ± 5,6[a] |
| MLG (%) | 61,4 ± 6,7 | 70,8 ± 2,4 [a] | 57,2 ± 2,4[a] |
| **Variáveis Laboratoriais** | **n =105** | **n =36** | **n =69** |
| Glicose (mg/dL) | 94,1 ± 20,9 | 96,3 ± 8,2[a] | 92,9 ± 25,1[a] |
| Triglicerídeos (mg/dL) | 121,3 ± 66,4 | 142,6 ± 87,0 | 110,2 ± 49,8 |
| Colesterol total (mg/dL) | 181,3 ± 33,0 | 187,0 ± 34,1 | 178,4 ± 32,2 |
| LDL-colesterol (mg/dL) | 109,7 ± 28,3 | 114,3 ± 28,8 | 107,4 ± 27,9 |
| VLDL-colesterol (mg/dL) | 24,1 ± 13,3 | 28,5 ± 17,5 | 21,8 ± 9,8 |
| HDL-colesterol (mg/dL) | 47,5 ± 10,5 | 44,3 ± 8,4[a] | 49,1 ± 11,2 [a] |

Todos os valores foram apresentados em média e desvio padrão; IMC, índice de massa corporal; HDL, *high density lipoprotein;* LDL, *low density lipoprotein*; MG, massa gorda; MLG, massa livre de gordura; PC, perímetro de cintura; VLDL, *very low density lipoprotein.* [a]Homens *vs*. mulheres, $p<0,05$, teste Mann-Whitney; [b] Homem *vs*. mulheres, $p<0,05$, teste *t* de *Student*.

**Tabela 3 .** Comparação entre o GER-EP e o GER-CI (N=101).[a,b]

| Equações | GER (kcal/d) | CCI | IC 95% (Mín.; Máx) | *P* valor* | Bias[c] e Limites de acordo (±2DP; kcal/d) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| GER-CI | 1600,9±238,4 | | | | | |
| HB | 1813,5±231,2[b] | 0,705 | (-0,157; 0,893) | <0,001 | 210 | (-100,0; 520) |
| HB-PAj | 1569,3±181,7 | 0,801 | (0,705; 0,866) | <0,001 | -38 | (-376; 301) |
| Cunningham | 1754,2±212,1[b] | 0,768 | (0,138; 0,906) | <0,001 | 153 | (-149; 456) |
| Bernstein | 1462,3±179,5[b] | 0,756 | (0,210; 0,894) | <0,001 | -145 | (-446; 155) |
| Bernstein-MLG | 1425,5±184,3[b] | 0,722 | (-0,073; 0,894) | <0,001 | -175 | (-467; 117) |
| Schofield | 1814,9±254,6[b] | 0,668 | (-0,063; 0,862) | <0,001 | 213 | (-162; 587) |
| FAO | 1835,2±246,8[b] | 0,654 | (-0,161; 0,865) | <0,001 | 233 | (-123; 588) |
| Owen | 1590,2±218,0 | 0,847 | (0,773; 0,897) | <0,001 | -13 | (-335; 308) |
| Owen-MLG | 1519,0±251,4[b] | 0,833 | (0,696; 0,901) | <0,001 | -82 | (-420; 256) |
| Mifflin | 1717,9±203,5[a] | 0,789 | (0,443; 0,898) | <0,001 | 111 | (-202; 423) |
| Mifflin-MLG | 1555,4±193,5[b] | 0,851 | (0,771; 0,902) | <0,001 | -45 | (-343; 252) |
| Henry | 1715,9±226,2[b] | 0,768 | (0,490; 0,876) | <0,001 | 109 | (-247; 464) |
| Müller | 1790,2±194,1[b] | 0,708 | (-0,122; 0,891) | <0,001 | 184 | (-114; 481) |
| Müller-MLG | 1759,0±193,1[b] | 0,750 | (0,060; 0,900) | <0,001 | 158 | (-138; 454) |
| Lazzer | 1812,4±236,5[b] | 0,709 | (-0,147; 0,894) | <0,001 | 207 | (-108; 522) |
| Lazzer-MLG | 1461,9±322,4 | -0,629 | (-1,390; -0,105) | 0,996 | -139 | (-1023; 745) |
| Horie | 1888,9±187,4[b] | 0,570 | (-0,196; 0,846) | <0,001 | 288 | (-5; 580) |

CCI, coeficiente de correlação intraclasse; CI, calorimetria indireta; DP, desvio-padrão; EP, equação de predição; FAO, *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, GER, gasto energético de repouso; HB, Harris-Benedict; IC, intervalo de confiança; MLG, massa livre de gordura; PAj, peso ajustado. *significância 1%; [a]GER-CI *vs* GER-EP, $p<0,05$, Teste *t* de *Student* pareado; [b] GER-CI *vs*. GER-EP, $p<0,05$, Teste *Wilcoxon*; [c] Bias = GER-EP – GER-CI (kcal/dia).

**Tabela 4.** Porcentagem de precisão (entre 90-110%), subestimação (menor que 90%) e superestimação (maior que 110%) do GER-CI pelas EP, na amostra total e para ambos os sexos.

| | **Total (n=101), %** | | | **Homens (n=31), %** | | | **Mulheres (n=70), %** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Equações** | **90-110** | **<90** | **>110** | **90-110** | **<90** | **>110** | **90-110** | **<90** | **>110** |
| HB | 36,63 | 0,00 | 63,37 | 79,21 | 0,00 | 20,79 | 57,43 | 0,00 | 42,57 |
| HB-PAj | 63,37 | 21,78 | 14,85 | 89,11 | 5,94 | 4,95 | 74,26 | 15,84 | 9,90 |
| Cunningham | 50,50 | 0,99 | 48,51 | 81,19 | 0,00 | 18,81 | 69,31 | 0,99 | 29,70 |
| Bernstein | 55,45 | 43,56 | 0,99 | 88,12 | 11,88 | 0,00 | 67,33 | 31,68 | 0,99 |
| Bernstein-MLG | 48,51 | 51,49 | 0,00 | 86,14 | 13,86 | 0,00 | 62,38 | 37,62 | 0,00 |
| Schofield | 40,59 | 0,99 | 58,42 | 78,22 | 0,00 | 21,78 | 62,38 | 0,99 | 36,63 |
| FAO | 36,63 | 0,00 | 63,37 | 78,22 | 0,00 | 21,78 | 58,42 | 0,00 | 41,58 |
| Owen | 64,36 | 17,82 | 17,82 | 85,15 | 2,97 | 11,88 | 79,21 | 14,85 | 5,94 |
| Owen-MLG | 57,43 | 29,70 | 12,87 | 85,15 | 2,97 | 11,88 | 72,28 | 26,73 | 0,99 |
| Mifflin | 51,49 | 2,97 | 45,54 | 84,16 | 0,00 | 15,84 | 67,33 | 2,97 | 29,70 |
| Mifflin-MLG | 71,29 | 21,78 | 6,93 | 89,11 | 6,93 | 3,96 | 82,18 | 14,85 | 2,97 |
| Henry | 53,47 | 3,96 | 42,57 | 85,15 | 0,99 | 13,86 | 68,32 | 2,97 | 28,71 |
| Müller | 39,60 | 0,00 | 60,40 | 83,17 | 0,00 | 16,83 | 56,44 | 0,00 | 43,56 |
| Müller-MLG | 46,53 | 0,00 | 53,47 | 83,17 | 0,00 | 16,83 | 63,37 | 0,00 | 36,63 |
| Lazzer | 37,62 | 0,00 | 62,38 | 80,20 | 0,00 | 19,80 | 57,43 | 0,00 | 42,57 |
| Lazzer-MLG | 36,63 | 30,69 | 32,67 | 69,31 | 30,69 | 0,00 | 67,33 | 0,00 | 32,67 |
| Horie | 21,78 | 0,00 | 78,22 | 77,23 | 0,00 | 22,77 | 41,58 | 0,00 | 58,42 |

CI, calorimetria indireta; EP, equação de predição; FAO, *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, GER, gasto energético de repouso; HB, Harris-Benedict; MLG, massa livre de gordura; PAj, peso ajustado.

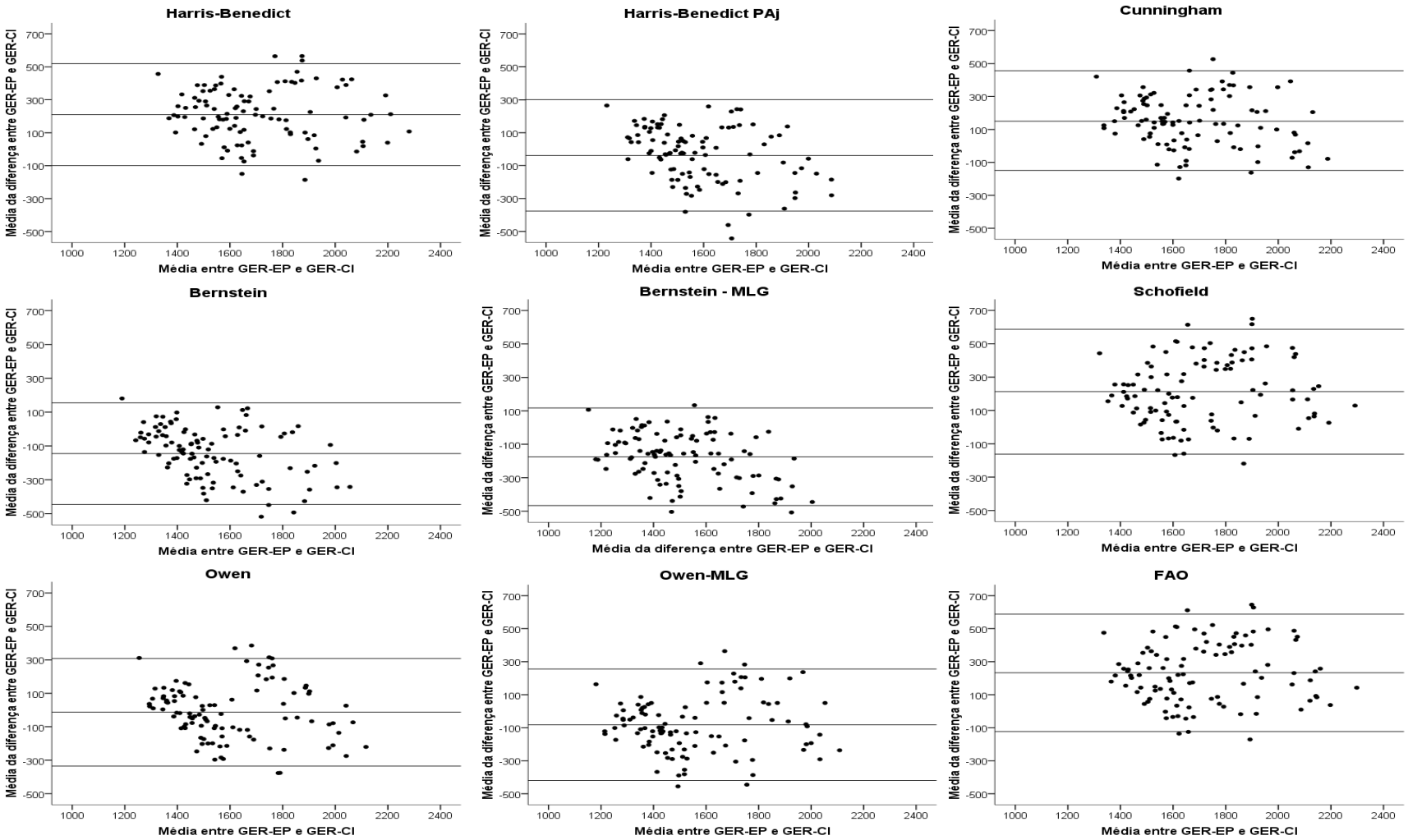


**Figura 1.** Gráficos de dispersão por método Bland-Altman mostrando a concordância e as diferenças entre o gasto energético de repouso medido por calorimetria (GER-CI) e o estimado por equações de predição (GER-EP). CI, calorimetria indireta; EP, equação de predição; FAO, *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, GER, gasto energético de repouso; HB, Harris-Benedict; MLG, massa livre de gordura; PAj, peso ajustado.

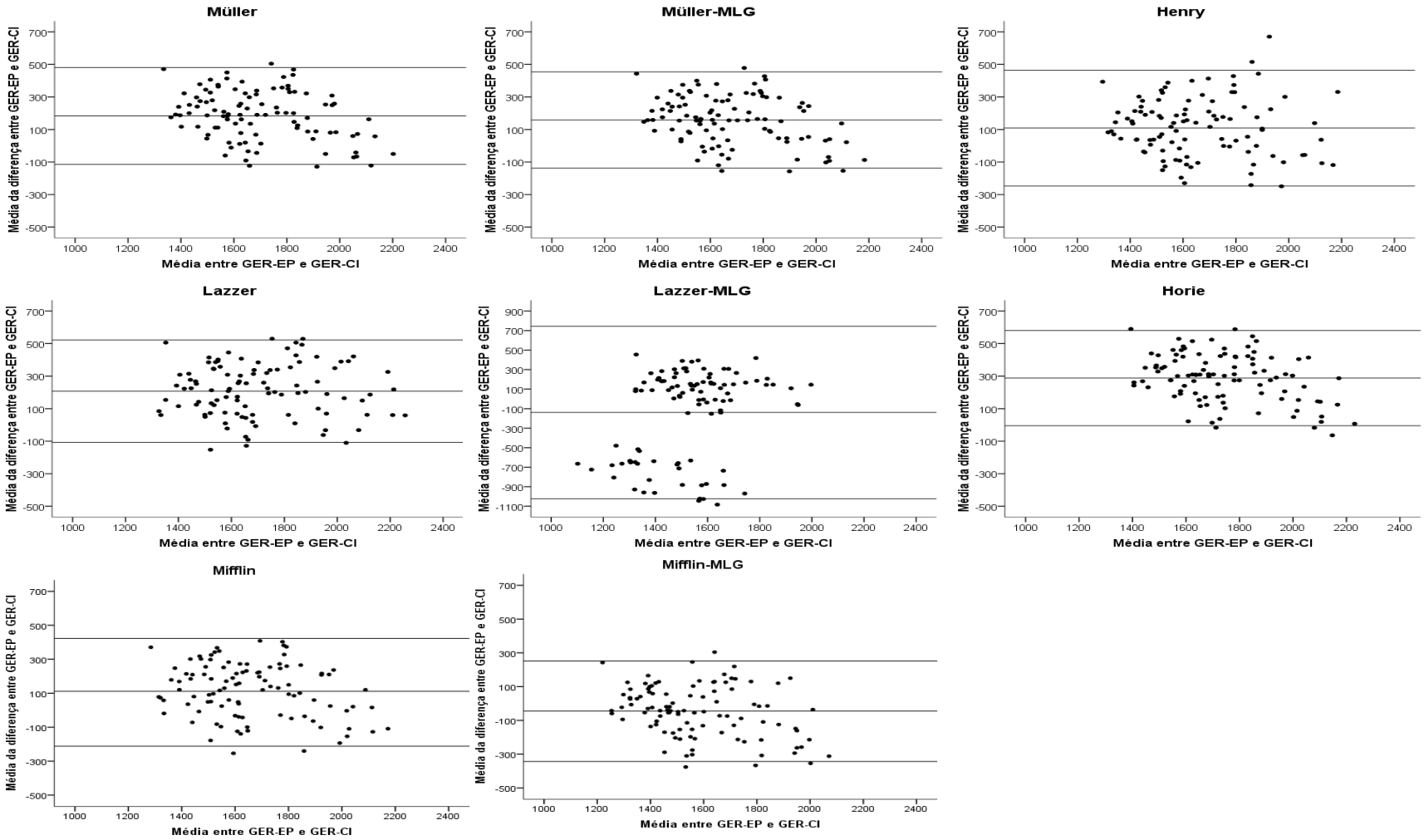


**Figura 1.** Continuação. Gráficos de dispersão por método Bland-Altman mostrando a concordância e as diferenças entre o gasto energético de repouso medido por calorimetria (GER-CI) e o estimado por equações de predição (GER-EP). CI, calorimetria indireta; EP, equação de predição; FAO, *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, GER, gasto energético de repouso; HB, Harris-Benedict; MLG, massa livre de gordura; PAj, peso ajustado.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o presente estudo foi possível verificar que nenhuma das equações avaliadas foi precisa quando comparadas à CI. Entretanto, as EP de Mifflin-MLG, Owen e Harris-Benedict com peso ajustado foram as mais eficazes.

Foi feita a proposta de duas novas equações especificamente para indivíduos com obesidade graus 1 e 2, que incluiu as variáveis sexo, idade, peso atual e MLG,

Sugere-se que as novas equações desenvolvidas sejam testadas quanto a acurácia em estimar o GER em estudos de validação futuros, principalmente neste público, contribuindo para o sucesso do seu tratamento.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ADAIR, L. S.; GORDON-LARSEN, P.; DU, S. F.; et al. The emergence of cardiometabolic disease risk in Chinese children and adults: consequences of changes in diet, physical activity and obesity. **Obes Rev**., v. 15, n. 1, p. 49-59, 2014.

ADZIKA NSATIMBA, P. A.; PATHAK, K.; SOARES, M. J. Ethnic differences in resting metabolic rate, respiratory quotient and body temperature: a comparison of Africans and European Australians. **Eur J Nutr.**, v. 55, n.5, p. 1831-1838, 2016.

ALBUQUERQUE, D.; STICE, E.; RODRIGUEZ-LÓPEZ, R.; et al. Current review of genetics of human obesity: from molecular mechanisms to an evolutionaryperspective. **Mol Genet Genomics.**, v. 290, n. 4, p. 1191-1221, 2015.

AL SAIF, A.; ALSENANY, S. Aerobic and anaerobic exercise training in obese adults**.** **J Phys Ther Sci**., v. 27, n. 6, p. 1697-1700, 2015.

ALTMAN, D. G. **Relation between two continuous variables**. In: Practical Statistics for Medical Research. Chapman & Hall: London, UK, 1996. p. 277–324.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA (ABESO). **Diretrizes brasileiras de obesidade 2016**. 4.ed. São Paulo, SP, 2016. 188 p.

ASTRUP, A.; GOTZCHE, P. C.; VAN DE WERKEN, K,; et al. Meta-analysis of resting metabolic rate in formerly obese subjects. **Am J Clin Nutr**., v. 69, n. 6, p. 1117-1122, 1999.

BARTKO, J. J.; CARPENTER, W. T. Jr. On the methods and theory of reliability. **J Nerv Ment Dis.**, v. 163, n. 5, p. 307-317, 1976.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet**., v. 1, n. 8476, p. 307-310, 1986.

BERNSTEIN, R. S.; THORNTON, J. C.; YANG, M. U.; et al. Prediction of the resting metabolic rate in obese patients. **Am J Clin Nutr.**, v. 37, n. 4, p. 595-602, 1983.

BORGES, J. H.; LANGER, R. D.; CIROLINI, V. X.; et al. Minimum Time to Achieve the Steady State and Optimum Abbreviated Period to Estimate the Resting Energy Expenditure by Indirect Calorimetry in Healthy Young Adults. **Nutr Clin Pract.**, v. 31, n. 3, 349-354, 2016.

BRAY, G. A.; BOUCHARD, C.; JAMES, W. P. T. **Handbook of Obesity**. New York (NY): Marcel Dekker, Inc; 2004. p. 446-448.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Orientações para a coleta e análise de dados antropométricos em serviços de saúde.** Norma Técnica do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional – SISVAN. Brasília: Ministério da Saúde, 2011. 76 p. (Série G. Estatística e Informação em Saúde).

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde. **Vigitel Brasil 2016: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2016**. Brasília: Ministério da Saúde, 2017. 160p.

BUTTE, N. F.; CABALLERO, B. Necessidades energéticas: avaliação e necessidades. In: Shils, M. E. et al. **Nutrição moderna na saúde e na doença.**2. ed. Barueri, SP: Manole, parte II, cap. 7, 2009. p. 147-160.

CARRASCO, F.; ROJAS, P.; RUZ, M.; et al. Agreement between measured and calculated by predictive formulas resting energy expenditure in severe and morbid obese women. **Nutr Hosp**., v. 22, n. 4, p. 410-416, 2007.

CASAS-AGUSTENCH, P.; LÓPEZ-URIARTE, P.; BULLÓ, M.; et al. Acute effects of three high-fat meals with different fat saturations on energy expenditure, substrate oxidation and satiety. **Clin Nutr.**, v. 28, n. 1, p. 39-45, 2009.

COMPHER, C.; FRANKENFIELD, D.; KEIM, N.; et al. Best practice methods to apply to measurement of resting metabolic rate in adults: a systematic review. **J Am Diet Assoc.**, v. 106, n. 6, p. 881-903, 2006.

CONN, C. A.; VAUGHAN, R. A.; GARVER, W. S. Nutritional genetics and Energy Metabolism in Human Obesity. **Curr Nutr Rep.**, v. 2, n. 3, p. 142-150, 2013.

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA (CFM). **Resolução CFM nº 2.131, de 12 de Novembro de 2015**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 jan. 2016, Seção I, p. 66. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=66&data=13/01/2016>. Acesso em: 29 out. 2017.

CUNNINGHAM, J. J. A reanalysis of the factors influencing basal metabolic rate in normal adults. **Am J Clin Nutr**., v. 33, n. 11, p. 2372-2374, 1980.

DAS, S. K.; ROBERTS, S. B.; KEHAYIAS, J. J. et al. Body composition assessment in extreme obesity and after massive weight loss induced by gastric bypass surgery. **Am J Physiol Endocrinol Metab**., v. 284, n. 6, p. e1080-1088, 2003.

DAS, S. K; SALTZMAN, E.; MCCRORY, M. A.; et al.. Energy expenditure is very high in extremely obese women. **J Nutr**., v. 134, n. 6, p. 1412-1416, 2004.

DELANY, J. P.; LOVEJOY, J. C. Energy expenditure. **Endocrinol Metab Clin North Am**, v. 25, n. 4, p. 831-846, 1996.

DEURENBERG, P.; YAP, M.; WANG, J.; et al. The impact of body build on the relationship between body mass index and percent body fat. **Int J Obes Relat Metab Disord.,** v.23, n.5, p.537-542, 1999.

DIENER, J. R. C. Calorimetria indireta. **Rev Ass Med Brasil**., v. 43, n. 3, p. 245-253, 1997.

DIONNE, I.; DESPRÉS, J. P.; BOUCHARD, C.; et al. Gender difference in the effect of body composition on energy metabolism. **International Journal of Obesity**, v. 23, n. 3, p. 312-319, 1999.

DOBRATZ, J. R.; SIBLEY, S. D.; BECKMAN, T. R.; et al. Predicting energy expenditure in extremely obese women. **JPEN J Parenter Enteral Nutr**., v. 31, n. 3, p. 217-227, 2007.

DONAHOO, W. T.; LEVINE, J. A.; MELANSON, E. L. Variability in energy expenditure and its componentes. **Curr Opin Clin Nutr Metab Care**., v. 7, n. 6, p. 599-605, 2004.

DRENOWATZ, C. Reciprocal Compensation to Changes in Dietary Intake and Energy Expenditure within the Concept of Energy Balance. **Adv Nutr**., v. 6, n. 5, p. 592-599, 2015.

FALUDI, A.A.; IZAR, M.C.O; SARAIVA, J.F.K.; et al. Atualização da Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose – 2017. **Arq. Bras. Cardiol.**, v. 109, n. 2, supl. 1, p. 1-76, 2017.

FERRANNINI, E. The theoretical bases of indirect calorimetry: a review. **Metabolism.**, v. 37, n. 3, p. 287-301, 1988.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO) / WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) / UNITED NATIONS UNIVERSITY (UNU). **Energy and protein requirements.** WHO Technical Report Series 724, Geneva: WHO, 1985.

FRANKENFIELD, D. C. Bias and accuracy of resting metabolic rate equations in non-obese and obese adults. **Clin Nutr.**, v. 32, n. 6, p. 976-982, 2013.

FRANKENFIELD, D. C.; ROTH-YOUSEY, L.; COMPHER, C. Comparison of predictive equations for resting metabolic rate in healthy nonobese and obese adults: a systematic review. **J Am Diet Assoc**., v. 105, n. 5, p. 775-789, 2005.

FRANKENFIELD, D. C.; ROWE, W. A.; SMITH, J. S.; et al. Validation of several established equations for resting metabolic rate in obese and nonobese people. **J Am Diet Assoc**., v. 103, n. 9, p. 1152-1159, 2003.

FRIEDWALD, W. T.; LEVY, R. I.; FREDRICKSON, D. S. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. **Clin Chem.**, v. 18, n. 6, p. 499-502, 1972.

GALLAGHER, D.; BELMONTE, D.; DEURENBERG, P.; et al. Organ-tissue mass measurement allows modeling of REE and metabolically active tissue mass. **Am J Physiol.**, v. 275, n. 2, p. e249-258, 1998.

GALLAGHER, D.; ALBU, J.; HE, Q.; et al. Small organs with a high metabolic rate explain lower resting energy expenditure in African American than in white adults. **Am J Clin Nutr.**, v. 85, n. 5, p. 1062-1067, 2006.

GANNON, B.; DIPIETRO, L.; POEHLMAN, E. Do African Americans have lower energy expenditure than Caucasians? **International Journal of Obesity.**, v. 24, n. 1, p. 4, 2000.

GEISLER, C.; BRAUN, W.; POURHASSAN, M.; et al. Age-Dependent Changes in Resting Energy Expenditure (REE): Insights from Detailed Body Composition Analysis in Normal and Overweight Healthy Caucasians. **Nutrients.**, v. 8, n. 6, p. e322, 2016.

GIORDANO, A.; SMORLESI, A.; FRONTINI, A.; et al. White, brown and pink adipocytes: the extraordinary plasticity of the adipose organ. **Eur J Endocrinol**., v. 170, n. 5, p. 159-171, 2014.

GRAY, D. S.; BRAY, G. A.; GEMAYEL, N.; et al. Effect of obesity on bioelectrical impedance. **Am J Clin Nutr.**, v. 50, n. 2, p. 255-260, 1989.

GUYENET, S.J.; SCHWARTZ, M. W. Regulation of Food Intake, Energy Balance, and Body Fat Mass: Implications for the Pathogenesis and Treatment of Obesity. **J Clin Endocrinol Metab.**, v. 97, n.3, p.745-755, 2012.

GUPTA, R. D.; RAMACHANDRAN, R.; VENKATESAN, P.; et al. Indirect Calorimetry: From Bench to Bedside. **Indian J Endocrinol Metab.**, v. 21, n. 4, p. 594-599, 2017.

HARRIS, J, A.; BENEDICT, F. G. A Biometric Study of Human Basal Metabolism. **Proc Natl Acad Sci U S A**., v. 4, n. 12, p. 370-373, 1918.

HARMS, M.; SEALE, P. Brown and beige fat: development, function and therapeutic potential. **Nat Med.**, v. 19, n. 10, p. 1252-1263, 2013.

HENRY, C. J. Basal metabolic rate studies in humans: measurement and development of new equations. **Public Health Nutr.**, v. 8, n. 7A, p.1133-1152, 2005.

HERRERA, B.M.; KEILDSON, S.; LINDGREN, C.M. Genetics and epigenetics of obesity. **Maturitas.**, v. 69, n. 1, p. 41-49, 2011.

HEYMSFIELD, S. B.; GALLAGHER, D.; KOTLER, D. P.; et al. Body-size dependence of resting energy expenditure can be attributed to nonenergetic homogeneity of fat-free mass. **Am J Physiol Endocrinol Metab**., v. 282, n. 1, p. 132-138, 2002.

HILL, J. O.; CATENACCI, V. A.; WYATT, H. R. Obesidade: etiologia. In: Shils, M. E. et al. **Nutrição moderna na saúde e na doença.** 2. ed. Barueri, SP: Manole, parte V. cap. 63, 2009. p. 1088-1105.

HILL, J. O.; WYATT, H. R.; PETERS, J. C. Energy balance and obesity. **Circulation.**, v. 126, n. 1, p. 126-132, 2012.

HIRSCH, K. R.; SMITH-RYAN, A. E.; BLUE, M. N. M.; et al. Influence of segmental body composition and adiposity hormones on resting metabolic rate and substrate utilization in overweight and obese adults**. J Endrocrinol Invest.**, v. 40, n. 6, p. 635-643, 2017.

HORIE, L. M.; GONZALEZ, M. C.; TORRINHAS, R. S.; et al. New Specific Equation to Estimate Resting Energy Expenditure in Severely Obese Patients. **Obesity (Silver Spring).**, v. 19, n. 5, p. 1090-1094, 2011.

IKRAMUDDIN, S.; BILLINGTON, C. J.; LEE, W. J.; et al. Bypass gástrico Roux-en-Y para diabetes (o estudo sobre a cirurgia de diabetes): resultados de 2 anos de um estudo controlado randomizado de 5 anos. **Lancet Diabetes Endocrinol.**, v. 3, n. 7, p. 413-422, 2015.

JAVED, F.; HE, Q.; DAVIDSON, L. E.; et al. Brain and high metabolic rate organ mass: contributions to resting energy expenditure beyond fat-free mass. **Am J Clin Nutr**., v. 91, n. 4, p. 907-912, 2010.

JENSEN, M. D.; et al. 2013. AHA/ACC/TOS Guideline for the Management of Overweight and Obesity in Adults: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and The Obesity Society. **Circulation**., vol. 129, n. 25 (suppl. 2), p. S102-38, 2014.

JÉQUIER, E.; ACHESON, K.; SCHUTZ, Y. Assessment of energy expenditure and fuel utilization in man. **Ann Rev Nutr.**, v. 7, p. 187-208, 1987.

KRENITSKY, J. Adjusted Body Weight, Pro: Evidence to Support the Use of Adjusted Body Weight in Calculating Calorie Requirements. **Nutr Clin Pract**., v. 20, n. 4, p. 468-473, 2005.

KYLE, U. G.; BOSAEUS, I.; DE LORENZO, A. D.; et al. Bioelectrical impedance analysis—part II: utilization in clinical practice. **Clinl Nutr.**, v. 23, n. 6, p. 1430-1453, 2004.

LAZZER, S.; AGOSTI, F.; RESNIK, M.; et al. Prediction of resting energy expenditure in severely obese Italian males. **J Endocrinol Invest**., v. 30, n. 9, p.754-761, 2007a.

LAZZER, S.; AGOSTI, F.; SILVESTRI, P.; et al. Prediction of resting energy expenditure in severely obese Italian women. **J Endocrinol Invest**., v. 30, n. 1, p.20-27, 2007b.

LISKA, D.; DUFOUR, S.; ZERN, T. L.; et al. Interethnic differences in muscle, liver and abdominal fat partitioning in obese adolescents. **PLoS One**., v. 2, n. 6, p.569, 2007.

LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. **Anthropometric standardization reference manual.** Abridged edition, Champaign: Human Kinetics Books, 1991. 90 p.

LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. **Anthropometric standardization reference manual.** Champaign: Human Kinetics Books, 1988. 177 p.

LUKASKI, H. C.; JOHNSON, P. E.; BOLONCHUK, W. W.; et al. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. **Am J Clin Nutr.**, v. 41, n. 4, p. 810-817, 1985.

LUKE, A.; DUGAS, L.; KRAMER, H. Ethnicity, energy expenditure and obesity: are the observed black/white differences meaningful? **Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.**, v. 14, n. 4, p. 370-373, 2007.

MADDEN, A. M.; MULROONEY, H. M.; SHAH, S. Estimation of energy expenditure using prediction equations in overweight and obese adults: a systematic review. **J Hum Nutr Diet**., v. 29, n. 4, p. 458-476, 2016.

MANINI, T. M. Energy expenditure and aging. **Ageing Research Reviews.**, v. 9, n. 1, p. 1-11, 2010.

MANNAN, M.; MAMUN, A.; DOI, S.; et al. Is there a bi-directional relationship between depression and obesity among adult men and women? Systematic review and bias-adjusted meta analysis. **Asian J Psychiatr**., v. 21, p. 51-66, 2016.

MARRA, M.; CIOFFI, I.; SAMMARCO, R.; et al. Prediction and evaluation of resting energy expenditure in a large group of obese outpatients. **Int J Obes (Lond)**., v. 41, n. 5, p. 697-705, 2017.

MATARESE, L. E. Indirect calorimetry: technical aspects. **J Am Diet Assoc.**, v. 97, suppl. 2, p. S154-S160, 1997.

MCMURRAY, R. G.; SOARES, J.; CASPERSEN, C. J.; et al. Examining variations of resting metabolic rate of adults: a public health perspective**. Med Sci Sports Exerc**., v. 46, n. 7, p. 1352-1358, 2014.

MELO, C. M.; TIRAPEGUI, J.; RIBEIRO, S. M. Gasto energético corporal: conceitos, formas de avaliação e sua relação com a obesidade. **Arq Bras Endocrinol Metab.**, v. 52, n. 3, p. 452-464, 2008.

MIFFLIN, M. D.; ST JEOR, S. T.; HILL, L. A.; et al. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. **Am J Clin Nutr.,** v. 51, n. 2, p.241-247, 1990.

MISHRA, A. K.; DUBEY, V.; GHOSH, A. R. Obesity: An overview of possible role(s) of gut hormones, lipid sensing and gut microbiota. **Metabolism.**, v. 65, n. 1, p.48-65, 2016.

MORTON, G. J.; CUMMINGS, D. E.; BASKIN, D. G.; et al. Central nervous system control of food intake and body weight. **Nature.**, v. 443, n. 7109, p. 289-295, 2006.

MOZAFFARIAN D.; HAO T.; RIMM, E. B.; et al. Changes in diet and lifestyle and long-term weight gain in women and men. **The new england journal of medicine.**, v. 364, n. 25, p.2392-2404, 2011.

MÜLLER, M. J.; BOSY-WESTPHAL, A.; KLAUS, S.; et al. 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. **Am J Clin Nutr.**, v. 80, n. 5, p. 1379-1390, 2004.

MÜNZBERG, H.; QUALLS-CREEKMORE, E.; BERTHOUD, H. R.; et al. Neural Control of Energy Expenditure. **Handb Exp Pharmacol**., v. 233, p. 173-94, 2016.

NG, M.; FLEMING, T.; ROBINSON, M.; et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. **Lancet**., v. 384, p. 766–781, 2014.

NOOKAEW, I.; SVENSSON, P.; JACOBSON, P.; et al. Adipose tissue resting energy expenditure and expression of genes involved in mitocondrial function are higher in women than in men. **J Clin Endocrinol Metab**., v. 98, n. 2, p. 370-378, 2013.

OWEN, O. E.; KAVLE, E.; OWEN, R. S.; et al. A reappraisal of caloric requirements in healthy women. **Am J Clin Nutr**., v. 44, n. 1, p.1-19, 1986.

OWEN, O. E.; HOLUP, J. L.; D'ALESSIO, D. A.; et al. A reappraisal of the caloric requirements of men. **Am J Clin Nutr.,** v. 46, n. 6, p.875-885, 1987.

PETERLI, R.; WÖLNERHANSSEN, B. K.; VETTER, D.; et al. Laparoscopic Sleeve Gastrectomy Versus Roux-Y-Gastric Bypass for Morbid Obesity-3-Year Outcomes of the Prospective Randomized Swiss Multicenter Bypass Or Sleeve Study (SM-BOSS). **Ann Surg.**, v. 265, n. 3, p. 466-473, 2017.

PIGEYRE, M.; YAZDI, F. T.; KAUR, Y. Recent progress in genetics, epigenetics and metagenomics unveils the pathophysiology of human obesity. **Clin Sci (Lond).**, v. 130, n. 12, p. 943-986, 2016.

PINHO, A. P.; BRUNETTI, I. L.; PEPATO, M. T.; et al. Síndrome metabólica em adolescentes do sexo feminino com sobrepeso e obesidade. **Revista Paulista de Pediatria.**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 51- 56, 2012.

POIRIER, P.; GILES, T. D.; BRAY, G. A.; et al. Obesity and cardiovascular disease: pathophysiology, evaluation, and effect of weight loss: an update of the 1997 American Heart Association Scientific Statement on Obesity and Heart Disease from the Obesity Committee of the Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism. **Circulation**. v. 113, n. 6, p. 898-918, 2006.

POLI, V. F.; SANCHES, R. B.; MORAES, A. D.; et al. Resting energy expenditure in obese women: comparison between measured and estimated values. **Br J Nutr.**, v. 116, n. 7, p.1306-1313, 2016.

PONTES, A. G.; REHME, M. F. B.; MARTINS, A. M. V. C.; et al. Resistência à insulina em mulheres com síndrome dos ovários policísticos: relação com as variáveis antropométricas e bioquímicas. **Rev. Bras. Ginecol. Obstet**., Rio de Janeiro, v. 34, n. 2, p. 74-79, 2012.

QUEIROZ, J. C. F.; et al . Controle da adipogênese por ácidos graxos. **Arq Bras Endocrinol Metab.**, São Paulo, v. 53, n. 5, p. 582-594, 2009.

QUIROZ-OLQUÍN, G.; SERRALDE-ZÚÑIGA, A. E.; SALDAÑA-MORALES, M. V.; et al. Validating an energy expenditure prediction equation in overweight and obese Mexican patients. **Nutr Hosp**., v. 20, n. 4, p. 749-755, 2014.

ROSADO, E. L.; BRITO, R. S.; BRESSAN, J.; et al. Effectiveness of prediction equations in estimating energy expenditure sample of Brazilian and Spanish women with excess body weight. **Nutr Hosp.**, v. 29, n. 3, p. 513-518, 2014.

RUIZ, J. R.; ORTEGA, F. B.; RODRÍGUEZ, G.; et al. Validity of resting energy expenditure predictive equations before and after an energy-restricted diet intervention in obese women. **PLoS One.**, v. 6, n. 9, p. e23759, 2011.

SABOUNCHI, N. S.; RAHMANDAD, H.; AMMERMAN, A. Best-fitting prediction equations for basal metabolic rate: informing obesity interventions in diverse populations. **Int J Obes (Lond).**, v. 37, n. 10, p. 1364-1370, 2013.

SCHEITHAUER, T. P.; DALLINGA-THIE, G. M.; VOS, W.M.; et al. Causality of small and large intestinal microbiota in weight regulation and insulin resistance. **Mol Metab.,** v. 5, n. 9, p. 759-770, 2016.

SCHOFIELD, W. N. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. **Hum Nutr Clin Nutr**., v. 39c, suppl. 1, p. 5-41, 1985.

SCHUSDZIARRA, V.; WOLFSCHLÄGER, K.; HAUSMANN, M.; et al. Accuracy of resting energy expenditure calculations in unselected overweight and obesepatients. **Ann Nutr Metab**., v. 65, n. 4, p. 299-309, 2014.

SEDLOCK, D. A.; FISSINGER, J. A.; MELBY, C. L.. Effect of exercise intensity and duration on postexercise energy expenditure. **Medicine and Science in Sports and Exercise.**, v. 21, n. 6, p. 662-666, 1989.

SEGAL, K. R. et al. Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. **Am J Clin Nutr.**, v. 47, n. 1, p. 7-14, 1988.

SERRA-MAJEM, L.; BAUTISTA-CASTAÑO, I. Etiology of obesity: two “key issues” and other emerging factors. **Nutr Hosp.**, v. 28, supl. 5, p. 32-43, 2013.

SONG , L. L.; VENKATARAMAN, K.; GLUCKMAN, P.; et al. Smaller size of high metabolic rate organs explains lower resting energy expenditure in Asian-Indian Than Chinese men. **Int J Obes (Lond).**, v. 40, n. 4, p. 633-638, 2016.

SONG, T.; VENKATARAMAN, K.; GLUCKMAN, P. et al. Validation of prediction equations for resting energy expenditure in Singaporean Chinese men. **Obes Res Clin Pract**., v. 8, n. 3, p. 201-298, 2014.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (SBD). **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes (2015-2016)**. São Paulo: A. C. Farmacêutica, 2016. 348 p.

SZÉKELY, M. The vagus nerve in thermoregulation and energy metabolismo. **Autonomic Neuroscience.**, v. 85, n. 1, p. 26-38, 2000.

TEEDE, H.; DEEKS, A.; MORAN, L. Polycystic ovary syndrome: a complex condition with psychological, reproductive and metabolic manifestations that impacts on health across the lifespan. **BMC Medicine.**, v. 8, p. 41, 2010.

THOMAS, J.G.; BOND, D.S.; PHELAN, S.; et al. Weight-loss maintenance for 10 years in the National Weight Control Registry. **Am. J. Prev. Med**., v. 46, n. 1, p.17-23, 2014.

THOMPSON, D.; KARPE, F.; LAFONTAN, M.; et al. Physical activity and exercise in the regulation of human adipose tissue physiology. **Physiol. Rev**., v. 92, n.1, p. 157-191, 2012.

TOTH, M. J.; POEHLMAN, E. T. Effects of exercise on daily energy expenditure. **Nutr Rev**., v. 54, n. 4, p. 140-148, 1996.

VARELA-MOREIRAS, G. et al. Consensus documentand conclusions. Obesity and sedentarism in the 21st century: what can be done and what must be done? **Nutr Hosp.**, v. 28, Supl. 5, p. 1-12, 2013.

WADDEN, T. A.; BANTLE, J. P.; BLACKBURN, G. L.; et al. Eight-year weight losses with an intensive lifestyle intervention: the look AHEAD study. **Obesity (Silver Spring).**, v. 22, n. 1, p. 5-13, 2014.

WAHRLICH, V.; ANJOS, L. A. Aspectos históricos e metodológicos da medição e estimativa da taxa metabólica basal: uma revisão da literatura. **Cad Saude Publica.**, v. 17, n. 4, p. 801-817, 2001.

WANG, Z. High Ratio of Resting Energy Expenditure to Body Mass in Childhood and Adolescence: A Mechanistic Model. **Am J Hum Biol**., v. 24, p. 460-467, 2012.

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

WEIJS, P. J. Validity of predictive equations for resting energy expenditure in US and Dutch overweight and obese class I and II adults aged 18-65 y. **Am J Clin Nutr.**, v. 88, n. 4, p. 959-970, 2008.

WEIJS, P. J.; VANSANT, G. A. Validity of predictive equations for resting energy expenditure in Belgian normal weight to morbid obese women. **Clin Nutr.,** v. 29, n. 3, p. 347-351, 2010.

WILLIS, E. A.; HERRMANN, S. D.; PTOMEY, L. T.; et al. Predicting resting energy expenditure in young adults. **Obes Res Clin Pract.**, v. 10, n. 3, p.304-314, 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Fact sheet: Obesity and overweight,** n. 311, 2017. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>. Acesso em: 10 de novembro de 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Obesity: preventing and managing the global epidemic.** Report of a World Health Organization Consultation. Geneva: WHO, 2000. 256 p. (WHO Obesity Technical Report Series, n. 284).

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases.** Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. Geneva: WHO, 2003. 160 p**. (**WHO Technical Report Series, n. 916).

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Obesity: preventing and managing the global epidemic.** Geneva: WHO, 2004.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Physical status: the use and interpretation of anthropometry**. Geneva: WHO, 1995.

WRIGHT, T. G.; DAWSON, B.; JALLEH, G.; et al. Accuracy of resting metabolic rate prediction in overweight and obese Australian adults. **Obes Res Clin Pract.**, v. 10, suppl. 1, p. s74-s83, 2016.

**ANEXO A –** Pareceres do Comitê de Ética em Pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Hospital Universitário Clementino Fraga Filho
Faculdade de Medicina
Comitê de Ética em Pesquisa - CEP

PARECER CONSUBSTANCIADO Nº. 778/10

I – Identificação:

- Protocolo nº. 072/10 – CEP
- Título do projeto: "Influência da qualidade dos lipídios da dieta no metabolismo energético, apetite, perda de peso, composição corporal, resistência à insulina e expressão dos genes PPAR alfa e PPAR gama 2 em mulheres obesas".
- Pesquisador responsável: Drª Eliane Lopes Rosado
- Instituição onde se realizará: Instituto de Nutrição Josué de Castro/UFRJ
- Data de apresentação ao CEP: 26/10/2010

II – Objetivos:

Avaliar a influência da qualidade dos lipídios da dieta no metabolismo energético, apetite, perda de peso, composição corporal, resistência à insulina (RI) e expressão dos genes PPAR alfa e PPAR gama 2 em mulheres obesas.

III - Sumário do projeto:

- Descrição e caracterização da amostra: Serão avaliadas 30 mulheres adultas, entre 20 e 49 anos, obesas, de qualquer cor ou raça.

Critérios de inclusão: Mulheres com índice de massa corporal (IMC) superior a 30 kg/m$^2$ (OMS, 1998), no período pré-menopausa, com ausência de perda de peso superior a três quilogramas nos últimos três meses, sem os alelos variantes nos genes PPAR gama (V162) e PPAR gama 2 (A12).

- Critérios de exclusão: Serão considerados como critérios de exclusão o diagnóstico prévio de diabetes mellitus, cardiopatias, hipertensão arterial sistêmica, nefropatia, doença tireoidiana auto-imune, gastrointestinais, infecciosos ou câncer, gestação, lactação, tabagismo, uso de hipolipemiantes e/ou hipoglicemiantes, bem como fármacos e/ou dietas para perda de peso, ou que apresentem distúrbios visuais que impeçam o preenchimento da Escala de Analogia Visual (EAV).
- Adequação da metodologia: Será realizado estudo de intervenção em curto e longo prazo, randomizado e simples cego. Após a seleção, serão agendadas consultas individuais no Laboratório de Avaliação Nutricional (LANUTRI) do Instituto de Nutrição Josué de Castro (INJC) da UFRJ, para esclarecimentos em relação ao estudo, assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, preenchimento do questionário de dados gerais, orientações para as avaliações metabólicas, avaliação de preferências alimentares e prescrição da dieta padrão, a qual deverá ser utilizada durante os três dias que antecederem ao ensaio clínico. No dia do ensaio clínico, serão realizadas avaliações antropométricas, da composição corporal, metabólica (calorimetria indireta) e do apetite, coleta de sangue (glicemia e lipemia) e de tecido adiposo subcutâneo (TAS) (análise da expressão gênica), em jejum. Será feita a randomização para as refeições hiperlipídicas ricas em ácidos graxos polinsaturados (AGPI) (G1), monoinsaturados (AGMI) (G2) ou saturados (AGS) (G3). O apetite será avaliado imediatamente após a refeição e aos 30, 90, 210 e 300 minutos subseqüentes. O metabolismo energético pós-prandial será avaliado por 5 horas, seguindo coleta de sangue e almoço ad libitum para avaliação da satisfação. Ao final, será prescrita dieta rica em AGPI (G1), AGMI (G2) ou controle (G3) que será utilizada por 30 dias, quando serão avaliados parâmetros antropométricos, da composição corporal e metabólico, além de coleta de sangue e de TAS.
- Adequação de Condições: As condições existentes na instituição são satisfatórias para a execução do estudo proposto.

IV – Comentários do relator:

Trata-se de cumprimento de exigência onde o pesquisador cumpriu devidamente as pendências no projeto e no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Consideramos o projeto aprovado.

V – Parecer do CEP:

"APROVADO"

VI – Data da reunião:

08/11/2010

Profª. Alice Helena Dutra Violante
Coordenadora do CEP

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO
CLEMENTINO FRAGA FILHO
((HUCFF/ UFRJ))

## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Avaliação do consumo de farinha de chia (Salvia hispanica L.) no peso e gordura corporal, gasto de energia pelo corpo e risco de doença cardiovascular em mulheres com obesidade.

**Pesquisador:** LAURA SAMPAIO QUARESMA

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 38103014.1.0000.5257

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

**Patrocinador Principal:** FUN CARLOS CHAGAS F. DE AMPARO A PESQUISA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - FAPERJ

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 962.472

**Data da Relatoria:** 11/02/2015

**Apresentação do Projeto:**

Protocolo 248-14. Respostas recebidas em 28.1.2015.

Foram anexados os seguintes documentos entre 21.01.2015 e 28.01.2015:

1) Informações Básicas do Projeto.

2) Carta Resposta às Pendências.

3) Projeto de Pesquisa.

4) Cálculo amostral.

5) Cartaz.

6) Cronograma.

**Endereço:** Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255 Sala 01D-46
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 21.941-913
**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
**Telefone:** (21)3938-2480 **Fax:** (21)3938-2481 **E-mail:** cep@hucff.ufrj.br

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO
CLEMENTINO FRAGA FILHO
((HUCFF/ UFRJ))

Continuação do Parecer: 962.472

**Situação do Parecer:**
Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**
Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**
1. De acordo com o item X.1.3.b, da Resolução CNS n.º 466/12, o pesquisador deverá apresentar relatórios semestrais que permitam ao CEP acompanhar o desenvolvimento dos projetos.

2. Eventuais emendas (modificações) ao protocolo devem ser apresentadas, com justificativa, ao CEP, de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada.

RIO DE JANEIRO, 24 de Fevereiro de 2015

**Assinado por:**
**Carlos Alberto Guimarães**
**(Coordenador)**

**Endereço:** Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco Nº255 Sala 01D-46
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 21.941-913
**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
**Telefone:** (21)3938-2480 **Fax:** (21)3938-2481 **E-mail:** cep@hucff.ufrj.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Hospital Universitário Clementino Fraga Filho
Faculdade de Medicina
Comitê de Ética em Pesquisa - CEP

CEP - MEMO – n.º 071/11

Rio de Janeiro, 25 de fevereiro de 2011.

Do: Coordenador do CEP

A (o): Sr. (a) Pesquisador (a): Profª. Eliane Lopes Rosado

Assunto: Parecer sobre projeto de pesquisa.

Sr. (a) Pesquisador (a),

Informo a V. S.a. que o CEP constituído nos Termos da Resolução n.º 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e, devidamente registrado na Comissão Nacional de Ética em Pesquisa, recebeu, analisou e emitiu parecer sobre a documentação referente ao protocolo de pesquisa páginas 001 a 031 e seu respectivo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme abaixo discriminado:

Protocolo de Pesquisa: 160/10 – CEP

Título: "Regulação do balanço energético, glicemia, insulinemia e trigliceridemia pós-prandiais pelos lipídios dietéticos, em mulheres obesas com diabetes mellitus tipo 2".

Pesquisador (a) responsável: Profª. Eliane Lopes Rosado

Data de apreciação do parecer: 10/02/2011

Parecer: "APROVADO"

Informo ainda, que V. Sa. deverá apresentar relatório semestral, previsto para 10/08/2011, anual e/ou relatório final para este Comitê acompanhar o desenvolvimento do projeto. (item VII. 13.d., da Resolução n. º 196/96 – CNS/MS).

Atenciosamente,

Prof. Carlos Alberto Guimarães
Coordenador do CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Hospital Universitário Clementino Fraga Filho
Faculdade de Medicina
Comitê de Ética em Pesquisa - CEP

CEP - MEMO – n.º 068/11

Rio de Janeiro, 25 de fevereiro de 2011.

Do: Coordenador do CEP

A (o): Sr. (a) Pesquisador (a): Drª Eliane Lopes Rosado

Assunto: Parecer sobre projeto de pesquisa.

Sr. (a) Pesquisador (a),

Informo a V. S.a. que o CEP constituído nos Termos da Resolução n.º 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e, devidamente registrado na Comissão Nacional de Ética em Pesquisa, recebeu, analisou e emitiu parecer sobre a documentação referente ao protocolo de pesquisa páginas 001 a 024 e seu respectivo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme abaixo discriminado:

Protocolo de Pesquisa: 151/10 - CEP

Título: "Regulação da composição corporal, lipemia, glicemia e metabolismo energético pelos lipídios da dieta, em homens obesos".

Pesquisador (a) responsável: Drª Eliane Lopes Rosado

Data de apreciação do parecer: 10/02/2011

Parecer: "APROVADO"

Informo ainda, que V. Sa. deverá apresentar relatório semestral, previsto para 10/08/2011, anual e/ou relatório final para este Comitê acompanhar o desenvolvimento do projeto. (item VII. 13.d., da Resolução n. º 196/96 – CNS/MS).

Atenciosamente,

Prof. Carlos Alberto Guimarães
Coordenador do CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Hospital Universitário Clementino Fraga Filho
Faculdade de Medicina
Comitê de Ética em Pesquisa - CEP

CEP - MEMO – n.º 1140/11

Rio de Janeiro, 30 de dezembro de 2011.

Do: Coordenador do CEP

A (o): Sr. (a) Pesquisador (a): Eliane Lopes Rosado

Assunto: Parecer sobre projeto de pesquisa.

Sr. (a) Pesquisador (a),

Informo a V. S.a. que o CEP constituído nos Termos da Resolução n.º 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e, devidamente registrado na Comissão Nacional de Ética em Pesquisa, recebeu, analisou e emitiu parecer sobre a documentação referente ao protocolo de pesquisa páginas 001 a 028 e seu respectivo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme abaixo discriminado:

Protocolo de Pesquisa: 088/11 - CEP

Título: "Dieta hiperprotéica e sua influência no metabolismo energético, perda de peso, composição corporal, lipemia e glicemia em homens obesos".

Pesquisador (a) responsável: Eliane Lopes Rosado

Data de apreciação do parecer: 22/12/2011

Parecer: "APROVADO"

Informo ainda, que V. Sa. deverá apresentar relatório anual, previsto para 22/06/2012, anual e/ou relatório final para este Comitê acompanhar o desenvolvimento do projeto. (item VII. 13.d., da Resolução n. º 196/96 – CNS/MS).

Atenciosamente,

Prof. Carlos Alberto Guimarães
Coordenador do CEP