

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**Escola de Enfermagem**

**Programa de Pós-graduação em Nutrição e Saúde**

Patrícia de Moura Domingues

**ACURÁCIA DE UMA NOVA FÓRMULA PREDITIVA DE GASTO ENERGÉTICO  
EM REPOUSO PARA MULHERES COM SOBREPESO E OBESIDADE DURANTE  
INTERVENÇÃO PARA PERDA DE PESO.**

Belo Horizonte

2020

Patrícia de Moura Domingues

**ACURÁCIA DE UMA NOVA FÓRMULA PREDITIVA DE GASTO ENERGÉTICO  
DE REPOUSO PARA MULHERES COM SOBREPESO E OBESIDADE DURANTE  
INTERVENÇÃO PARA PERDA DE PESO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde da Escola de Enfermagem da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Nutrição e Saúde. Linha de pesquisa: Nutrição Clínica e Experimental

Orientadora: Prof. Dra. Adaliene Versiani Matos Ferreira

Coorientadora: Dra. Ana Maria dos Santos Rodrigues

Belo Horizonte

2020

Domingues, Patrícia de Moura.

D671a Acurácia de uma nova fórmula preditiva de gasto energético em repouso para mulheres com sobrepeso e obesidade durante intervenção para perda de peso [manuscrito]. / Patrícia de Moura Domingues. - - Belo Horizonte: 2020.

74f.: il.

Orientador (a): Adaliene Versiani Matos Ferreira.

Coorientador (a): Ana Maria dos Santos Rodrigues.

Área de concentração: Nutrição e Saúde.

Dissertação (mestrado): Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Enfermagem.

1. Metabolismo Energético. 2. Perda de Peso. 3. Dieta. 4. Obesidade. 5. Dissertação Acadêmica. I. Ferreira, Adaliene Versiani Matos. II. Rodrigues, Ana Maria dos Santos. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Enfermagem. IV. Título.

NLM: QU 125

Bibliotecário responsável: Fabian Rodrigo dos Santos CRB-6/2697

**ATA DE NÚMERO 60 (SESSENTA) DA SESSÃO DE ARGUIÇÃO E DEFESA DA DISSERTAÇÃO APRESENTADA PELA CANDIDATA PATRÍCIA DE MOURA DOMINGUES PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM NUTRIÇÃO E SAÚDE.**

Aos 23 (vinte e três) dias do mês de outubro de dois mil e vinte, às 15:00 horas, realizou-se por meio de videoconferência, a sessão pública para apresentação e defesa da dissertação "**ACURÁCIA DE UMA NOVA FÓRMULA PREDITIVA DE GASTO ENERGÉTICO EM REPOUSO PARA MULHERES COM SOBREPESO E OBESIDADE DURANTE INTERVENÇÃO PARA PERDA DE PESO**", da aluna **Patrícia de Moura Domingues**, candidata ao título de "Mestre em Nutrição e Saúde", linha de pesquisa "Nutrição Clínica e Experimental". A Comissão Examinadora foi constituída pelas professoras doutoras Adaliene Versiani Matos Ferreira, Ana Maria dos Santos Rodrigues, Luana Caroline dos Santos e Laís Bhering Martins, sob a presidência da primeira. Abrindo a sessão, a Senhora Presidente da Comissão, após dar conhecimento aos presentes do teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra à candidata para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores com a respectiva defesa da candidata. Logo após, a Comissão se reuniu sem a presença da candidata, para julgamento e expedição do seguinte resultado final:

- APROVADO;*  
 *APROVADO COM AS MODIFICAÇÕES CONTIDAS NA FOLHA EM ANEXO;*  
 *REPROVADO.*

O resultado final foi comunicado à candidata pela Senhora Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, eu, Adaliene Versiani Matos Ferreira, Presidente da Comissão Examinadora, lavrei a presente Ata, que depois de lida e aprovada será assinada por mim e pelos membros da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 23 de outubro de 2020.

Profª. Drª. Adaliene Versiani Matos Ferreira  
Presidente (UFMG)



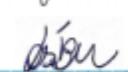
Profª. Drª. Ana Maria dos Santos Rodrigues  
Coorientadora (UFMG)



Profª. Drª. Luana Caroline dos Santos  
(UFMG)



Drª. Laís Bhering Martins  
(UTHealth)



## AGRADECIMENTOS

Aos Orixás e ancestrais, pelas bênçãos, proteção, orientação, amparo e firmeza em meus caminhos.

Ao meu pai, inspiração para esta jornada e suporte incondicional para cada caminhada. À minha mãe, fortaleza que ampara e aconchega. À minha filha Maria Luiza, fonte de amor incondicional, alegria e intensidade diária, minha grande motivação para tudo. Ao meu irmão e meu sobrinho, pelo carinho sempre. À toda minha família, por serem Presentes.

À minha orientadora Adaliene, por todo acolhimento, exemplo e ensinamento científico e profissional. Dadá, obrigada por compartilhar, trazer tanto incentivo e seguir junto, tantas vezes até para além da pesquisa. À Ana Maria, por me trazer à realidade e ser essencial neste trabalho, companheira que soma, multiplica, expande. Ana, minha gratidão por tudo!

Às meninas do grupo Imunometabolismo, por me receberem e comemorarem cada fase, por andarmos próximas neste caminho de aprendizado. Gabi, Mariele e Jenne, pelas mãos dadas desde o início, Poli, pelo ouvido amigo e todo apoio. Às alunas de Iniciação Científica: Marianna, Fernanda, Rejane e Isabella, por todo cuidado e dedicação a cada detalhe e a cada etapa que participaram comigo.

Às amigas que acompanharam todos os momentos e estiveram sempre ao lado: Tuca, Mari, Shan e Maria, Pittia e Lis, pelo apoio sempre muito especial.

Ao grupo de colegas que compartilhou e se apoiou com o uso dos equipamentos no Ambulatório do Instituto Alfa. Aos funcionários do Hospital das Clínicas, pelo encaminhamento das voluntárias e suporte.

Às mulheres voluntárias desta pesquisa, pela entrega e confiança.

Ao colegiado da Pós-graduação em Nutrição e Saúde, ao secretário Mateus, à Carol, aos professores: agradeço pela disponibilidade, compreensão, cuidado, entrega.

Aos membros da banca, por aceitarem compartilhar conhecimento e somar ainda mais.

À Capes, o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## RESUMO

**Introdução:** A obesidade é um dos maiores problemas de saúde pública no mundo, o que leva à necessidade de tratamentos eficazes. A intervenção nutricional é o principal método de manejo da obesidade, apesar das baixas taxas de sucesso, que podem estar relacionadas aos cálculos das necessidades energéticas baseadas em estimativas imprecisas para indivíduos com sobrepeso e obesidade. A imprecisão de fórmulas preditivas nesses indivíduos é ainda maior após o processo de perda de peso. **Objetivo:** O objetivo principal do presente estudo foi avaliar e comparar a acurácia de uma nova equação preditiva (EP) do gasto energético em repouso (GER) com EPs de uso habitual e com GER medido por calorimetria indireta (GER<sub>m</sub>), durante o processo de emagrecimento de mulheres com sobrepeso e obesidade, sedentárias e sem comorbidades. **Método:** Foi realizado um estudo de intervenção por 6 meses, não-randomizado, não-controlado. As medidas antropométricas, avaliação de composição corporal, teste de calorimetria indireta foram realizadas uma vez ao mês. Participaram do estudo, 71 mulheres com sobrepeso ou obesidade no tempo basal e os resultados apresentados são das mulheres que perderam peso em cada momento da avaliação (25 mulheres aos 30 dias, 16 aos 60 dias e 15 aos 90 dias). A coleta foi interrompida devido à pandemia da Covid-19 o que impediu que se completasse a amostra e o tempo total previsto do estudo. Foram testadas 9 EPs de uso habitual e a nova fórmula desenvolvida em trabalho prévio do nosso grupo de pesquisa. **Resultados:** A acurácia das EPs variou nos diferentes tempos de avaliação. Ao verificar a acurácia das EPs para as mulheres que apresentaram perda de peso em cada momento separadamente ao longo dos 90 dias, a nova fórmula não teve similaridade nem concordância com o GER<sub>m</sub>. A EP de Müller, com a variável peso, foi a única com acurácia individual acima de 70% aos 90 dias de intervenção, valor esse considerado adequado. A EP de Mifflin manteve similaridade em todos os tempos. Ao considerar o grupo de 11 mulheres que perdeu peso em todos os tempos ao longo dos 90 dias, a nova fórmula foi similar ao GER<sub>m</sub> e teve viés adequado (< 5%), demonstrando melhor precisão à medida que ocorre a perda de peso. **Conclusão:** A inconstância da acurácia individual das EPs nos diferentes momentos da intervenção demonstra a complexidade envolvida na determinação do GER das mulheres com excesso de peso. As alterações dinâmicas que ocorrem com a composição corporal ao longo da redução ponderal dificultam a estimativa do GER através de equações matemáticas. É importante que o estudo seja continuado para atingir a amostra e o tempo previsto a fim de confirmar a influência da perda de peso na acurácia das fórmulas e de verificar se a nova fórmula apresenta precisão para prever o gasto energético em repouso em mulheres com sobrepeso e obesidade em diferentes momentos do processo de emagrecimento.

**Palavras chave:** Gasto Energético em Repouso; Equações Preditivas; Perda de Peso; Dieta; Obesidade

## ABSTRACT

**Background:** Obesity is one of the major public health problems in the world, which leads to the need for effective treatments. Nutritional intervention is the main method of managing obesity, despite the low success rates, which may be associated to the energy needs based on inaccurate estimates for overweight and obese individuals. The inaccuracy of predictive formulas in these individuals is even greater after the weight loss process. **Objective:** The main objective of the present study was to evaluate and compare the accuracy of a new predictive equation (EP) of resting energy expenditure (GER) with EPs in common use and with GER measured by indirect calorimetry (GER<sub>m</sub>), during the process of weight loss of sedentary, healthy, overweight and obese women. **Methods:** A 6-month, non-randomized, uncontrolled intervention study was conducted. Anthropometric measurements, body composition assessment, indirect calorimetry test were performed once a month. 71 women with overweight or obesity at baseline participated in the study and the results presented are from women who lost weight at each moment of the evaluation (25 women at 30 days, 16 at 60 days and 15 at 90 days). The collection was interrupted due to the Covid-19 pandemic, which prevented the sample from being completed and the total estimated time of the study. Nine commonly used EPs were tested and the new formula developed in previous study by our research group. **Results:** The accuracy of PEs varied at different times of assessment. When verifying the accuracy of PEs for women who presented weight loss at each time separately over the 90 days, the new formula had no similarity or agreement with the GER<sub>m</sub>. The Müller PE, with the weight variable, was the only one with individual accuracy above 70% at 90 days of intervention, a value considered adequate. Mifflin's EP maintained similarity at all times. When considering the group of 11 women who lost weight at all times over the 90 days, the new formula was similar to GER<sub>m</sub> and had an appropriate bias (<5%), demonstrating better accuracy as weight loss occurs. **Conclusion:** The inconsistency of the individual accuracy of PEs at different times of the intervention demonstrates the complexity involved in determining the REE of women with excess weight. The dynamic changes that occur with body composition during weight reduction make it difficult to estimate the GER through mathematical equations. It is important that the study be continued to reach the sample and the predicted time in order to confirm the influence of weight loss on the accuracy of the formulas and to verify whether the new formula is accurate to predict energy expenditure at rest in overweight women and obesity at different times in the weight loss process.

**Keywords:** Resting Energy Expenditure; Predictive Equations; Weight Loss; Diet; Obesity

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABESO	Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e Síndrome Metabólica
BIA	Bioimpedância Elétrica
CC	Circunferência de Cintura
CI	Calorimetria Indireta
DM	Diabetes <i>Mellitus</i>
EP	Equações Preditivas
GER	Gasto Energético de Repouso
GER <sub>m</sub>	Gasto Energético de Repouso mensurado
GER <sub>p</sub>	Gasto Energético de Repouso predito
HAS	Hipertensão Arterial Sistêmica
IMC	Índice de Massa Corporal
IOM	<i>Instituto of Medicine</i>
IRC	Insuficiência Renal Crônica
Kcal	Quilocalorias
Kg	Quilogramas
MET	Equivalente Metabólico
MG	Massa Gorda
MLG	Massa Livre de Gordura
NHI	<i>National Institute of Health</i>
OMS	Organização Mundial de Saúde
TA	Termogênese Adaptativa
TAF	Termogênese da Atividade Física
TCLE	Termo de Consentimento Livre Esclarecido
TID	Termogênese Induzida pela Dieta
TMB	Taxa Metabólica Basal
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
WHO/FAO/UNU Nations University	World Health Organization/Food and Agriculture Organization/United Nations University

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Acurácia de equações preditivas em indivíduos com sobrepeso e obesidade, conforme estudos transversais e estudos de intervenção antes e após perda de peso .....	20
Tabela 2: Equações de predição usadas para estimar o gasto energético de repouso (GER <sub>p</sub> ) em mulheres com sobrepeso e obesidade durante intervenção nutricional para perda de peso .....	32
Tabela 3: Características do grupo de estudos antes da intervenção nutricional (n=71) .....	36
Tabela 4: Comparação do GER medido com o GER predito de mulheres com sobrepeso e obesidade antes da intervenção nutricional (n=71) .....	37
Tabela 5: Características do grupo de estudo após 30 dias de intervenção nutricional(n=25) .	40
Tabela 6: Comparação do GER medido com o GER predito de mulheres com sobrepeso e obesidade que perderam peso após 30 dias de intervenção nutricional (n=25) .....	41
Tabela 7: Características do grupo de estudo após 60 dias de intervenção nutricional (n=16) .	44
Tabela 8: Comparação do GER medido com o GER predito de mulheres com sobrepeso e obesidade que perderam peso após 60 dias de intervenção nutricional (n=16) .....	45
Tabela 9: Características do grupo de estudo após 90 dias de intervenção nutricional(n=15) .	48
Tabela 10: Comparação do GER medido com o GER predito de mulheres com sobrepeso e obesidade que perderam peso após 90 dias de intervenção nutricional (n=15) .....	49
Tabela 11: Características do grupo que perdeu peso em todos os momentos até 90 dias de intervenção nutricional (n=11).....	52

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Delineamento experimental do acompanhamento nutricional de mulheres com sobrepeso e obesidade .....	29
Figura 2: Quark RMR (Cosmed, Rome, Italy), sistema capuz ventilado. Fonte: COSMED .	30
Figura 3: Fluxograma do número de participantes nos diferentes períodos do estudo .....	35
Figura 4: Concordância entre Gasto Energético de Repouso mensurado e Gasto Energético de Repouso predito antes da intervenção nutricional (n=71) .....	38
Figura 5: Concordância entre Gasto Energético de Repouso mensurado e Gasto Energético de Repouso predito após 30 dias de intervenção nutricional (n=25) .....	42
Figura 6: Concordância entre Gasto Energético de Repouso mensurado e Gasto Energético de Repouso predito após 60 dias de intervenção nutricional (n=16) .....	46
Figura 7: Concordância entre Gasto Energético de Repouso mensurado e Gasto Energético de Repouso predito após 90 dias de intervenção nutricional (n=15) .....	50
Figura 8: Variação percentual da perda de peso (8-A), circunferência de cintura (8-B), massa gorda (8-C) e massa livre de gordura (8-D) ao longo do tempo do estudo .....	53
Figura 9: Acurácia das equações preditivas ao longo da intervenção nutricional (n=11) .....	55
Figura 10: Viés das equações preditivas ao longo da intervenção nutricional (n=11) .....	55

## Sumário

1 INTRODUÇÃO .....	11
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	14
<b>2.1 OBESIDADE: UM PROBLEMA DE SAÚDE PÚBLICA .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 TRATAMENTOS PARA OBESIDADE .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3 CÁLCULO DO GASTO ENERGÉTICO .....</b>	<b>16</b>
<b>2.5 AS EQUAÇÕES PREDITIVAS E A INTERVENÇÃO NUTRICIONAL PARA PERDA DE PESO.....</b>	<b>22</b>
3 OBJETIVOS .....	26
<b>3.1 Objetivo geral .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>26</b>
4 MÉTODOS .....	27
<b>4.1 Caracterização do estudo.....</b>	<b>27</b>
<b>4.2 População do estudo.....</b>	<b>27</b>
<b>4.3 Cálculo amostral.....</b>	<b>27</b>
<b>4.4 Questões éticas.....</b>	<b>28</b>
<b>4.5 Delineamento experimental.....</b>	<b>28</b>
<b>4.5.1 Avaliação inicial.....</b>	<b>29</b>
<b>4.5.2 Intervenção nutricional.....</b>	<b>31</b>
<b>4.5.3 Acompanhamento.....</b>	<b>31</b>
<b>4.5.4 Fórmulas de Predição do GER.....</b>	<b>32</b>
<b>4.5.5 Nova fórmula .....</b>	<b>33</b>
<b>4.5.6 GER corrigido .....</b>	<b>33</b>
<b>4.5.7 Testes estatísticos.....</b>	<b>33</b>
5 RESULTADOS.....	35
<b>5.1 Intervenção nutricional.....</b>	<b>40</b>
<b>5.2 Influência da perda de peso na acurácia das fórmulas .....</b>	<b>52</b>
6 DISCUSSÃO.....	57
7 CONCLUSÃO .....	63
8 PERSPECTIVAS .....	64
9 REFERÊNCIAS .....	65
10 ANEXO.....	70
11 APÊNDICE.....	71

## 1 INTRODUÇÃO

A Organização Mundial de Saúde (OMS) aponta a obesidade como um dos maiores problemas de saúde pública no mundo. O excesso de peso atinge 38,9% da população mundial acima dos 18 anos (1). No Brasil, estima-se que mais da metade da população (56,9%) apresenta esta condição (2). O sobrepeso e/ou a obesidade são caracterizados pelo excesso de tecido adiposo e gordura corporal, causados pelo desequilíbrio entre a quantidade de energia ingerida e a quantidade de energia gasta (balanço energético positivo) e são influenciados por fatores genéticos, ambientais, psicológicos e sociais (2, 3,4).

Diferentes tratamentos para obesidade, que podem ser manejados sozinhos ou combinados, são propostos incluindo intervenções cirúrgicas, métodos farmacológicos e estratégias de mudanças de hábitos (atividade física e consumo alimentar) (5,6). As diretrizes voltadas para o gerenciamento de sobrepeso e obesidade indicam como tratamento eficaz o déficit energético, seja com redução da oferta calórica via dieta ou via aumento de gasto energético por atividade física ou ambos (5,7).

As intervenções dietéticas associadas a restrição calórica são as estratégias mais utilizadas para a perda e controle de peso (5,7). Assim, a determinação do total de calorias a ser consumido, que culmine em perda de peso/adiposidade, considera as necessidades energéticas do indivíduo subtraindo a energia necessária para essa perda (6,8). O gasto energético total (GET) é a soma do gasto de energia despendida pelo indivíduo em 24 horas e pode ser definido como o conjunto de reações químicas contínuas necessário para a oxidação e combustão dos nutrientes, na presença de oxigênio, resultando em dióxido de carbono, água e calor (8). O cálculo inclui três componentes: a taxa metabólica basal (TMB), a termogênese da atividade física (TAF) e a termogênese induzida pelo alimento (TID) (9,10,11,12,13).

A TMB é difícil de ser mensurada, pois a aferição ocorre logo após o indivíduo acordar, em jejum e antes de realizar qualquer atividade. Desta forma, convencionou-se utilizar o gasto energético em repouso (GER) no cálculo do GET. Em indivíduos sedentários, o GER é o principal componente do GET, correspondendo de 60 a 70% do valor total. A TAF pode variar de 10 a 30% e são distintas as formas de mensurar, sendo os equivalentes metabólicos (METs) uma delas. Já a TID abrange em torno de 10% do GET (8,9,10,13).

O GER constitui a energia requerida para manutenção das funções fisiológicas vitais (respiração, batimentos cardíacos, contração e função muscular, por exemplo) e, por esse

motivo, ocorre de forma constante durante as 24 horas do dia (8,9). Há alguns métodos de análise de GER, sendo a água duplamente marcada e a calorimetria indireta (CI) consideradas padrão ouro, enquanto as equações preditivas (EP) são o método mais acessível utilizado comumente na prática clínica (9,10,13).

Muitas EP foram desenvolvidas para prever o GER ao longo dos anos. Existem fórmulas para distintas populações, diferenciadas para cada sexo, por faixa etária, por estado nutricional e utilizando dados antropométricos e/ou de composição corporal (14,15). Entretanto, a acurácia individual das fórmulas e a similaridade com o GER mensurado por calorimetria indireta (GER<sub>m</sub>) é questionada, especialmente no que diz respeito à aplicação em indivíduos com excesso de adiposidade (16,17,18).

Alguns autores apontam que as diferenças individuais na massa livre de gordura (MLG) interferem no GER e em sua predição por meio de fórmulas, uma vez que a variação da composição corporal pode influenciar em 65 a 90% da variação interindividual do GER (19,20,21). Desta forma, não há consenso sobre a melhor fórmula de predição de GER a ser utilizada em indivíduos com excesso de adiposidade. A baixa acurácia individual das fórmulas nesses indivíduos, evidenciada em vários estudos, pode levar a subestimação ou superestimação do gasto metabólico (13,21,22).

Quando se trata do processo de perda de peso, que envolve alterações dos componentes teciduais de forma não-linear, além de adaptação metabólica independente da composição corporal, as EP tendem a apresentar ainda maior viés em relação ao GER<sub>m</sub>. Esse viés pode interferir no resultado da intervenção nutricional com consequente abandono do participante por não alcançar a perda de peso esperada (13,14,17,22). Poucos trabalhos consideram a acurácia e a concordância das EP durante o processo de emagrecimento e encontraram variabilidade na precisão de equações antes e pós perda de peso, concluindo que não é adequado utilizar a mesma EP nos dois momentos (pré e pós perda de peso) (16,18,22). Entretanto, ainda não foi estabelecido qual seria a melhor EP a ser utilizada nesse contexto.

Desta forma, verifica-se a importância de basear as intervenções nutricionais em cálculos mais precisos do gasto energético por meio das EP, que têm baixo custo, fácil e rápida aplicação (13). Torna-se necessário aprofundar os estudos quanto aos interferentes da acurácia das fórmulas para sobrepeso e obesidade, gerar bancos de dados mais homogêneos de GER, desenvolver e testar equações preditivas com acurácia e concordância adequada para grupos

específicos (13,22). Nesse sentido, estudo prévio do nosso grupo de pesquisa, avaliou a acurácia de nove EP de utilização ampla na prática clínica: Harris-Benedict, 1919 (23), Schofield – com variável peso e com peso e altura – 1985 (24), WHO/FAO/UNU – com variável peso e a partir de peso e altura – 1985 (25), Owen, 1986 (26), Mifflin St-Jeor, 1990 (27), Liu, 1995 (28), Müller, 2004 (29). As equações foram aplicadas em mulheres saudáveis sedentárias com sobrepeso e obesidade antes e após intervenção nutricional para perda de peso e comparadas com o GERm por calorimetria indireta. Monteze (30) encontrou similaridade e acurácia individual maior que 80% da fórmula de Mifflin (27) com o GERm antes da intervenção. Porém, após a perda de peso, a acurácia para Mifflin (27) caiu para 57% e houve similaridade apenas para Owen (26), ainda assim com baixa precisão (abaixo de 70%). De forma geral, foi considerado que as fórmulas estudadas mostraram baixa precisão para a população estudada e superestimaram o gasto energético entre 47 a 97% antes da intervenção e entre 43 a 100% após perda de peso. Tais resultados confirmaram o problema do uso das EP em indivíduos com sobrepeso e obesidade (13,14,17), principalmente após perda de peso, o que levou os autores a proporem uma nova fórmula para mulheres com sobrepeso e obesidade após perda de peso. A nova fórmula apresentou similaridade com o GERm, maior precisão (70%) e menor percentual de superestimação (17%) em relação a outras fórmulas testadas, após redução do peso corporal associada à intervenção nutricional por seis meses. Porém, ainda se torna necessário avaliar a acurácia e a eficácia dessa fórmula como preditor do GER durante o processo de emagrecimento.

O presente estudo objetivou ampliar a avaliação da nova fórmula elaborada por Monteze (30), e das equações de uso habitual na prática clínica, para diferentes momentos do processo de perda de peso, em mulheres com sobrepeso e obesidade, sem comorbidades e sedentárias.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 OBESIDADE: UM PROBLEMA DE SAÚDE PÚBLICA**

O aumento da expectativa de vida, relacionado ao envelhecimento populacional, mudanças sociocomportamentais no estilo de vida moderno, alteração no ambiente alimentar, com mais acesso a alimentos hipercalóricos e ultraprocessados, e a transição nutricional são fatores que têm levado à progressiva elevação da prevalência mundial de sobrepeso e obesidade (2,3,4,5,6). Em 2016, o excesso de peso já atingia mais de dois bilhões de pessoas no mundo e a projeção para 2025 é de que cerca de 2,3 bilhões de adultos estejam com sobrepeso, e mais de 700 milhões, estejam obesos (1). No Brasil, estima-se que mais da metade da população (56,9%) apresenta excesso de peso, ou seja, aproximadamente 82 milhões de pessoas com o índice de massa corporal (IMC) igual ou superior a 25 kg/m<sup>2</sup>. Quanto à distribuição por sexo, a prevalência no sexo feminino é um pouco maior (58,2 %) em relação à prevalência no sexo masculino (55,6%) (2). Assim, a obesidade é considerada uma pandemia e configura um problema de saúde pública a nível mundial, além disso é uma das maiores causas de incapacidade e morte (1,3,5,7,31).

A obesidade é uma doença metabólica caracterizada pelo excesso de adiposidade, causada por fatores biológicos diversos, variáveis comportamentais, ambientais e sociais que se interagem de forma complexa, levando a um desequilíbrio na regulação energética e no armazenamento da gordura. Na maioria dos casos, não somente um fator contribui para o desenvolvimento da obesidade. Ao contrário, ocorre sempre interação de alguns deles e a combinação entre eles também é variável entre os indivíduos e ao longo do tempo. A inflamação crônica de baixo grau característica na obesidade predispõe ao risco de desenvolvimento de comorbidades associadas, como hipertensão, diabetes, doenças cardiovasculares, alguns tipos de câncer e osteoartrite (5,6,7,31).

### **2.2 TRATAMENTOS PARA OBESIDADE**

Apesar de toda complexidade que envolve a etiologia da obesidade, um fator causal é determinante: o desequilíbrio entre a ingestão alimentar e o gasto de energia. Qualquer intervenção proposta para tratamento da doença deve atuar no balanço energético no sentido de gerar maior gasto energético em relação ao consumo. Embora haja essa simplicidade teórica, na prática, alcançar a perda e a manutenção do peso adequado não é fácil (32). A busca por um

tratamento efetivo para o excesso de peso é constante na sociedade científica e na prática clínica. O sucesso de uma intervenção é considerado quando se alcança a perda ponderal e o novo peso é mantido por um longo período de tempo (5,7). Metas de redução de 5 a 15% do peso corporal são consideradas realistas e sustentáveis, além de contribuir para melhora geral da saúde (7). Para tanto, são várias as propostas, sendo que a escolha do tratamento deve basear-se na gravidade da obesidade e na presença ou não de outras doenças crônicas e/ou metabólicas (5).

O tratamento cirúrgico segue critérios de indicação do *National Institute of Health* (NIH) para casos de obesidade grave (IMC acima de  $40\text{kg/m}^2$ ) ou para IMC entre 35 e  $40\text{kg/m}^2$  quando há comorbidades associadas (33). Embora promova resultados imediatos, demanda um alto custo, ação de acompanhamento e monitoramento multiprofissional a longo prazo, e apresenta alto risco de mortalidade e de complicações associadas à intervenção (33,34,35).

O tratamento medicamentoso com o uso de agentes antiobesogênicos tem ganhado destaque nos últimos anos e a indústria farmacêutica segue em busca de substâncias eficazes (34). A recomendação dos fármacos é para indivíduos com IMC acima de  $30\text{kg/m}^2$  ou acima de 25 ou  $27\text{kg/m}^2$  quando há outras doenças conjugadas e quando já houve tentativas frustradas de tratamento não medicamentoso (5,19). Porém, é fato que os efeitos colaterais são marcantes e a segurança de uso de vários fármacos com ação em Sistema Nervoso Central com intuito de redução de apetite e consumo alimentar é questionada (34,36).

A principal estratégia terapêutica para o tratamento da obesidade ainda envolve o planejamento dietético uma vez que, mesmo no contexto do tratamento cirúrgico ou farmacológico, conforme supracitado, as escolhas alimentares saudáveis se fazem necessárias (5,7). Segundo estimativas, todo ano cerca de 42% da população mundial tenta perder peso e o meio mais tradicional e praticado amplamente é o tratamento dietético e o combate ao sedentarismo (1,37). Nesse sentido, uma dieta planejada com metas realistas, proposta com déficit calórico de 500 a 1000 quilocalorias (Kcal) ao dia, tem efetividade para perda ponderal de 0,5 a 1,0 quilograma (kg) por semana (5,7). O plano alimentar deve ser equilibrado em macronutrientes, sendo considerado para adultos saudáveis os intervalos de 45 a 65% do valor calórico total composto por carboidratos, 20 a 35% por lipídeos e 10 a 35% por proteína (37). Contudo, na prática clínica, dentre as grandes dificuldades na intervenção dietética para tratamento da obesidade estão: (i) determinar o GET real do indivíduo e (ii) ajustar a prescrição alimentar com redução de aporte para perda de peso, além da (iii) adesão do paciente à dieta.

Para determinação do GET, as fórmulas preditivas do gasto energético são amplamente utilizadas na prática clínica. Tais fórmulas determinam a predição do GER, que corresponde cerca de 70% do GET. Porém, várias destas apresentam baixa acurácia individual em obesos e não há um consenso sobre a melhor equação a ser utilizada em grupos populacionais com excesso de adiposidade ou ainda após sucessivas perdas de peso (13,18,22,38,39).

### 2.3 CÁLCULO DO GASTO ENERGÉTICO

O GET envolve a taxa metabólica basal (TMB), a termogênese da atividade física (TAF) e a termogênese induzida pelos alimentos (TID). Conceitualmente, a TMB se refere a energia necessária para manter a vida e deve ser medida quando o indivíduo desperta, antes de executar qualquer movimento, em jejum. Normalmente é utilizado como sinônimo do gasto energético em repouso (GER), uma vez que esse pode ser mensurado após alguns movimentos, desde que o indivíduo ainda esteja em jejum, após despertar pela manhã (8,10).

A calorimetria é um método não-invasivo, validado, padrão ouro, que determina as necessidades nutricionais no repouso (9,40). Na calorimetria indireta (CI) a produção de energia é calculada a partir dos equivalentes calóricos do oxigênio e do gás carbônico, diferentemente da calorimetria direta na qual se mede a transferência de calor do organismo para o meio ambiente, necessitando-se para isso de uma câmara de isolamento (41,42,43).

Há vários aparelhos de CI disponíveis e a precisão da aferição depende das características associadas a medida das trocas gasosas. O calorímetro de sistema aberto com uso de capuz ventilado utiliza a chamada “técnica de diluição em dossel”. O paciente permanece deitado com uma espécie de capota rígida que cobre toda a cabeça, como um capuz ventilado. Uma bomba puxa o ar ambiente para dentro do capuz a uma taxa constante e gases expirados são analisados pelo calorímetro para dosar o oxigênio (O<sub>2</sub>) consumido e o gás carbônico (CO<sub>2</sub>) expirado. A detecção da taxa de fluxo dos gases é feita por uma turbina de medição de fluxo bidirecional, que deve ser calibrada antes de cada teste, de forma a garantir a precisão dos dados. Os analisadores de gás do equipamento são compostos por um sensor paramagnético que mede o O<sub>2</sub> e um sensor digital infravermelho que mede o CO<sub>2</sub>. O alinhamento desses analisadores é feito também antes de cada teste a partir de um gás de calibração certificado. Ao longo da realização dos testes as leituras são controladas e podem ser eventualmente compensadas por

calibrações automáticas periódicas. Os dados de consumo de O<sub>2</sub> e produção de CO<sub>2</sub> são utilizados, então, para cálculo do GER por meio da equação de Weir (40,44,45,46).

Toda essa gama de controle das calibrações e a possibilidade do uso do capuz ventilado torna esses equipamentos precisos e confiáveis, além de garantir que o teste promova um maior conforto aos indivíduos em comparação com testes em que utilizam máscaras e clips nasais. No entanto, tais calorímetros possuem alto custo e demandam grande treinamento e especialização dos avaliadores, além de protocolos que devem ser atendidos rigorosamente pelos indivíduos previamente ao teste. Por isso, é pouco utilizado na prática clínica, apesar de aplicável em pesquisas, inclusive em estudos de validações de fórmulas preditivas (44,45,46).

As equações preditivas continuam sendo o método mais comum de estimar o GER por permitirem um cálculo rápido e acessível, utilizando dados como sexo, altura, peso, idade ou outros. Atualmente, existem várias fórmulas validadas para diferentes populações. No entanto, a acurácia individual e a similaridade das predições com o gasto real têm sido questionadas (17,18,22,40,47), conforme será abordado posteriormente nesse tópico.

A TAF constitui um elemento de grande variação no GET, mesmo para os indivíduos considerados sedentários. Ela é determinada pelo total, duração, intensidade e tipo de atividade físicas, mesmo as mais rotineiras, desenvolvidos ao longo do dia ou da semana pelo indivíduo, representando de 10 a 30% do GET (5,8,9,10). O *Institute of Medicine* (IOM) classifica como sedentário o indivíduo que pratica menos de três horas semanais de atividade física. Os valores de fator atividade, ao qual se multiplica o valor de GER para determinar o GET, entre 1 e 1,4 são considerados na classificação do sedentarismo e os valores entre 1,4 e 1,6 ainda são considerados pouco ativos (37).

Uma forma de mensurar o gasto da atividade física, para personalizar o cálculo, é utilizando o equivalente metabólico (MET). Há compêndios publicados com os valores codificados dos METs que expressam a intensidade de esforço do exercício, de forma a quantificar sua contribuição no gasto energético. Quando o gasto de energia da atividade física é exprimido em METs, o metabolismo de repouso deve ser multiplicado pelo seu valor para incluir o gasto das atividades no GET (47).

Para concluir o cálculo do GET, considera o efeito térmico do alimento ou termogênese induzida pela dieta (TID). Este componente é pouco variável e, a literatura mostra que, em geral, exerce pequena influência no GET: 5 a 10% do valor total (5,8,9). A TID, ou seu sinônimo, efeito térmico dos alimentos, pode ser definida como a energia que é despendida

acima do GET após consumo de quaisquer alimentos. É a quantidade de energia gasta pelos processos de digestão, absorção, metabolização e armazenamento dos nutrientes, que é influenciada pela composição de macronutrientes da dieta (8,9).

## 2.4 EQUAÇÕES PREDITIVAS DO GASTO ENERGÉTICO DE REPOUSO

As fórmulas preditivas do gasto energético são desenvolvidas por meio de modelos de regressão linear e podem funcionar bem para populações específicas para as quais são desenvolvidas. No entanto, a aplicação para indivíduos, em âmbito clínico, pode gerar erros significativos, em especial, se não tiver as características étnicas, de idade, sexo e composição corporal similares da população testada (13,17,22).

A equação de Harris-Benedict publicada em 1919 foi desenvolvida com base em uma população saudável composta por 136 homens e 103 mulheres, sendo apenas 5% obesos (23). Entretanto, por ser a mais antiga, passou por extensas avaliações e ainda hoje é uma das mais utilizadas na prática clínica geral (48).

Em 1985, Schofield desenvolveu duas fórmulas, uma utilizando idade e peso e outra com idade, peso e altura, a partir de um compilado de 114 estudos com populações adultas norte-americana e europeia, com IMC médio de 21 a 24kg/m<sup>2</sup> (24). No mesmo ano, a OMS adaptou as equações de Schofield, ampliando a amostra para incluir população de outros continentes (48). A WHO/FAO/UNU, publicou em 1985, duas EPs para cada faixa etária baseadas em dados antropométricos, uma delas utiliza somente a variável peso e a outra utiliza as variáveis peso e altura (25).

Em 1986, Owen e colaboradores publicaram uma EP desenvolvida a partir de dados antropométricos e validada para um grupo de 44 mulheres de 18 a 65 anos, com IMC variando de 18 a 50kg/m<sup>2</sup>, sendo 9% das mulheres com sobrepeso e 36% com obesidade (26). A EP de Mifflin-St Jeor, 1990 (27), foi elaborada com base em dados de cinco anos de estudos na Universidade de Nevada e contou com uma amostra de 251 homens e 247 mulheres de 19 a 78 anos com IMC de 17 a 42 kg/m<sup>2</sup> (27). Esta fórmula tem apresentado boa acurácia individual (acima de 70%) em vários estudos (Tabela 1) com indivíduos com sobrepeso e obesidade, possivelmente devido à proporção de indivíduos obesos no estudo original (47%) e já foi sugerida para aplicação nesta população, porém, alguns estudos mais recentes demonstram que não há consenso sobre uma EP adequada no contexto da obesidade (13,18, 21,22,48,49).

Müller e colaboradores (2004) desenvolveram fórmulas para diferentes faixas de IMC tanto com utilização da variável peso associada à idade e sexo, como com utilização de componentes corporais (MLG e MG) associados à idade e sexo. As EPs foram desenvolvidas a

partir de um banco de dados, de 7 centros de pesquisas na Alemanha, com 2528 indivíduos brancos saudáveis de 5 a 91 anos (29).

A Tabela 1 mostra alguns trabalhos que avaliaram a acurácia do uso de algumas das fórmulas preditivas na determinação do gasto energético em repouso de pacientes obesos tanto em estudos transversais, como estudos que apresentaram os dados antes e após tratamento dietético para perda de peso.

**Tabela 1 – Acurácia de equações preditivas em obesos, conforme estudos transversais e em estudos de intervenção antes e após dieta para perda de peso**

ESTUDOS TRANSVERSAIS	População IMC	ACURÁCIA DAS EQUAÇÕES								
		Harris- Benedict	Schofield (p)	Schofield (p/a)	WHO/FAO/UNU (p)	WHO/FAO/UNU (p/a)	Owen	Mifflin	Müller (p)	Müller (MLG)
<b>Frankenfield, 2005</b>	IMC > 30 kg/m <sup>2</sup>	38-64%	NA	NA	NA	NA	51%	70%	NA	NA
<b>Weijis, 2010</b>	536 mulheres									
	25 < IMC < 29,9	75%	NA	NA	NA	NA	NA	81%	79%	NA
	30-34,9 kg/m <sup>2</sup>	66%	NA	NA	NA	NA	NA	60%	67%	NA
	35-40 kg/m <sup>2</sup>	63%	NA	NA	NA	NA	NA	68%	67%	NA
<b>Frankenfield, 2013</b>	337 adultos homens e mulheres									
	25-29,9 kg/m <sup>2</sup>	70%	NA	NA	63%	64%	NA	87%	77%	NA
	30-39,9 kg/m <sup>2</sup>	62%	NA	NA	59%	60%	NA	57%	59%	NA
	40-49,9 kg/m <sup>2</sup>	72%	NA	NA	70%	68%	NA	81%	66%	NA
<b>Madden, 2016</b>	homens e mulheres									
	25-29,9 kg/m <sup>2</sup>	62,5%	NA	NA	60,1%	51,5%	33,4%	50,1%	63,8%	NA
	30-39,9 kg/m <sup>2</sup>	62,6%	NA	NA	58,5%	63,5%	57,2%	74%	59,6%	NA
	>40 kg/m <sup>2</sup>	68,9%	NA	NA	61,0%	60,4%	38,8%	76,2%	61,9%	NA

ESTUDOS DE INTERVENÇÃO – ANTES DA PERDA DE PESO	População IMC	ACURÁCIA DAS EQUAÇÕES								
		Harris-Benedict	Schofield (p)	Schofield (p/a)	WHO/FAO/UNU (p)	WHO/FAO/UNU (p/a)	Owen	Mifflin	Müller (p)	Müller (MLG)
<b>Ruiz, 2011</b>	86 mulheres 30-40 kg/m <sup>2</sup>	66%	NA	NA	58%	16%	53%	74%	NA	NA
<b>Poli, 2016</b>	40 mulheres 30-40 kg/m <sup>2</sup>	40%	35%	35%	53%	35%	20%	32,5%	NA	NA
<b>Monteze, 2019</b>	30 mulheres 25-34,9 kg/m <sup>2</sup>	50%	20%	3%	47%	47%	80%	83%	NA	37%
ESTUDOS DE INTERVENÇÃO – APÓS PERDA DE PESO	População IMC	ACURÁCIA DAS EQUAÇÕES								
		Harris-Benedict	Schofield (p)	Schofield (p/a)	WHO/FAO/UNU (p)	WHO/FAO/UNU (p/a)	Owen	Mifflin	Müller (p)	Müller (MLG)
<b>Ruiz, 2011</b>	78 mulheres Dieta: 3 meses Perda Peso: 10%	56%	NA	NA	51%	54%	81%	24%	NA	NA
<b>Poli, 2016</b>	40 mulheres Dieta: 12 meses Perda Peso 6%	47%	45%	45%	47%	47%	25%	40%	NA	NA
<b>Monteze, 2019</b>	30 mulheres Dieta: 6 meses Perda Peso 4%	37%	7%	0	40%	43%	67%	57%	NA	30%

Legenda: IMC: Índice de massa corporal; p: peso; p/a: peso e altura; MLG: massa livre de gordura; WHO/FAO/UNU: World Health NA: não avaliada.

A literatura considera a acurácia individual adequada quando o cálculo estimado fica entre 90 e 110% do valor mensurado por um método preciso. Para uma determinada população, a acurácia adequada deve atingir pelo menos 70% dos indivíduos testados. Predições abaixo de 90% em relação ao GER<sub>m</sub> são consideradas subestimadas e acima de 110% superestimadas. (13,17,22,48,50). O viés, diferença percentual média entre GER<sub>m</sub> e GER<sub>p</sub>, esperado não deve ser superior a 5% (13,22). Verifica-se, em geral, baixa acurácia individual das EPs em indivíduos com excesso de peso, com variação para diferentes faixas de IMC (13,17,22).

A busca por predições mais exatas para cada população, levou a novas formulações ao longo dos anos, algumas delas utilizando de medidas antropométricas simples como peso e altura, outras incluindo dados de composição corporal na tentativa de aproximar mais de um gasto energético real, ancorado na premissa de que diferentes proporções de MG e MLG interferem no consumo de energia. Apesar dos fatores que confundem para uma boa predição, as EPs continuam sendo utilizadas na prática clínica em pacientes com excesso de peso. Nos estudos, a acurácia e concordância permanecem sendo questionadas e não há consenso entre a melhor fórmula a ser utilizada para esses indivíduos (13,22,48).

## **2.5 AS EQUAÇÕES PREDITIVAS E A INTERVENÇÃO NUTRICIONAL PARA PERDA DE PESO**

A composição corporal é um dos fatores que influenciam no GER, podendo representar de 65 a 90% das variações interindividuais, uma vez que a atividade metabólica é diferente para os diferentes tecidos (13,20,21,32,51). O modelo de dois compartimentos para composição corporal prevê a presença de massa gorda (MG) - componentes lipídicos predominantemente dos tecidos adiposos - e de massa livre de gordura (MLG) - componentes não-lipídicos de músculo esquelético e de órgãos vitais -, sendo o primeiro menos metabolicamente ativo do que o segundo. O tecido adiposo antigamente era visto como um depósito passivo de gordura, no entanto, hoje é considerado um órgão complexo e ativo, de múltiplos compartimentos, composto por células com distintas funções (52). Os estudos avançam para verificar a contribuição potencial deste componente corporal para o metabolismo, em especial no que diz respeito ao tecido adiposo marrom, que apresenta atividade termogênica considerável (52,53,54). A MLG é considerada metabolicamente mais ativa que a MG, porém de forma heterogênea, uma vez que alguns tecidos deste componente são ainda mais ativos que outros (4,32,55). A heterogeneidade da MLG é marcada pela contribuição relativa dos tecidos e órgãos

no gasto energético, por exemplo, os órgãos viscerais e o cérebro constituem menos de 6% da massa corporal, no entanto contribuem com 70 a 80% do GER, com pouca variação ao longo do dia (20,32,56). Por outro lado, o músculo esquelético constitui cerca de 40 a 50% da massa corporal de indivíduos eutróficos e, segundo alguns autores, contribui com cerca de 20% a 30% do GER, mas o metabolismo do músculo esquelético muda drasticamente na atividade física - podendo ser responsável por até 90% da captação de O<sub>2</sub> de todo o corpo (56). São vários os fatores que podem influenciar na variação do gasto de energia por esse componente: tipos de fibras musculares, tônus muscular, inervação simpática, níveis de catecolaminas, além dos hormônios tireoidianos mesmo em intervalos normais (56). Desta forma, percebe-se a complexidade por trás da influência de cada componente corporal na variabilidade individual do gasto energético, mesmo em se tratando de pessoas eutróficas.

Tanto o ganho de peso quanto a perda de peso são acompanhados por variações dos componentes corporais que interferem no gasto energético. As alterações de MG e MLG ocorrem de forma não linear. Em geral, MG tende a variar com maior extensão do que a MLG, embora esta também apresente alterações (13,17,32,55,57). Uma regra amplamente citada nos estudos considera que no processo de emagrecimento a proporção de perda esperada de MLG é de 25% e de MG é de 75%. No entanto, esta base teórica é limitada e os estudos avançam para explicar as relações dinâmicas destas alterações dos componentes corporais e mostram que a variabilidade individual é grande. Esta variabilidade depende de diversos fatores como idade, sexo, tipo de intervenção e do planejamento da restrição dietética, mas também é dependente do percentual de gordura e de massa magra do indivíduo antes da intervenção para redução ponderal e da fase da intervenção (51,58). Desta forma, é difícil mensurar as mudanças dinâmicas que ocorrem junto com a alteração do peso e, somado a isso, independente das variações nos componentes corporais ocorrem adaptações fisiológicas na perda de peso que são denominadas termogênese adaptativa (TA) (13,21,22). A restrição calórica induz a redução do GER abaixo de valores previstos ao considerar a nova composição corporal após perda de peso. Essa redução adaptativa é um mecanismo compensatório de poupar energia, algo que parece ter sido desenvolvido em populações ancestrais, em ambientes e contexto de vida da humanidade em que nem sempre o alimento estava disponível. Acredita-se que a TA induzida por restrição energética persista talvez indefinidamente (59). A complexidade envolvendo a heterogeneidade e as alterações dinâmicas dos componentes corporais e a TA, interferem na dificuldade de se estimar o GER a partir de equações (20,22).

No âmbito das intervenções dietéticas para perda de peso, o cálculo utilizado amplamente na prática clínica para planejamentos dietéticos que visam ao emagrecimento estima que o déficit calórico cumulativo de 7000 quilocalorias promove a perda de 1 quilograma de peso corporal. Porém, o cálculo proposto é uma regra estática, que não prevê as adaptações aos quais o organismo passou previamente à intervenção e nem que passa ao longo da perda ponderal, nem mesmo considera diferenças interindividuais, apenas considera que a restrição energética sustentada ao longo do tempo deve resultar em uma taxa crescente de redução de peso (58). O trabalho de revisão sistemática de Madden (13) afirma que é necessário o estudo aprofundado dessas mudanças que ocorrem junto com as alterações de peso. No entanto, diante da ausência de previsões que embasem um planejamento dietético para gerar mudanças no peso ao longo do tempo, considerando as adaptações fisiológicas dinâmicas, a regra continua sendo amplamente utilizada (13,32).

Constata-se que o planejamento dietético e a efetividade da intervenção nutricional para tratamento do sobrepeso e obesidade estão associadas a vários aspectos de grande complexidade que incluem a estimativa precisa do gasto energético e o estabelecimento de um déficit calórico adequado. É relevante verificar que a baixa acurácia das fórmulas preditivas para indivíduos com sobrepeso e obesidade, evidenciada em vários estudos, pode contribuir com possíveis falhas no planejamento da dieta, uma vez que o erro das previsões pode levar a subestimação ou superestimação do gasto metabólico (13,16,18,21,22).

A condição de se atingir e manter uma perda de peso clinicamente significativa é considerada sucesso em uma intervenção nutricional (5,6,21,63). A literatura considera que o sucesso dessas intervenções é baixo e a efetividade torna-se ainda menor na manutenção da perda do peso (5,22). A TA, caracterizada por mecanismos compensatórios que geram proteção dos estoques de gordura contra a depleção energética e redução do gasto energético, dificulta a continuidade da perda ponderal ou mesmo da manutenção do novo peso corporal após a intervenção. Além disso, alterações de comportamento alimentar e fatores genéticos também estão ligados à recuperação do peso (22,31,57).

Desta forma, apenas uma pequena parcela de indivíduos que emagrece consegue manter a perda ponderal. Cerca de 50% recuperam o peso prévio aos 12 meses e apenas 11% conseguem manter a perda após 5 anos, de forma que o reganho é um problema recorrente (5, 6,60). Assim como o desenvolvimento da obesidade é multifatorial, os mecanismos de reganho de peso também são complexos e variam de indivíduo para indivíduo (22,31).

Em trabalho anterior do nosso grupo de pesquisa, Monteze (30) verificou a baixa acurácia das EPs em mulheres com sobrepeso e obesidade antes e após intervenção para perda de peso, em concordância com a literatura (13,18,22). A precisão das EP avaliadas por Monteze (30) em geral foi baixa para a população estudada, com superestimação do gasto energético de 47 a 97% antes da intervenção e de 43 a 100% após perda de peso, o que certamente impacta negativamente no planejamento nutricional para redução e manutenção de peso. A partir desses resultados, foi proposta uma nova fórmula para mulheres com sobrepeso e obesidade após redução ponderal associada à intervenção nutricional. A avaliação da nova fórmula apresentou boa acurácia (70%) e percentual de superestimação menor em relação às demais fórmulas analisadas (17%) (30). Porém, a acurácia e a eficácia dessa equação como preditora do GER durante o processo de emagrecimento não foi verificada o que justificou a realização do presente trabalho.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

Avaliar e comparar a acurácia de nova equação preditiva do gasto energético de repouso com equações habitualmente utilizadas e com o gasto energético de repouso medido por calorimetria indireta, durante processo de emagrecimento de mulheres com sobrepeso e obesidade, sedentárias e sem comorbidades.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Comparar o GER predito por equações preditivas e da nova fórmula com o GER mensurado por CI em mulheres sedentárias com sobrepeso e obesidade antes da intervenção nutricional;

Identificar a acurácia e concordância da nova fórmula preditiva do gasto energético de repouso de mulheres sedentárias com sobrepeso e obesidade antes de intervenção nutricional;

Verificar a acurácia e concordância de fórmulas preditivas do gasto energético de repouso de mulheres sedentárias com sobrepeso e obesidade que perderam peso durante intervenção nutricional;

Identificar a acurácia e concordância da nova fórmula preditiva do gasto energético de mulheres sedentárias com sobrepeso e obesidade que perderam peso durante intervenção nutricional;

Verificar o efeito da perda de peso sobre a acurácia da nova fórmula preditiva do GER.

## 4 MÉTODOS

### 4.1 Caracterização do estudo

Trata-se de estudo de intervenção, não-randomizado, não-controlado, em desenvolvimento no Ambulatório de Nutrição do Instituto Alfa de Gastroenterologia, Unidade Funcional do Hospital das Clínicas (HC) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), com coleta de dados iniciadas em maio de 2019 e pausadas em março de 2020.

### 4.2 População do estudo

A população do estudo foi composta por indivíduos do sexo feminino, com idade entre 20 e 50 anos, com índice de massa corporal (IMC) superior a 25 kg/m<sup>2</sup>, classificado como sobrepeso ou obesidade (61), sedentárias segundo critério do *Institute of Medicine* (37), recrutadas por meio de divulgação eletrônica. Foram excluídas da pesquisa mulheres com (i) diagnóstico de doenças crônicas como diabetes *mellitus* (DM), hipertensão arterial sistêmica (HAS), insuficiência renal crônica (IRC), doença cardíaca ou hepática; (ii) operação prévia para perda de peso; (iii) uso de medicamentos para dislipidemia, sensibilidade à insulina ou DM, IRC, HAS, doença cardíaca ou hepática, alterações da tireoide, perda de peso e quaisquer outros medicamentos de uso diário com exceção de anticoncepcional; (iv) grávidas ou lactantes; (v) tabagistas; (vi) com consumo diário de bebida alcoólica acima de duas doses; (vii) praticantes regulares de atividade física e (viii) voluntárias que tenham extrapolado o tempo de retorno de 30 a 45 dias.

### 4.3 Cálculo amostral

A amostra foi dimensionada em 17 participantes com sobrepeso ou obesidade que apresentem perda de peso após 180 dias de intervenção nutricional. O cálculo amostral incluiu a diferença média de 214,2 Kcal entre o GER<sub>m</sub> e o GER<sub>p</sub> das 9 equações testadas por Montese (2019), com desvio padrão de 135,0 Kcal do GER<sub>m</sub>, nível de confiança de 95% e poder estatístico de 80% (62).

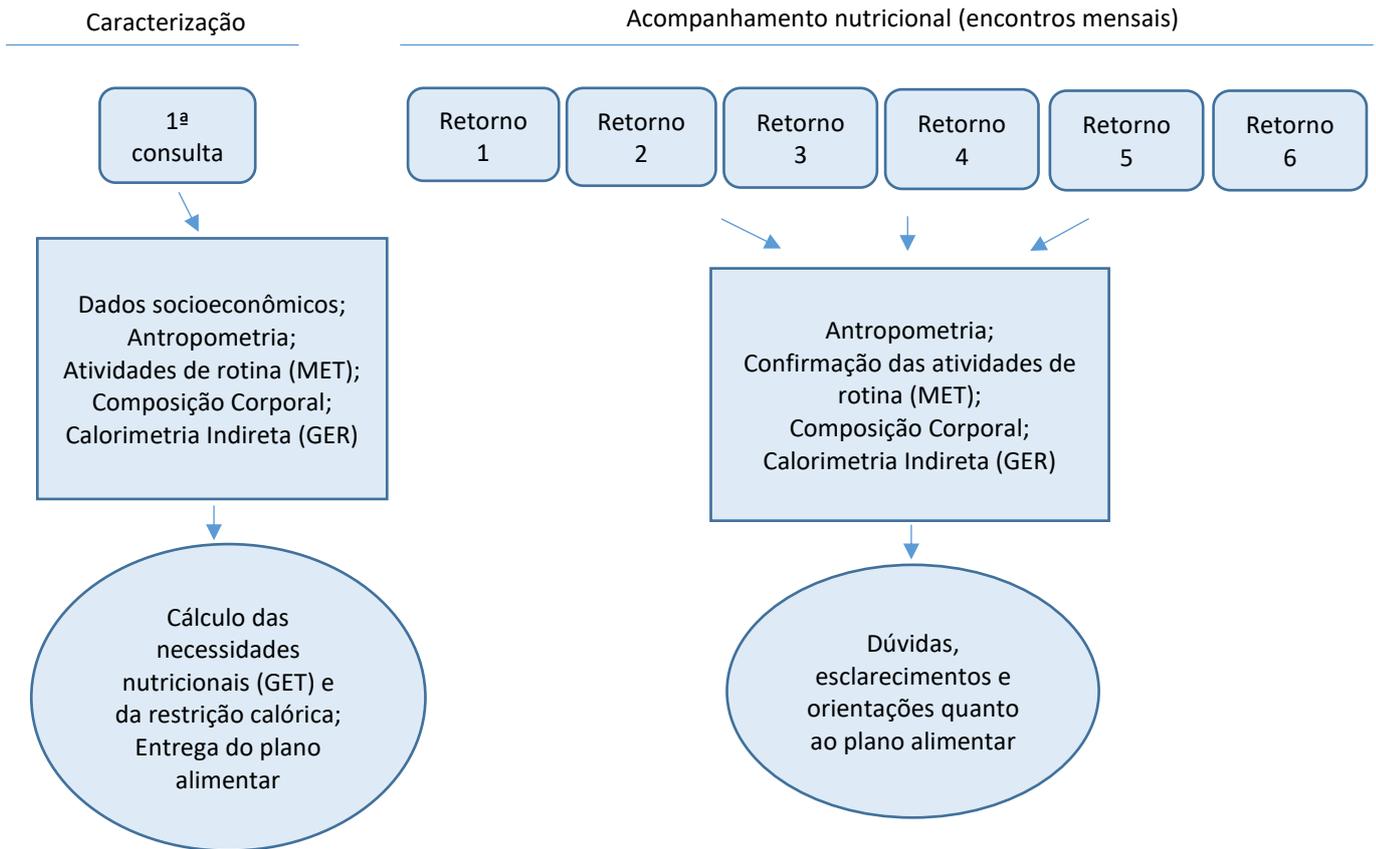
#### **4.4 Questões éticas**

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da UFMG (CAAE: 30409114.8.0000.5149) (Anexo A). As voluntárias assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A) e foram orientadas sobre os procedimentos éticos e legais.

#### **4.5 Delineamento experimental**

As voluntárias foram recrutadas por meio de divulgação eletrônica, através de cartazes nas redes sociais. Foram contactadas por telefone e/ou mensagem eletrônica, a fim de confirmar os critérios de inclusão no estudo e agendar a consulta. Neste primeiro encontro, foi realizada a anamnese, com dados socioeconômicos e dados de atividades de rotina habitual para cálculo de Equivalente Metabólico (MET), segundo Compêndio de Ainsworth (47). Foi feita a avaliação nutricional e de composição corporal, com aferição de peso, altura, circunferência de cintura (CC) (61,63) e bioimpedância elétrica (BIA), além do exame de calorimetria indireta (CI) para mensurar o gasto energético de repouso (GER<sub>m</sub>). Em seguida, o gasto energético total (GET) foi calculado e, do valor encontrado, foi subtraído um valor calórico considerado para o cálculo dietético de perda de peso de 0,5 a 1kg por semana (5,6). Por fim, cada voluntária recebeu o plano alimentar padronizado, com lista de substituição, e foi orientada quanto ao seguimento e ao acompanhamento mensal ao longo de um semestre.

A cada retorno mensal as avaliações físicas, de composição corporal e de GER foram repetidas e era confirmado se as atividades de rotina habitual das voluntárias para cálculo do MET eram mantidas. Também havia esclarecimento de dúvidas e orientações nutricionais para auxiliar na adesão ao plano alimentar entregue na primeira consulta. As orientações sempre eram baseadas no Guia Alimentar para a População Brasileira (64), porém eram direcionadas conforme as dificuldades individuais e dúvidas que podiam levar as voluntárias aos desvios indesejados na dieta padronizada prescrita. O delineamento do estudo é apresentado na Figura 1.



**Figura 1** – Delineamento experimental do acompanhamento nutricional de mulheres com sobrepeso e obesidade

Legenda: MET: equivalente metabólico; GER: gasto energético de repouso; GET: gasto energético total

#### 4.5.1 Avaliação inicial

As voluntárias compareceram ao ambulatório, após jejum noturno de 10 a 12 horas. Após a chegada, permaneceram sentadas para leitura e esclarecimentos do TCLE e realização da anamnese com questionário estruturado (Apêndice B). E, então, foram aferidos peso, altura e circunferência de cintura e realizados bioimpedância elétrica (BIA) e calorimetria indireta para avaliação da composição corporal e da GER, respectivamente. O peso e a altura foram aferidos por meio de balança mecânica calibrada (Filizola®) com 0,1 kg de precisão e 150 kg de capacidade máxima, e régua antropométrica acoplada com precisão de 0,1 centímetro (cm) e extensão máxima de 2,20 m (61). Os dados de peso e altura foram utilizados para cálculo do IMC ( $= \text{peso} / \text{altura}^2$ ), classificado conforme critérios da OMS: sobrepeso ( $\text{IMC} > 25 \text{ kg/m}^2$  e  $< 30 \text{ kg/m}^2$ ) e obesidade ( $\text{IMC} > 30 \text{ kg/m}^2$ ) (61).

A medida da CC ocorreu na menor circunferência abdominal com auxílio de fita métrica comum, flexível e não extensível com precisão de 1 milímetro, com a voluntária na posição ereta, abdome relaxado, braços estendidos lateralmente ao corpo, pés afastados e peso igualmente distribuído para os membros durante a aferição. (63).

A composição corporal foi avaliada por meio de BIA, utilizando-se o equipamento Quantum X<sup>®</sup> (RJL Systems). As voluntárias permaneceram em decúbito dorsal, com os braços posicionados paralelos ao corpo e pernas entreabertas. Os eletrodos de corrente foram fixados abaixo da articulação metacarpo-falangeana, no terceiro dedo da mão direita e logo abaixo do arco transversal, na porção anterior do pé direito. Os eletrodos de detecção foram colocados na porção posterior do punho direito e na porção ventral da articulação do tornozelo direito, entre os maléolos. Os valores de resistência e reatância foram utilizados para o cálculo da MG e da MLG no software do equipamento (65).

O teste de calorimetria indireta foi realizado por meio do equipamento QUARK-RMR<sup>®</sup> (COSMED, Roma, Itália), validado por estudos anteriores (Figura 2), após 30 minutos de repouso das pacientes (46,66). O volume de oxigênio (VO<sub>2</sub>) e o volume de gás carbônico (VCO<sub>2</sub>) foram medidos por 15 minutos, com as participantes em decúbito dorsal, com utilização do capuz ventilado. Elas foram orientadas a permanecer despertas, sem se movimentar, respirando normalmente, sem conversar durante todo o teste. O aparelho foi calibrado antes de cada avaliação. O GER foi calculado, no próprio software ligado ao aparelho, por meio da equação de Weir (1949):  $[(3.941 \times VO_2) + (1.106 \times VCO_2) \times 1440]$  (44).



**Figura 2** - Quark RMR (Cosmed, Rome, Italy), sistema capuz ventilado. Fonte: COSMED

Por serem considerados pelo *Institute of Medicine* (37) indivíduos sedentários - realizam menos de 3 horas semanais de atividade física -, o dado autorelatado das atividades rotineiras foi utilizado no cálculo de equivalente metabólico, amparado pelo compêndio de Ainsworth

(47). Foram apurados os tempos habituais semanais que as voluntárias levam para executar as seguintes atividades mais comuns do dia a dia: dormir, alimentar, tomar banho, assistir televisão, usar o computador, ler, realizar atividades domésticas, deslocar-se a pé. E os METs calculados entraram como o componente do GET referente ao gasto energético da atividade física.

Além do valor do GER mensurado pela CI e dos METs, foram considerados também no cálculo do gasto total os 10% atribuídos ao efeito térmico dos alimentos, conforme consta na fórmula abaixo:

$$\text{GET} = \text{GER} \times \text{MET} + 10\%$$

O valor calórico do plano alimentar foi definido de acordo com a necessidade energética total estimada subtraído de 500 a 1000 quilocalorias (Kcal) dia, restrição que prevê uma perda de 0,5 a 1 quilograma (Kg) por semana (5,7).

#### **4.5.2 Intervenção nutricional**

A intervenção nutricional consistiu na entrega de um plano alimentar, com déficit calórico para perda de peso, lista de substituição e orientações nutricionais individuais orais e por escrito conforme preconiza o Guia Alimentar para População Brasileira (64). O acompanhamento teve periodicidade mensal.

A restrição da dieta em relação ao GET calculado foi feita com o valor máximo viável dentro do intervalo de 500 a 1000 kcal, que prevê perda de 0,5 a 1kg por semana, segundo ABESO (5), de forma a não prescrever dietas com valores inferiores ao GER do indivíduo. A distribuição de macronutrientes foi determinada em 50% de carboidrato, 30% de lipídio e 20% de proteína, respeitando intervalos de recomendação de macronutrientes das *Dietary Reference Intakes* (37).

#### **4.5.3 Acompanhamento**

As voluntárias foram solicitadas a voltar em seis retornos, com frequência mensal, sempre após jejum noturno de 10 a 12 horas. Nos retornos, as avaliações antropométrica, de composição e de GER eram realizadas após 30 minutos de repouso. As dúvidas e dificuldades

com relação à dieta eram sanadas, com orientações nutricionais segundo o Guia Alimentar para a População Brasileira e conforme o plano alimentar prescrito na consulta de avaliação inicial. As pacientes tinham a recomendação de manter o mesmo padrão de atividades diárias e a cada encontro o dado era confirmado.

#### 4.5.4 Fórmulas de Predição do GER

O GER mensurado (GER<sub>m</sub>) foi comparado com o predito (GER<sub>p</sub>) considerando as equações apresentadas na Tabela 2. As EP são as fórmulas utilizadas no trabalho de Monteze (30), acrescida da fórmula de Müller (29) com utilização da variável peso, e foram selecionadas de publicações prévias conforme frequência de uso e relevância clínica. Oito fórmulas usuais utilizam dados antropométricos, e uma delas inclui dados de composição corporal. Foi utilizado o peso atual nos cálculos.

**Tabela 2 – Equações preditivas do Gasto Energético de Repouso.**

Referência	Equação de predição
Harris & Benedict (1919)	$655,1 + 9,56 \times \text{peso (kg)} + 1,84 \times \text{altura (cm)} - 4,67 \times \text{idade (anos)}$
WHO/FAO/UNU (peso) (1985)	18 – 30 anos: $14,7 \times \text{peso (kg)} + 496$ 31 – 60 anos: $8,7 \times \text{peso (kg)} + 829$
WHO/FAO/UNU (peso/ altura) (1985)	18 – 30 anos: $13,3 \times \text{peso (kg)} + 334 \times \text{altura (m)} + 35$ 31 – 60 anos: $8,7 \times \text{peso (kg)} - 25 \times \text{altura (m)} + 865$
Owen (1986)	$795 + 7,18 \times \text{peso (kg)}$
Mifflin-St. Jeor (1990)	$9,99 \times \text{peso (kg)} + 6,25 \times \text{altura (cm)} - 4,92 \times \text{idade (anos)} - 161$
Müller (peso) (2004)	IMC 25-30 kg/m <sup>2</sup> : $10,76 \times \text{peso (kg)} - 3,71 \times \text{idade (anos)} + 813,75$ IMC > 30 kg/m <sup>2</sup> : $11,94 \times \text{peso (kg)} - 3,79 \times \text{idade (anos)} + 698,38$
Müller (MLG) (2004)	IMC 25-30 kg/m <sup>2</sup> : $9,02 \times \text{MLG (kg)} + 7,19 \times \text{MG (kg)} - 2,86 \times \text{idade (anos)} + 938,41$ IMC > 30 kg/m <sup>2</sup> : $13,58 \times \text{MLG (kg)} + 9,61 \times \text{MG (kg)} - 3,35 \times \text{idade (anos)} + 673,23$
Schofield (peso) (1985)	$14,8 \times \text{peso (kg)} + 487$
Schofield (peso/ altura) (1985)	$13,6 \times \text{peso (kg)} + 283 \times \text{altura (m)} + 98$

WHO/FAO/UNU: World Health Organization/Food and Agriculture Organization/ United Nations University. MLG: Massa Livre de gordura; MG: Massa gorda.

#### 4.5.5 Nova fórmula

A nova fórmula proposta por Monteze (30) foi desenvolvida por regressão linear múltipla com base no GER<sub>m</sub> obtido por equipamento de calorimetria indireta validado e referenciado QUARK-RMR<sup>®</sup> (COSMED, Roma, Itália). Inicialmente, foi feita correlação entre GER<sub>m</sub> e as variáveis de caracterização da população (idade, dados antropométricos e de composição corporal) e aquelas com valor de  $p \leq 0,20$  da análise bivariada foram testadas no modelo. O método *backward* foi utilizado. A significância do modelo final foi avaliada pelo teste F da análise de variância e a qualidade do ajuste pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Os resíduos foram avaliados de acordo com as premissas de normalidade, homoscedasticidade, linearidade e independência. Além disso, foi realizada a verificação da multicolinearidade entre as variáveis incluídas no modelo, chegando à fórmula:

$$\text{GER} = 1,064.69 + (24.18 \times \text{IMC}) - (12.81 \times \text{CC}) + (13.96 \times \text{MLG})$$

em que as unidades de IMC, CC e MLG são  $\text{kg}/\text{m}^2$ , cm e kg, respectivamente (30).

#### 4.5.6 GER corrigido

O GER será descrito com seu valor bruto e com seu valor corrigido pelo peso e pela MLG. Para a correção, em cada momento de avaliação, o valor bruto é dividido pelo peso (GER/peso) e pela MLG em quilos (GER/MLGKg).

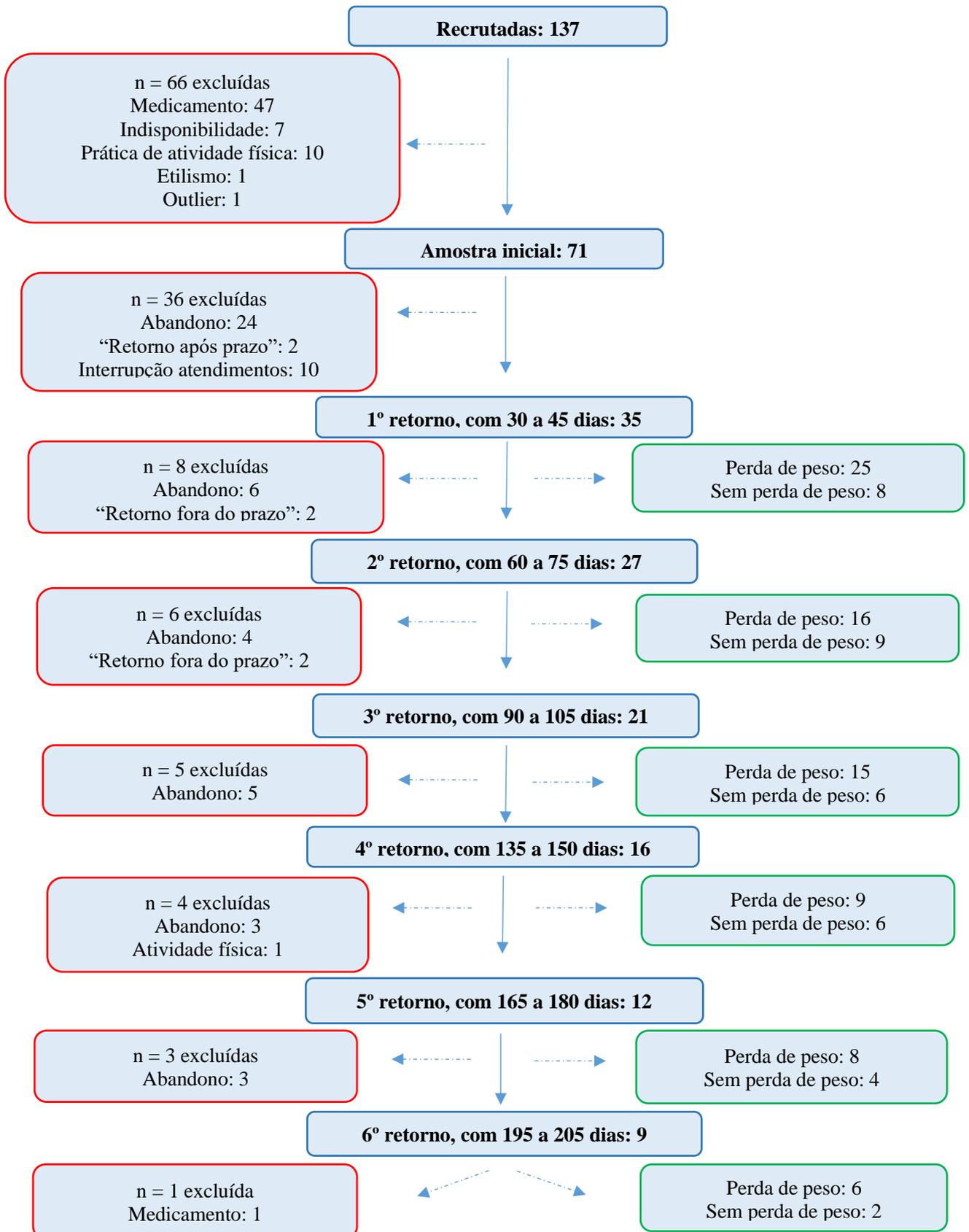
#### 4.5.7 Testes estatísticos

As variáveis categóricas serão descritas com suas frequências absolutas e relativas. Todos os dados quantitativos são apresentados como média e desvio padrão. O teste Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar se as variáveis seguiram uma distribuição normal. O teste t-pareado (para variáveis paramétricas) e o teste de Wilcoxon (para variáveis não-paramétricas) foram usadas para comparar o GER<sub>m</sub> e GER<sub>p</sub>. O intervalo de confiança de 95% foi calculado para a diferença entre GER<sub>m</sub> e GER<sub>p</sub>. Predições entre 90 e 110% em relação ao GER<sub>m</sub> foram consideradas como acurácia adequada. Valores de predição abaixo de 90% ou acima de 110% foram considerados subestimação e superestimação, respectivamente. A diferença percentual média entre GER<sub>m</sub> e GER<sub>p</sub> (viés) é a medida de precisão considerada para o grupo em questão. O nível de concordância na classificação individual de acordo com o GER<sub>p</sub> e GER<sub>m</sub> foi

avaliado usando frequências e semelhanças entre os quartis pelo método de Bland e Altman (1986) (67). A comparação das proporções de acurácia e da média do viés do GERp das 11 participantes que finalizaram o estudo com perda de peso em todos os períodos ocorreu por meio do teste McNemar e ANOVA para medidas repetidas ou Friedman, respectivamente. Os dados foram analisados pelo software SPSS, versão 19.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA).  $P < 0.05$  foi considerado diferença estatística.

## 5 RESULTADOS

A Figura 3 apresenta o fluxograma de recrutamento e dos atendimentos realizados. Foram recrutadas 137 mulheres e 71 delas estavam dentro dos critérios de inclusão.



**Figura 3** – Fluxograma do número de participantes nos diferentes períodos do estudo.

A coleta de dados foi interrompida em março de 2020, em virtude do risco relacionado com a Pandemia de Covid-19. Assim, os resultados apresentados a seguir incluem as voluntárias que foram avaliadas antes da intervenção e aquelas que perderam peso durante os três primeiros retornos, realizados após 30, 60 e 90 dias de intervenção nutricional. O indivíduo considerado outlier, excluído da amostra, teve IMC de 54,6 kg/m<sup>2</sup>.

As medidas antropométricas e de composição corporal das 71 voluntárias no tempo basal são apresentadas na Tabela 3. A idade média das mulheres foi de 34±8 anos. 52,1% das mulheres eram casadas e a renda *per capita* média foi de 2,5±1,6 salários mínimos. Para as atividades de rotina habituais, a média foi de 1,3 ± 0,1 METs.

**Tabela 3 – Características do grupo de estudo antes da intervenção (n=71).**

Características	Todas (n = 71)	Sobrepeso (n = 18)	Obesidade (n = 53)
Idade (anos) <sup>a</sup>	33,7 ± 7,75	33,2 ± 7,6	33,9 ± 7,9
Peso (Kg) <sup>b</sup>	90,0 ± 13,4	76,1 ± 7,1	94,7 ± 11,8 <sup>†</sup>
IMC (Kg/m <sup>2</sup> ) <sup>b</sup>	33,7 ± 4,3	28,6 ± 1,1	35,4 ± 3,5 <sup>†</sup>
CC (cm) <sup>b</sup>	93,2 ± 9,0	83,5 ± 4,7	96,5 ± 7,6 <sup>†</sup>
MG (kg) <sup>a</sup>	39,4 ± 9,0	30,1 ± 4,0	42,5 ± 8,0 <sup>†</sup>
MLG (kg) <sup>b</sup>	50,7 ± 6,3	46,1 ± 5,02	52,2 ± 6,0 <sup>†</sup>
GERm (Kcal/ dia) <sup>b</sup>	1569,3 ± 247,9	1359,7 ± 130,0	1640,5 ± 238,4 <sup>†</sup>

Todos os valores estão em média ± SD. <sup>a</sup> Teste t Student; <sup>b</sup> Teste Mann Whitney; <sup>\*\*</sup> Teste Quiquadrado. <sup>†</sup> Diferença estatística entre mulheres com sobrepeso e obesidade (p< 0,05).

IMC: índice de massa corporal; CC: circunferência de cintura; MG: massa gorda; MLG: massa livre de gordura; GERm: Gasto Energético de Repouso mensurado.

Considerando a avaliação das fórmulas no início do acompanhamento nutricional (basal), ou seja, no encontro prévio a instituição da dieta para a perda de peso, o valor do GERm foi de 1569,3 ± 247,9 Kcal. Das fórmulas testadas, apenas as EP de Mifflin (27) e de Müller (MLG) (29) não apresentaram diferença em relação ao GERm. As duas EPs de Schofield (24) apresentaram as maiores médias de diferença em relação ao GERm, com p<0,005. A acurácia variou de 5,6 a 59,7%, com maior subestimação para Owen (1986) e para a nova fórmula proposta por Monteze (30) (35,2% e 46,5% respectivamente) e maior superestimação para equações de Schofield (peso) e Schofield (peso/altura) (24) (71,8% e 94,4% respectivamente) (Tabela 4).

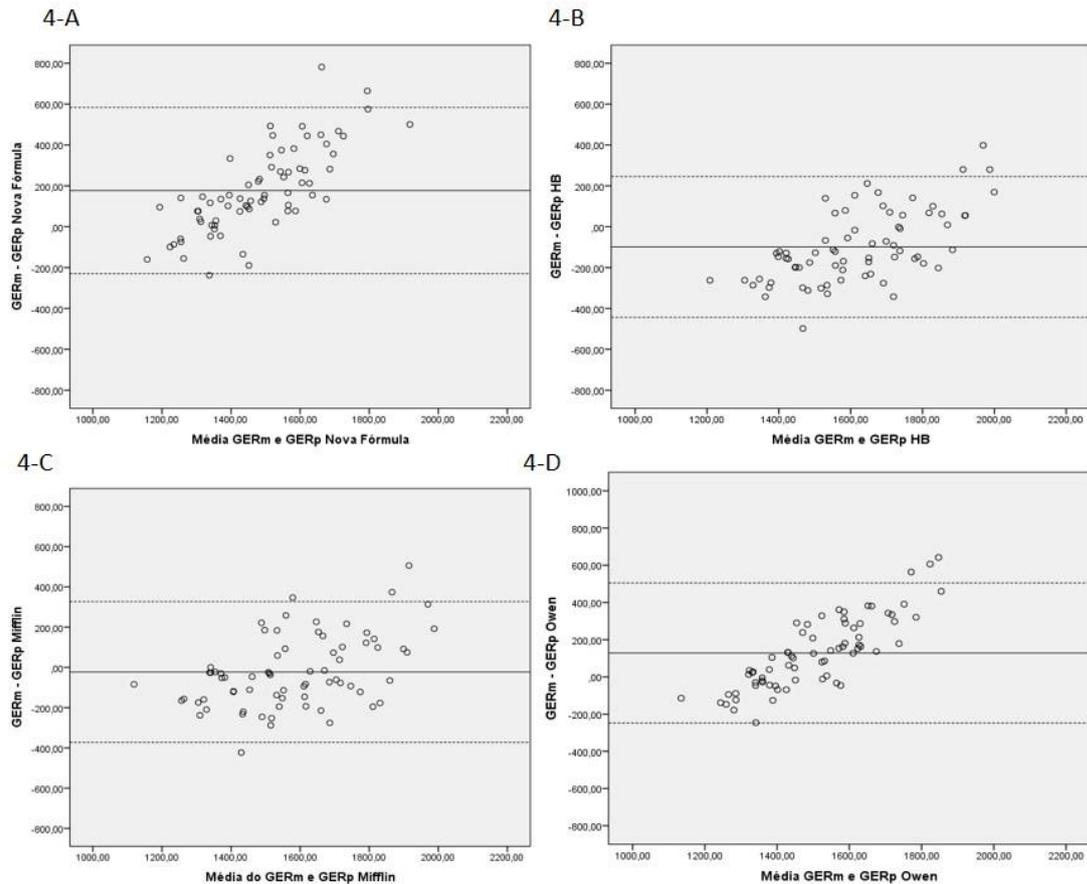
**Tabela 4 - Comparação do GER medido com o GER predito de mulheres com sobrepeso e obesidade antes da intervenção nutricional (n= 71).**

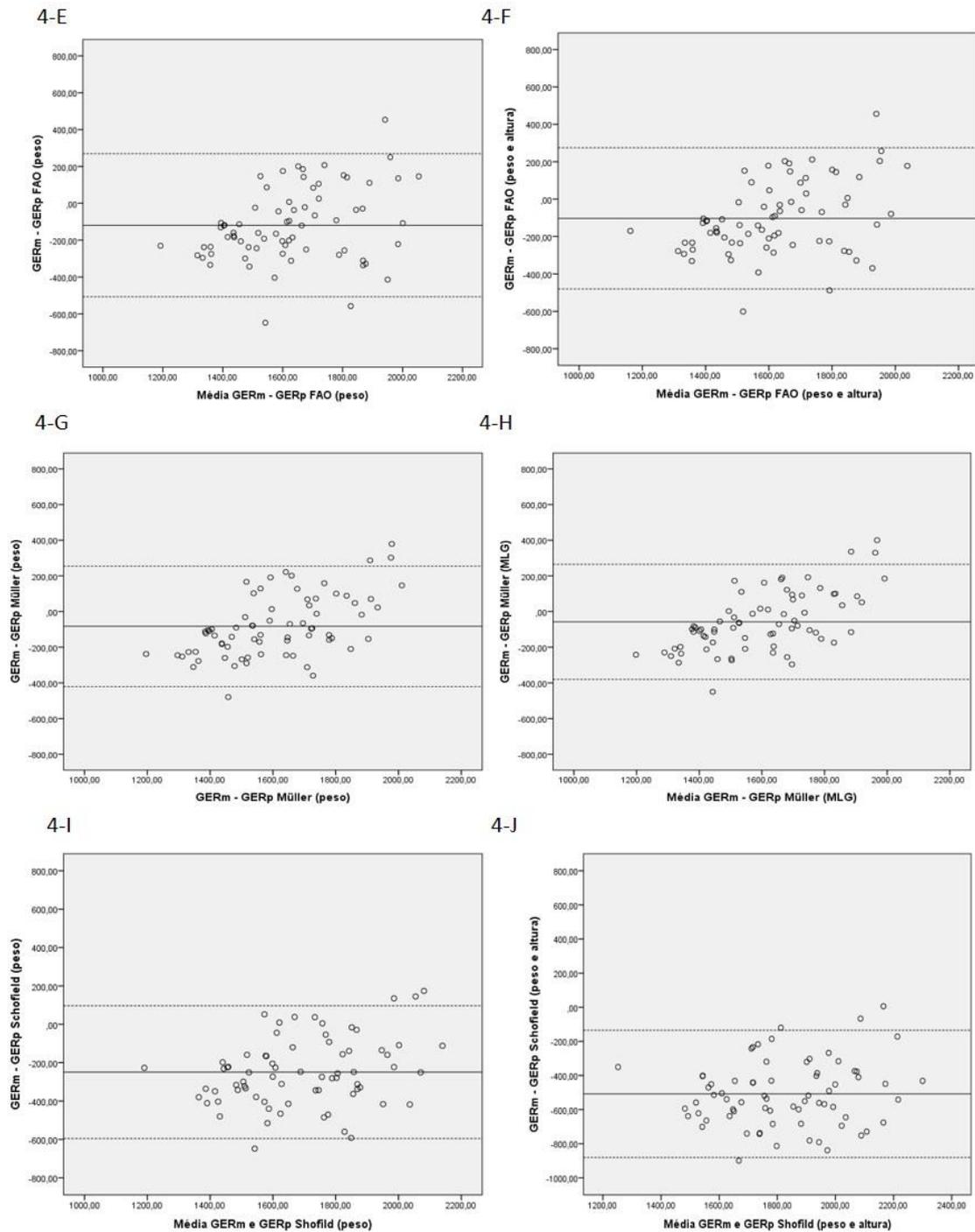
	Kcal/ d <sup>a</sup>	Diferença		Predição			
		Kcal/d	CI 95%	Sub % (n)	Acurácia % (n)	Super % (n)	Viés (%)
Calorimetria indireta	1569,35 ± 247,9	-	-	-	-	-	-
Nova fórmula	1392,1 ± 104,7*	177,3 ± 207,5	128,1; 226,4	46,5 (33)	47,9 (34)	5,6 (4)	-9,7
Mifflin-St. Jeor	1592,3 ± 170,9	-23,0 ± 178,4	-65,2; 19,2	15,5 (11)	57,7 (41)	26,8 (19)	2,7
Harris & Benedict	1668,2 ± 144,8*	-98,8 ± 175,8	-140,5; -57,2	5,6 (4)	50,7 (36)	43,7 (31)	7,9
Owen	1441,0 ± 96,5*	128,3 ± 192,0	82,9; 173,7	35,2 (25)	56,3 (40)	8,5 (6)	-6,6
WHO/FAO/UNU (peso)	1688,5 ± 189,8*	-119,1 ± 199,5	-166,3; -71,9	8,3 (6)	40,3 (29)	50,0 (36)	9,1
WHO/FAO/UNU (peso/alt.)	1672,3 ± 179,0*	-102,9 ± 194,0	-148,8; -57,0	8,3 (6)	43,4 (32)	45,8 (33)	8,0
Müller (peso)	1652,3 ± 179*	-82,7 ± 173,6	-123,8; -41,6	9,7 (7)	52,8 (38)	36,1 (26)	6,7
Müller (MLG)	1627,0 ± 151,7	-57,6 ± 165,9	-96,9; -18,3	9,7 (7)	59,7 (43)	29,2 (21)	5,1
Schofield (peso)	1818,6 ± 199,0*	- 249,3 ± 176,5	-291,0; -207,5	0 (0)	28,2 (20)	71,8 (51)	17,3
Schofield (peso/alt.)	2077,3 ± 222,42*	-507,9 ± 190,2	-552,9; -462,9	0 (0)	5,6 (4)	94,4 (67)	34,1

<sup>a</sup> Teste t Student Pareado; \*p< 0,05.

IC: Intervalo de Confiança; WHO/FAO/UNU: World Health Organization/Food and Agriculture Organization/United Nations University; alt.: altura; MLG: massa livre de gordura.

A Figura 4 mostra a análise de concordância de Bland-Altman entre GERp e GERm das fórmulas estudadas. A proximidade média da diferença (linha central) com o zero e a maior concentração de pontos próximos da linha central (menor dispersão) mostram a concordância do GERp com o GERm. Nesse momento da avaliação, houve concordância das EPs de Mifflin (27) (Figura 4-C) e de Müller (MLG) (29) (Figura 4-H).





**Figura 4** – Concordância entre GERm e GERp antes da intervenção nutricional (n=71).

Método Bland-Altman. 4-A: Nova Fórmula (2019); 4-B: Harris-Benedict (1919); 4-C: Mifflin (1990); 4-D: Owen (1986); 4-E: WHO/FAO/UNU (p)(1985); 4-F: WHO/FAO/UNU (p/a)(1985); 4-G: Müller(p)(2004); 4-H: Müller (MLG)(2004); 4-I: Schofield(p)(1985); 4-J: Schofield(p/a)(1985).

Legenda: GERm: Gasto Energético em Repouso mensurado por calorimetria indireta; GERp: Gasto Energético em Repouso predito; WHO/FAO/UNU: World Health Organization/Food and Agriculture Organization/United Nations University; MLG: massa livre de gordura.

## 5.1 Intervenção nutricional

No intuito de investigar as alterações GER<sub>m</sub> e GER<sub>p</sub> ao longo dos períodos da intervenção nutricional, os resultados apresentados a seguir referem-se às mulheres que reduziram o peso corporal, a cada momento de avaliação, ainda que não tenham concluído o tempo total previsto da intervenção nutricional.

No primeiro retorno, 33 voluntárias foram reavaliadas. As mulheres que compareceram a intervenção apresentavam idade, características antropométricas, composição corporal, GER e de equivalentes metabólicos similar ao daquelas que foram excluídas (n=38) da amostra (p> 0,05). Também não houve diferença estatística das características das mulheres que perderam (n=25) ou não (n=8) peso corporal (p> 0,05) (dados não mostrados).

A Tabela 5 apresenta as características das voluntárias que perderam peso após 30 dias de intervenção. Os equivalentes metabólicos do grupo não diferiram entre o início e 30 dias de intervenção ( $1,3 \pm 0,1$  e  $,1,3 \pm 0,3$ , respectivamente; p> 0,05).

**Tabela 5 – Características do grupo de estudo após 30 dias de intervenção nutricional (n=25).**

Características	Antes da intervenção	Durante intervenção	Valor p
	Basal	30 dias	
Peso (Kg)	91,7 ± 15,2	90,0 ± 15,0	<0,001 <sup>a</sup>
Índice de Massa Corporal (Kg/m <sup>2</sup> )	34,9 ± 4,7	34,2 ± 4,6	<0,001 <sup>b</sup>
Circunferência da Cintura (cm)	95,1 ± 10,3	93,3 ± 10,5	0,001 <sup>b</sup>
Gordura Corporal (kg)	41,1 ± 10,2	39,4 ± 9,7	<0,001 <sup>a</sup>
Massa Livre de Gordura (kg)	50,8 ± 6,2	50,6 ± 6,7	0,788 <sup>b</sup>
GER (Kcal/ dia)	1606,1 ± 299,9	1538,5 ± 224,2	0,104 <sup>b</sup>
GER/peso	31,6 ± 4,0	30,6 ± 4,0	0,264 <sup>a</sup>
GER/MLGkg	17,6 ± 2,5	17,4 ± 2,7	0,493 <sup>a</sup>

Todos os valores estão em média ± SD. <sup>a</sup> Teste Wilcoxon. <sup>b</sup> T Teste t Student Pareado.

GER: Gasto Energético de Repouso. GER/peso: Gasto Energético de Repouso corrigido por peso; GER/MLGkg: Gasto energético de repouso corrigido por massa livre de gordura em quilogramas.

Aos 30 dias de intervenção, as duas fórmulas de Schofield (24) apresentaram maiores diferenças em comparação com o GER<sub>m</sub> (p< 0,05). O viés variou de -7,4% a 35,9%. A acurácia

variou de 8 a 56%, com maior subestimação para a nova fórmula (30) (48%) e superestimação para Schofield (peso/altura) (24) (92%). (Tabela 6).

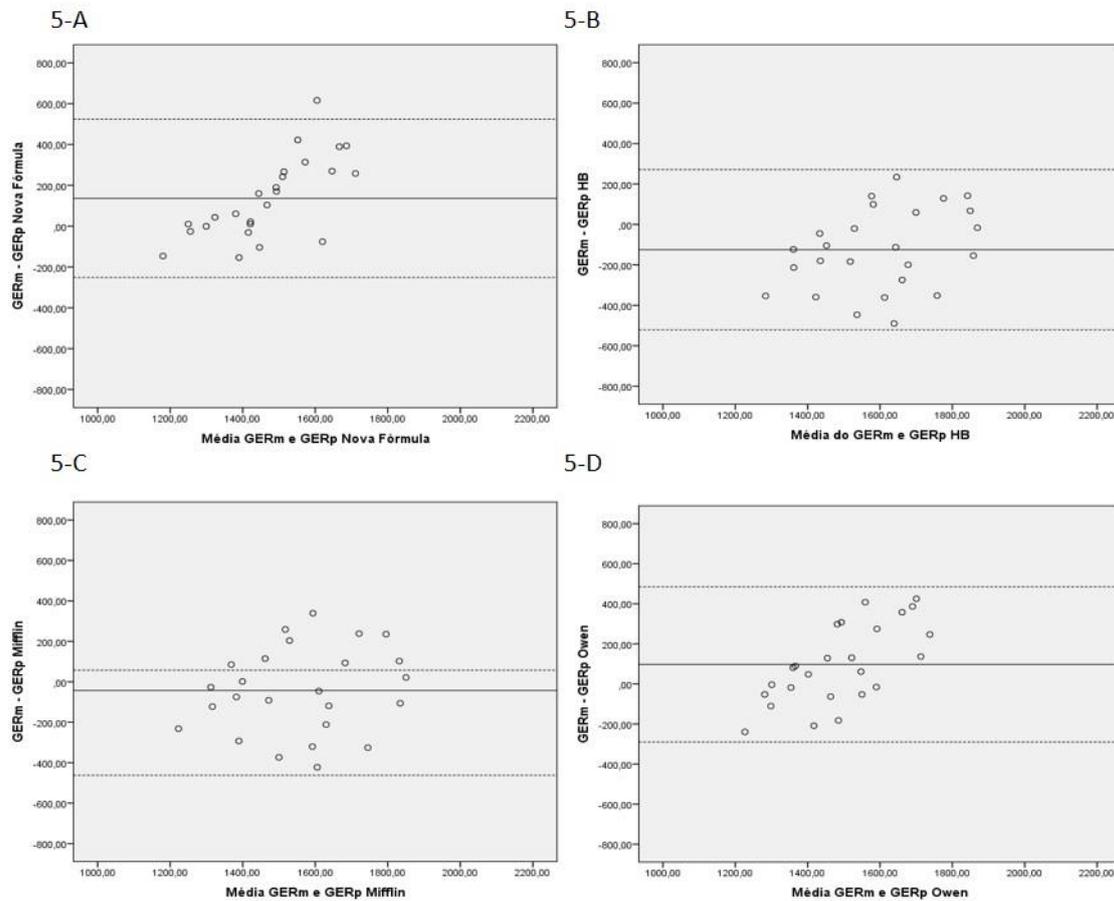
**Tabela 6 – Comparação do GER medido com o GER predito de mulheres com sobrepeso e obesidade que perderam peso após 30 dias de intervenção nutricional (n= 25).**

	Kcal/ d	Diferença		Predição			
		Kcal/d	CI 95%	Sub % (n)	Acurácia % (n)	Super % (n)	Viés (%)
Calorimetria indireta	1538,5 ± 224,2	-	-	-	-	-	-
Nova fórmula <sup>a</sup>	1402,3 ± 100,4*	136,2 ± 197,9	54,5; 217,9	48,0 (12)	44 (11)	8,0 (2)	-7,4
Mifflin-St. Jeor <sup>a</sup>	1581,3 ± 190,3	-42,8 ± 214,0	-131,1; 45,5	20,0 (5)	52,0 (13)	28,0 (7)	4,1
Harris & Benedict <sup>a</sup>	1663,2 ± 163,8*	-124,7 ± 202,1	-208,1; -41,3	3,8 (1)	50,0 (13)	46,2 (12)	9,6
Owen <sup>b</sup>	1441,1 ± 108,0*	97,4 ± 197,6	15,9; 179,0	32,0 (8)	56,0 (14)	12,0 (3)	-4,8
WHO/FAO/UNU (peso) <sup>a</sup>	1701,1 ± 203,7*	-120,5 ± 227,7	-214,5; -26,6	4,0 (1)	52,0 (13)	44,0 (11)	9,4
WHO/FAO/UNU (peso/alt.) <sup>a</sup>	1667,5 ± 185,3*	-142,7 ± 260,5	-250,2; -35,1	4,0 (1)	52,0 (13)	44,0 (11)	10,8
Müller (peso) <sup>a</sup>	1667,5 ± 185,3*	-109,5 ± 211,0	-196,6; -22,4	8 (2)	48,0 (12)	44,0 (11)	8,5
Müller (MLG) <sup>a</sup>	1640,0 ± 170,0*	-82,2 ± 199,0	-164,4; -0,1	12 (3)	56,0 (14)	32,0 (8)	6,8
Schofield (peso) <sup>b</sup>	1818,8 ± 222,6*	- 280,3 ± 229,4	-375,0; -185,6	0 (0)	28,0 (7)	72,0 (18)	19,7
Schofield (peso/alt.) <sup>b</sup>	2064,9 ± 243,2*	-526,3 ± 245,1	-627,5; 425,1	0 (0)	8,0 (2)	92,0 (23)	35,9

<sup>a</sup> Teste t Student Pareado; <sup>b</sup> Teste de Wilcoxon; \*p< 0,05.

IC: Intervalo de Confiança; WHO/FAO/UNU: World Health Organization/Food and Agriculture Organization/United Nations University; Alt.: altura; MLG: massa livre de gordura.

A Figura 5 apresenta a análise de concordância após 30 dias de intervenção. Foi mantida maior concordância entre GERm e GERp para a EP de Mifflin (27) e de Müller (MLG) (29) como mostrado nas figuras 5-C e 5-H.



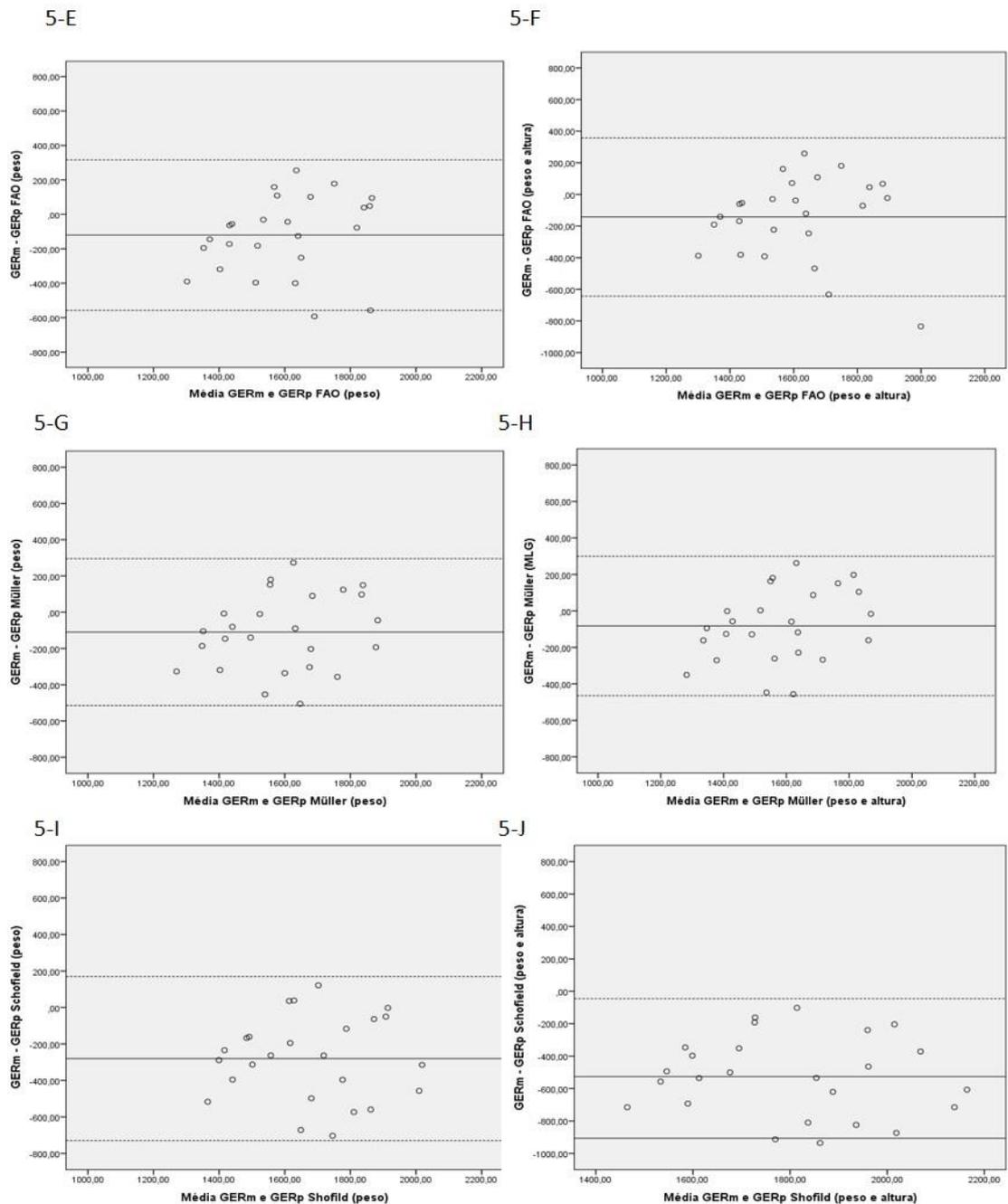


Figura 5 – Concordância entre GERm e GERp após 30 dias de intervenção (n=25).

Método Bland-Altman. 4-A: Nova Fórmula (2019); 4-B: Harris-Benedict (1919); 4-C: Mifflin (1990); 4-D: Owen (1986); 4-E: WHO/FAO/UNU (p)(1985); 4-F: WHO/FAO/UNU (p/a)(1985); 4-G: Müller(p)(2004); 4-H: Müller (MLG)(2004); 4-I: Schofield(p)(1985); 4-J: Schofield(p/a)(1985).

Legenda: GERm: Gasto Energético em Repouso mensurado por calorimetria indireta; GERp: Gasto Energético em Repouso predito; WHO/FAO/UNU: World Health Organization/Food and Agriculture Organization/United Nations University; MLG: massa livre de gordura.

Ao completar 60 dias de intervenção, 25 voluntárias foram avaliadas, 16 (64%) apresentaram perda de peso. As características iniciais de quem compareceu ou não a consulta, bem como de quem perdeu peso ou não foi similar ( $p>0,05$ ) (dados não mostrados). Neste

momento, houve diferença entre as médias iniciais de peso, circunferência de cintura, massa gorda e IMC, como mostra a Tabela 7. A média de equivalentes metabólicos foi de  $1,4 \pm 0,2$  METs, sem diferença em relação ao basal ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 7 – Características do grupo de estudo após 60 dias de intervenção nutricional (n=16).**

Características	Antes da	Durante	Valor p
	intervenção	intervenção	
	Basal	60 dias	
Peso (Kg)	$84,9 \pm 10,3$	$82,9 \pm 9,8$	<b>0,001<sup>b</sup></b>
Índice de Massa Corporal (Kg/m <sup>2</sup> )	$32,7 \pm 4,0$	$32,0 \pm 3,6$	<b>0,001<sup>a</sup></b>
Circunferência da Cintura (cm)	$90,6 \pm 9,0$	$88,9 \pm 7,4$	<b>0,002<sup>a</sup></b>
Gordura Corporal (kg)	$36,2 \pm 6,1$	$34,3 \pm 5,9$	<b>0,044<sup>a</sup></b>
Massa livre de gordura (kg)	$48,7 \pm 5,4$	$48,7 \pm 6,1$	0,936 <sup>a</sup>
GER (Kcal/ dia)	$1522,9 \pm 302,9$	$1504,6 \pm 228,9$	0,959 <sup>b</sup>
GER/peso	$31,1 \pm 3,5$	$31,5 \pm 4,7$	0,747 <sup>b</sup>
GER/MLGkg	$17,9 \pm 2,2$	$18,4 \pm 2,1$	0,454 <sup>b</sup>

Todos os valores estão em média  $\pm$  SD. <sup>a</sup>Teste Wilcoxon. <sup>b</sup>T Teste t Student Pareado.

GER: Gasto Energético de Repouso. GER/peso: Gasto Energético de Repouso corrigido por peso; GER/MLGkg: Gasto energético de repouso corrigido por massa livre de gordura em quilogramas.

O GERm médio no 2º retorno foi de  $1504,60 \pm 228,9$ . A fórmula de Mifflin (27) apresentou a menor diferença em relação ao GERm (1,1 a 196,6 kcal/d). Maiores acurácias (62,5%) foram encontradas para Harris-Benedict (23), Owen (26), as duas fórmulas de WHO/FAO/UNU (25) e as duas de Müller (9) e a menor acurácia foi encontrada para Schofield (peso/altura) (24) (6,2%). A nova fórmula (30) manteve maior subestimação (43,8%) e Schofield (peso/altura) (24) a maior superestimação (93,8%) dentre as EP (Tabela 8).

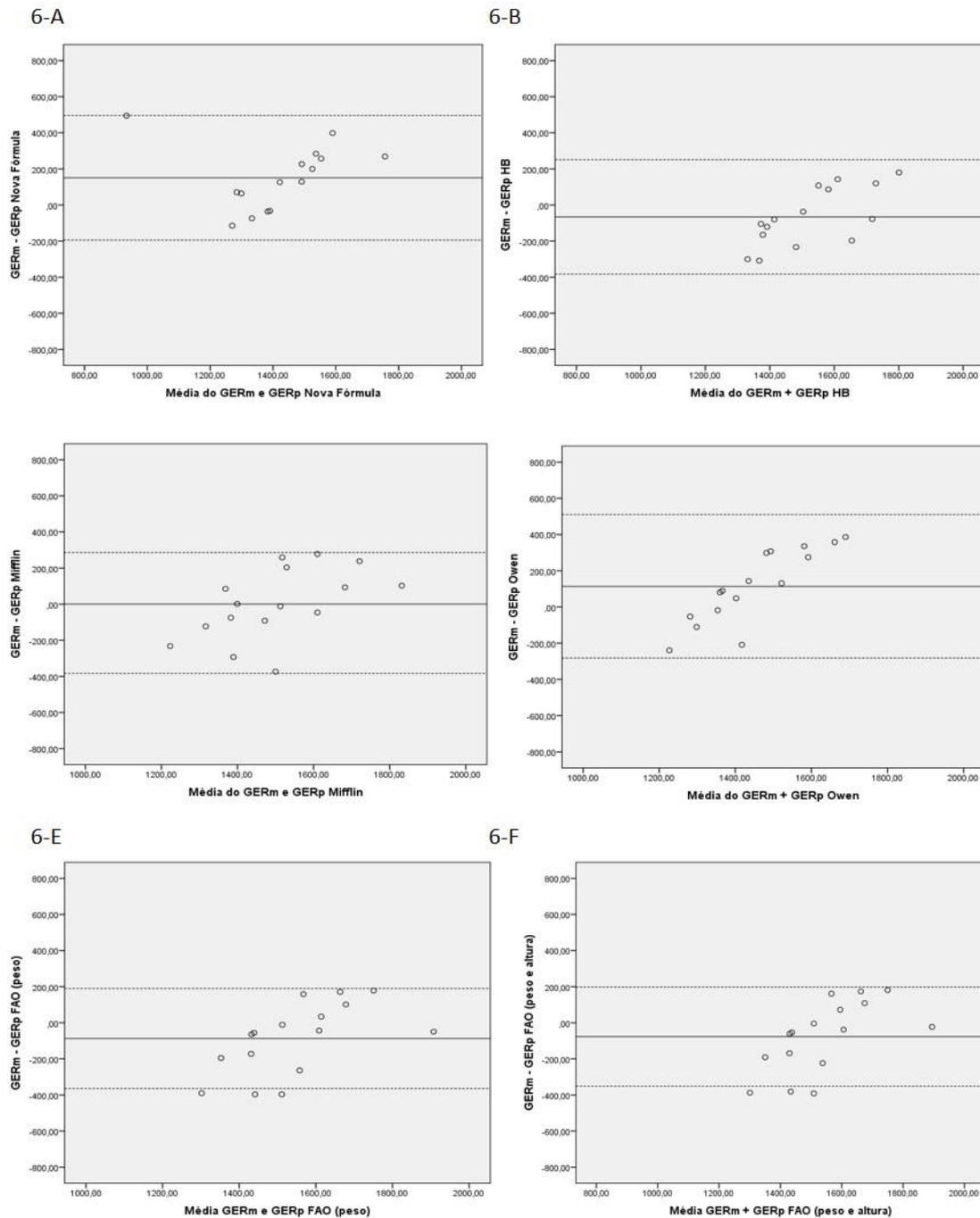
**Tabela 8 - Comparação do GER medido com o GER predito de mulheres com sobrepeso e obesidade após 60 dias de intervenção nutricional – (n=16).**

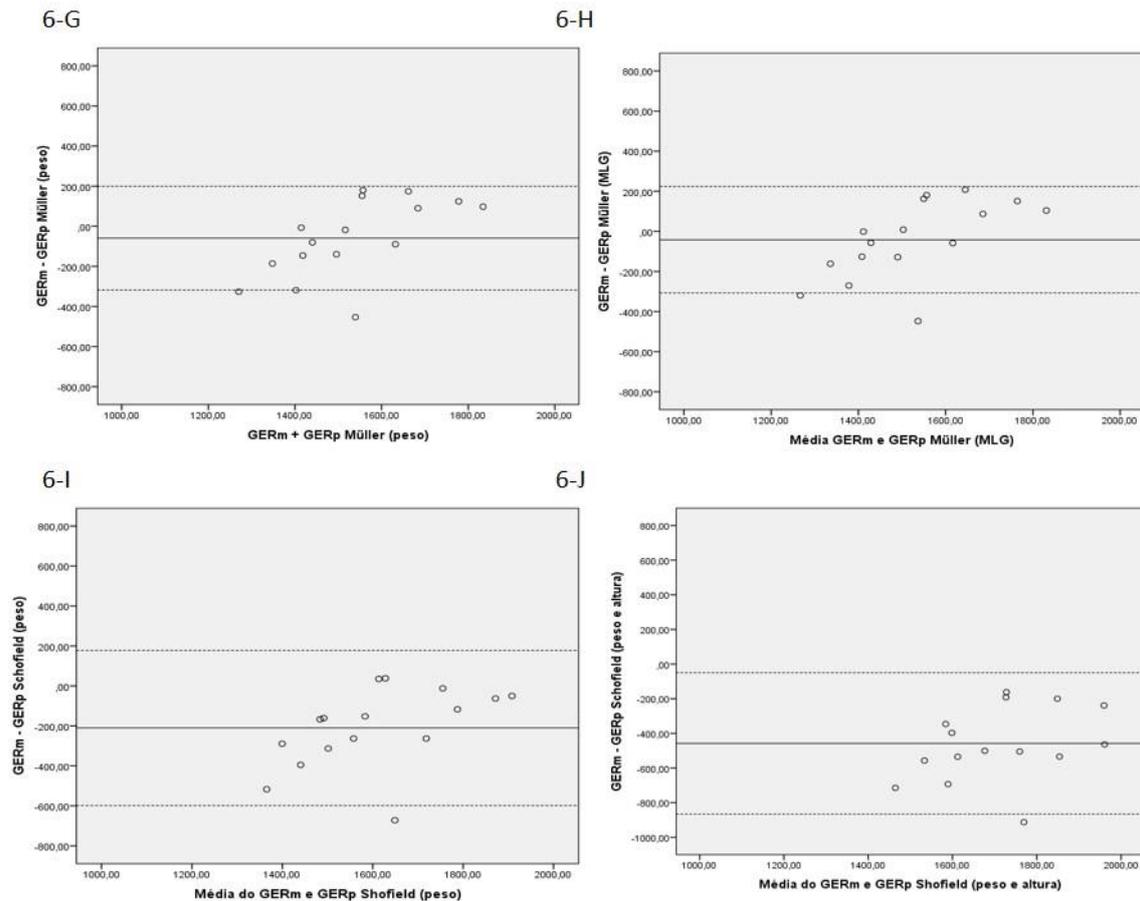
	Kcal/ d	Diferença		Predição			
		Kcal/d	CI 95%	Sub % (n)	Acurácia % (n)	Super % (n)	Viés (%)
Calorimetria indireta	1504,60 ± 228,9	-	-	-	-	-	-
Nova fórmula <sup>a</sup>	1378,8 ± 92,8 *	125,8 ± 185,5	26,9; 224,6	43,8 (7)	43,8 (7)	12,5 (2)	-6,9
Mifflin-St. Jeor <sup>a</sup>	1503,4 ± 133,7	1,1 ± 196,6	-103,6; 105,9	25,0 (4)	56,3 (9)	18,8 (3)	1,5
Harris & Benedict <sup>a</sup>	1591,7 ± 111,2	-87,2 ± 191,9	-189,4; 15,1	0 (0)	62,5 (10)	37,5 (6)	7,6
Owen <sup>a</sup>	1390,5 ± 69,9 *	114,0 ± 202,0	6,4; 221,7	37,5 (6)	50,0 (8)	12,5 (2)	-5,8
WHO/FAO/UNU (peso) <sup>a</sup>	1591,7 ± 124,4	-87,1 ± 198,6	-193,0; 18,7	0 (0)	62,5 (10)	37,5 (6)	6,9
WHO/FAO/UNU (peso/alt.) <sup>a</sup>	1546,3 ± 84,1	-41,7 ± 199,1	-147,8; 64,4	0 (0)	62,5 (10)	37,5 (6)	7,6
Müller (peso) <sup>a</sup>	1664,2 ± 173,4	-159,7 ± 204,9	-268,8; -50,5	6,3 (1)	62,5 (10)	31,3 (5)	6,9
Müller (MLG)	1546,3 ± 120,5	-41,8 ± 192,6	-144,4; 60,9	12,5 (2)	62,5 (10)	25,0 (4)	5,7
Schofield (peso) <sup>a</sup>	1714,6 ± 144,1*	- 210,1 ± 198,1	-315,6; -104,5	0 (0)	37,5 (6)	62,5 (10)	15,8
Schofield (peso/alt.) <sup>a</sup>	1962,3 ± 165,9*	-457,8 ± 208,3	-568,7; -346,8	0 (0)	6,2 (1)	93,8 (15)	32,6

<sup>a</sup> Teste t Student Pareado; \*p< 0,05.

IC: Intervalo de Confiança; WHO/FAO/UNU: World Health Organization/Food and Agriculture Organization/United Nations University; Alt.: altura; MLG: massa livre de gordura.

A Figura 6 mostra a análise de concordância aos 60 dias de intervenção nutricional. A linha da diferença média entre GERp e GERm encontra-se mais próxima de zero, demonstrando maiores concordâncias para as fórmulas de Mifflin (27) (Figura 6-C), Müller (peso) (29) (Figura 6-G) e Müller (MLG) (29) (Figura 6-H).





**Figura 6** – Concordância entre GERm e GERp após 60 dias de intervenção (n=16). Método Bland-Altman. 4-A: Nova Fórmula (2019); 4-B: Harris-Benedict (1919); 4-C: Mifflin (1990); 4-D: Owen (1986); 4-E: WHO/FAO/UNU (p)(1985); 4-F: WHO/FAO/UNU (p/a)(1985); 4-G: Müller(p)(2004); 4-H: Müller (MLG)(2004); 4-I: Schofield(p)(1985); 4-J: Schofield(p/a)(1985).

Legenda: GERm: Gasto Energético em Repouso mensurado por calorimetria indireta; GERp: Gasto Energético em Repouso predito; WHO/FAO/UNU: World Health Organization/Food and Agriculture Organization/United Nations University; MLG: massa livre de gordura.

No 3º retorno foram avaliadas 21 voluntárias, sendo 15 (71,4%) com perda de peso, cujas características são apresentadas na Tabela 9. Peso, IMC, CC e MG tiveram alteração significativa entre o basal e aos 90 dias de intervenção. Os equivalentes metabólicos do grupo não diferiram entre o início e 90 dias de intervenção ( $1,3 \pm 0,1$  e  $1,3 \pm 0,2$ , respectivamente;  $p > 0,05$ ). Ressalta-se que as características das mulheres que perderam peso e compareceram a consulta eram similares as características daquelas que abandonaram o tratamento nutricional ( $p > 0,05$ ) (dados não mostrados).

**Tabela 9 – Características do grupo de estudo após 90 dias de intervenção nutricional (n=15).**

Características	Antes da intervenção	Durante intervenção	Valor p
	Basal	90 dias	
Peso (Kg)	84,1 ± 12,3	81,1 ± 11,2	<b>0,001<sup>a</sup></b>
Índice de Massa Corporal (Kg/m <sup>2</sup> )	33,4 ± 4,4	30,5 ± 8,8	<b>0,001<sup>a</sup></b>
Circunferência da Cintura (cm)	91,4 ± 10,0	88,1 ± 8,7	<b>0,019<sup>a</sup></b>
Gordura Corporal (kg)	36,0 ± 8,9	33,2 ± 7,8	<b>0,001<sup>b</sup></b>
Massa Livre de Gordura (kg)	49,1 ± 5,3	47,9 ± 4,7	0,088 <sup>b</sup>
GER (Kcal/ dia)	1542,9 ± 264,9	1492,8 ± 215,7	0,277 <sup>b</sup>
GER/peso	31,2 ± 2,9	31,2 ± 3,4	0,650 <sup>a</sup>
GER/MLGkg	18,5 ± 2,7	18,5 ± 2,0	0,820 <sup>a</sup>

Todos os valores estão em média ± SD. <sup>a</sup>Teste Wilcoxon. <sup>b</sup>T Teste t Student Pareado.

GER: Gasto Energético de Repouso. GER/peso: Gasto Energético de Repouso corrigido por peso; GER/MLGkg: Gasto energético de repouso corrigido por massa livre de gordura em quilogramas.

O GERm foi de 1492,8 ± 215,7 kcal/dia. Neste momento da intervenção, as EP de Mifflin (27), Harris-Benedict (23), WHO/FAO/UNU (peso e peso/altura) (25) e Müller (peso e MLG) (29) não apresentaram diferença com o GERm. A diferença permaneceu maior para a fórmula de Schofield (peso/altura) (24) (-421,6 ± 172,6). A acurácia variou de 6,7 a 73,3%, com maior subestimação para a nova fórmula (30) (46,7%) e superestimação para Schofield (24) (93,3) (Tabela 10).

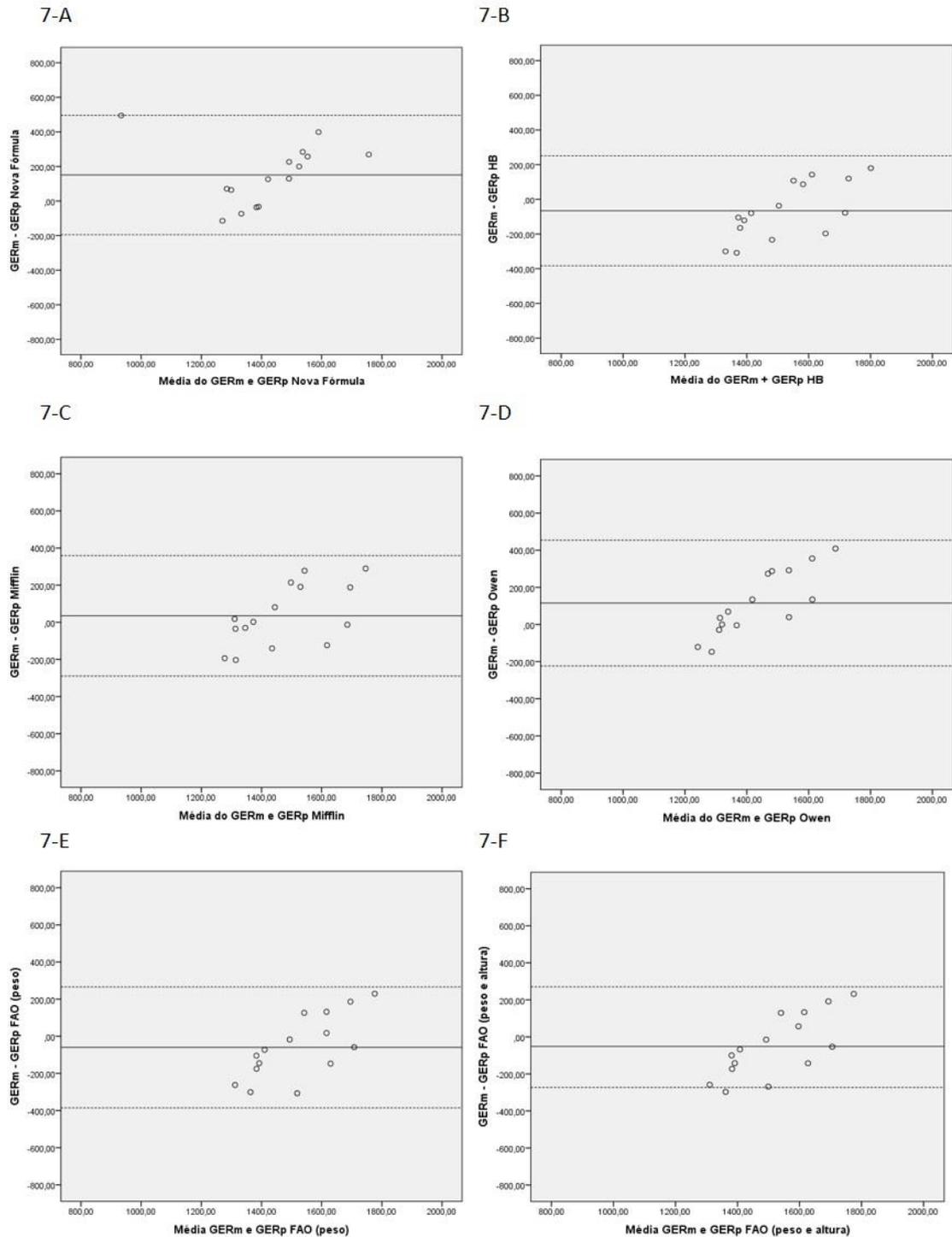
**Tabela 10 - Comparação do GER medido com o GER predito de mulheres com sobrepeso e obesidade que perderam peso após 90 dias de intervenção nutricional (n= 15).**

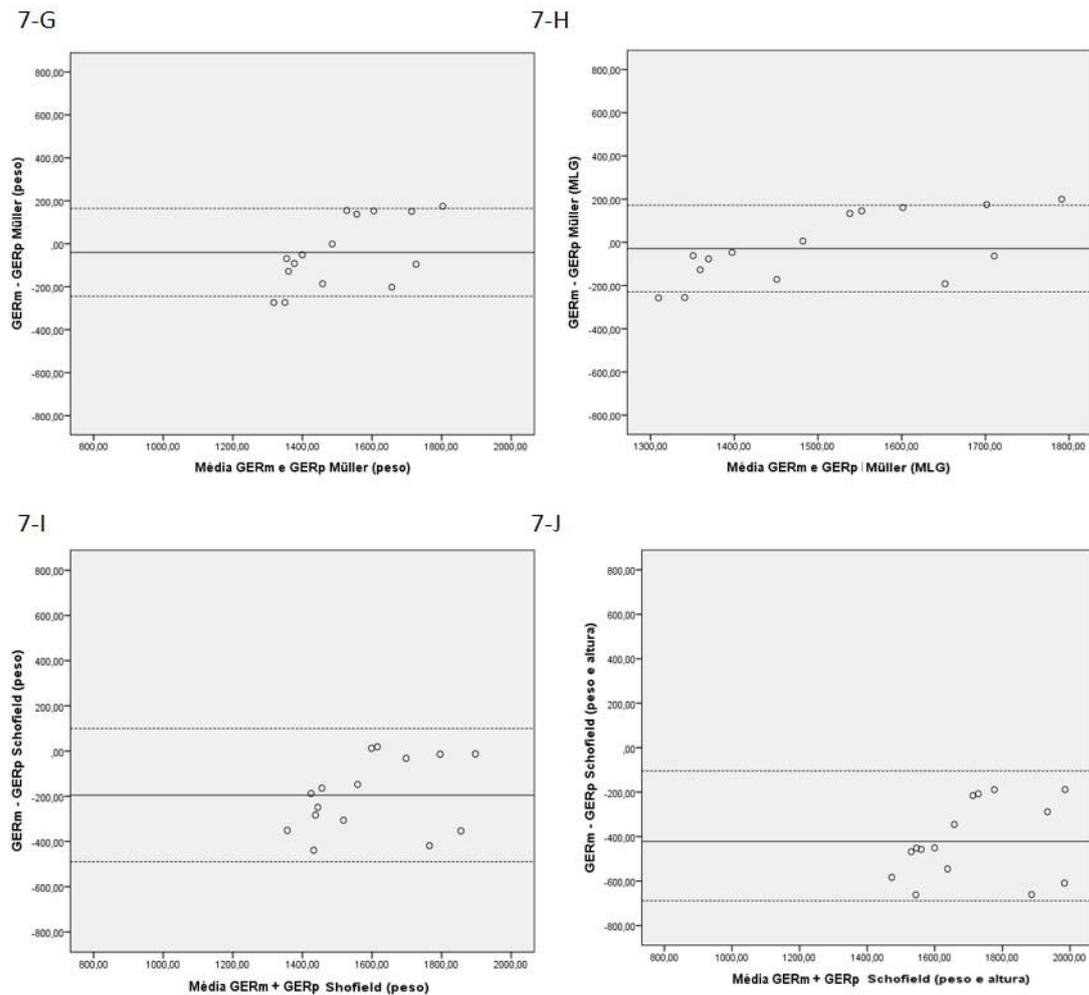
	Kcal/ d	Diferença		Predição			
		Kcal/d	CI 95%	Sub % (n)	Acurácia % (n)	Super % (n)	Viés (%)
Calorimetria indireta	1492,8 ± 215,7	-	-	-	-	-	-
Nova fórmula <sup>a</sup>	1341,9 ± 199,8*	150,9 ± 176,4	53,2; 248,6	46,7 (7)	53,3 (8)	0,0 (0)	-9,6
Mifflin-St. Jeor <sup>a</sup>	1457,8 ± 215,7	35,0 ± 165,4	-56,6; 126,6	33,3 (5)	46,7 (7)	20,0 (3)	-1,7
Harris & Benedict <sup>a</sup>	1558,6 ± 112,4	-65,8 ± 161,7	-155,4; 23,7	0,0 (0)	66,7 (10)	33,3 (5)	5,8
Owen <sup>a</sup>	1377,5 ± 80,2*	115,2 ± 172,7	19,6; 210,9	33,3 (5)	53,3 (8)	13,3 (2)	-6,4
WHO/FAO/UNU (peso) <sup>a</sup>	1552,7 ± 103,2	-59,9 ± 171,9	- 155,1; 35,3	13,3 (2)	53,3 (8)	33,3 (5)	5,5
WHO/FAO/UNU (peso/alt.) <sup>a</sup>	1544,4 ± 99,3	-51,6 ± 169,9	-145,6; 42,5	13,3 (2)	53,3 (8)	33,3 (5)	4,9
Müller (peso) <sup>a</sup>	1532,9 ± 128,1	-40,1 ± 160,8	-129,2; 48,9	0 (0)	73,3 (11)	26,7 (4)	3,9
Müller (MLG) <sup>a</sup>	1521,4 ± 121,2	-28,6 ± 158,8	-116,6; 58,3	6,7 (1)	66,7 (10)	26,7 (4)	3,2
Schofield (peso) <sup>a</sup>	1687,8 ± 165,4*	- 195,0 ± 161,8	-284,6; -105,3	0 (0)	40,0 (6)	60,0 (9)	14,3
Schofield (peso/alt.) <sup>a</sup>	1914,4 ± 169,1*	-421,6 ± 172,6	-517,2; -326,0	0 (0)	6,7 (1)	93,3 (14)	29,8

<sup>a</sup> Teste Wilcoxon; \*p< 0,05.

IC: Intervalo de Confiança; WHO/FAO/UNU: World Health Organization/Food and Agriculture Organization/United Nations University; Alt.: altura; MLG: massa livre de gordura

A Figura 7 apresenta os gráficos da análise de concordância de Bland-Altman. Verifica-se concordância entre GERp e GERm das EPs de Harris-Benedict (23) (Figura 7-B), Mifflin (27) (Figura 7-C), WHO/FAO/UNU (25) (peso) (Figura 7-E) e (peso / altura) (Figura 7-F) (1985), Müller (peso) (Figura 7-G) (MLG) (Figura 7-H) (29).





**Figura 7** – Concordância entre GERm e GERp após 90 dias de intervenção (n=15).

Método: Bland-Altman. 4-A: Nova Fórmula (2019); 4-B: Harris-Benedict (1919); 4-C: Mifflin (1990); 4-D: Owen (1986); 4-E: WHO/FAO/UNU (p)(1985); 4-F: WHO/FAO/UNU (p/a)(1985); 4-G: Müller(p)(2004); 4-H: Müller (MLG)(2004); 4-I: Schofield(p)(1985); 4-J: Schofield(p/a)(1985).

Legenda: GERm: Gasto Energético em Repouso mensurado por calorimetria indireta; GERp: Gasto Energético em Repouso predito; WHO/FAO/UNU: World Health Organization/Food and Agriculture Organization/United Nations University; MLG: massa livre de gordura.

## 5.2 Influência da perda de peso na acurácia das fórmulas

Ao longo do período de 90 dias, 11 voluntárias apresentaram perda de peso em todos os momentos de avaliação. Os dados médios de GER corrigido por MLG em quilogramas e corrigido por peso de todos os tempos, bem como os percentuais médios de perda de peso, de gordura, de MLG e de CC, aos 30, 60 e 90 dias, seguem na Tabela 11.

**Tabela 11** – Características do grupo que perdeu peso em todos os momentos até 90 dias de intervenção nutricional (n=11).

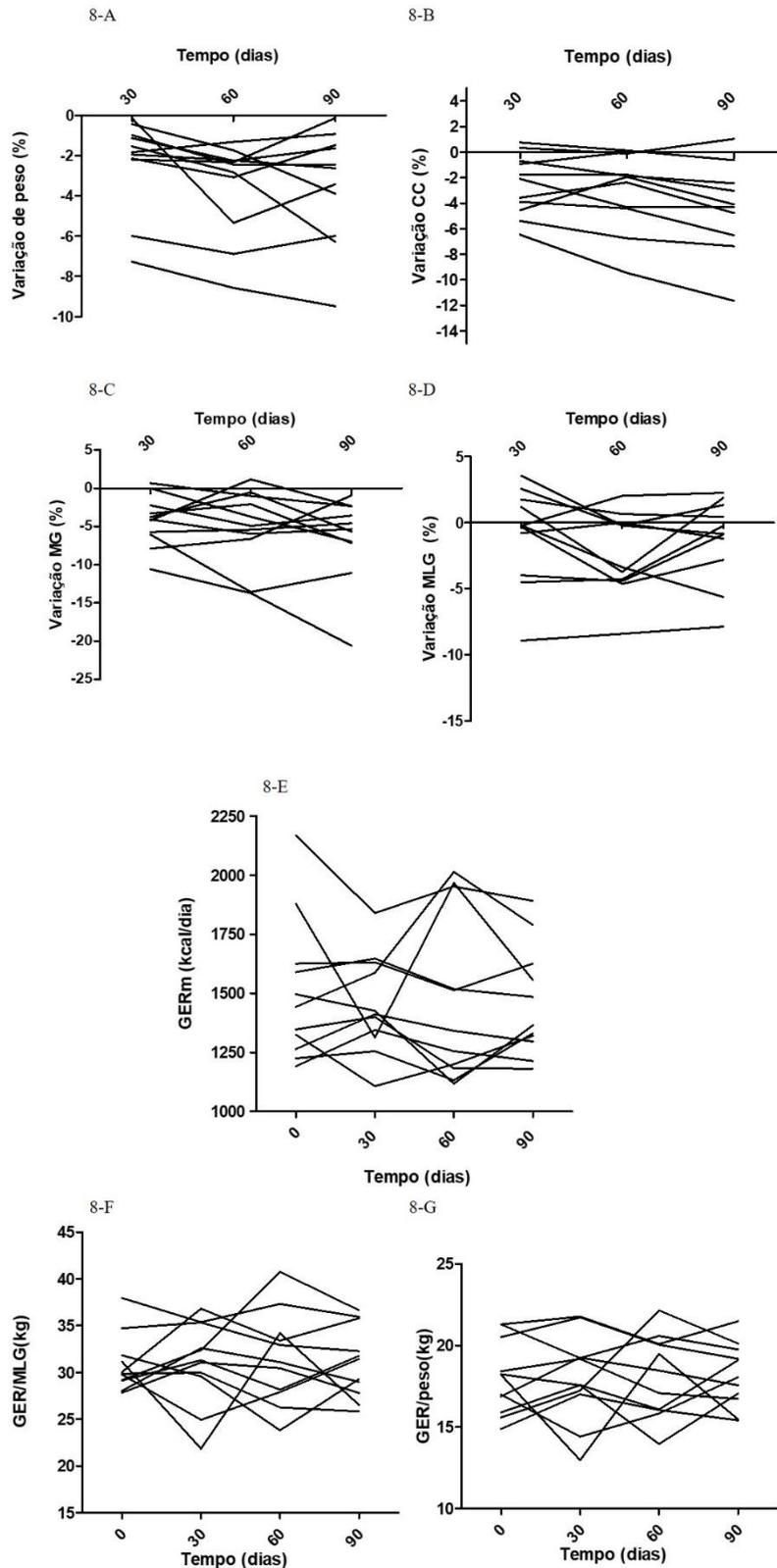
Características	Antes da intervenção		Durante intervenção	
	Basal	30 dias	60 dias	90 dias
GER/MLGKg	30,9 ± 3,0	31,0 ± 4,5 <sup>b</sup>	31,5 ± 4,9 <sup>b</sup>	31,1 ± 3,8 <sup>b</sup>
GER/Peso	18,0 ± 2,2	18,0 ± 2,7 <sup>b</sup>	18,2 ± 2,5 <sup>b</sup>	18,2 ± 1,9 <sup>b</sup>
% Perda de peso	-	- 2,3 ± 2,2 <sup>a†</sup>	- 3,5 ± 2,3 <sup>a†</sup>	- 3,5 ± 2,8 <sup>b†</sup>
% Perda de MG	-	- 4,3 ± 3,3 <sup>b†</sup>	- 5,1 ± 4,9 <sup>b†</sup>	- 6,4 ± 5,5 <sup>a†</sup>
% Perda de MLG	-	- 2,5 ± 6,3 <sup>b</sup>	- 4,1 ± 4,9 <sup>b†</sup>	- 2,9 ± 5,3 <sup>b†</sup>
% Perda de CC	-	- 2,0 ± 3,6 <sup>a</sup>	- 2,9 ± 3,1 <sup>a†</sup>	- 3,2 ± 4,7 <sup>a†</sup>

Todos os valores estão em média ± SD. <sup>a</sup> Teste Wilcoxon. <sup>b</sup> T Teste t Student Pareado.

<sup>†</sup>Diferença estatística em relação à referência no tempo basal (p < 0,05).

GER/MLGKg: Gasto Energético de Repouso corrigido por Massa Livre de Gordura em quilogramas; GER/Peso: Gasto Energético de Repouso corrigido por Peso em quilogramas; MG: massa gorda; MLG: massa livre de gordura; CC: circunferência de cintura.

A Figura 8 mostra a variação individual do peso, da massa gorda, da massa livre de gordura e da circunferência de cintura, além do GERm (kcal/ dia), GERm corrigido por MLG (kg) e por peso (kg) individual das 11 mulheres que apresentaram redução do peso corporal em relação ao início da intervenção ao longo dos 90 dias de intervenção.

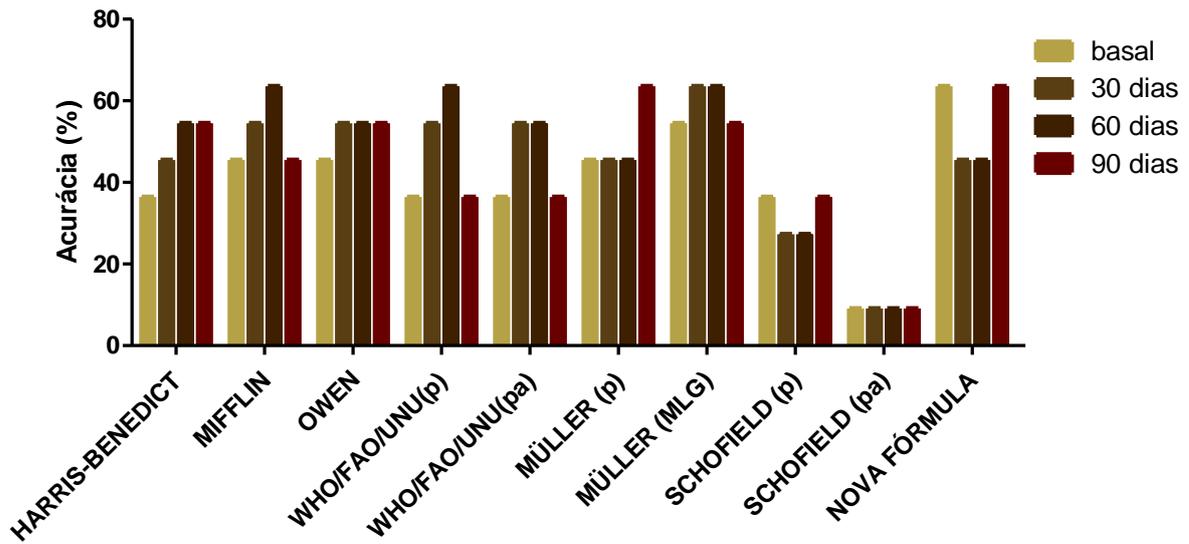


**Figura 8** - Variação percentual perda de peso (8-A), CC (8-B), MG (8-C), MLG (8-D) ao longo do tempo do estudo. Variação do GERm absoluto (8-E), GER corrigido pela MLG em quilogramas (8-F) e GER corrigido pelo peso em quilogramas (8-G) ao longo do tempo do estudo

Legenda: CC: circunferência de cintura; MG: massa gorda; MLG: massa livre de gordura; GERm: gasto energético de repouso mensurado.

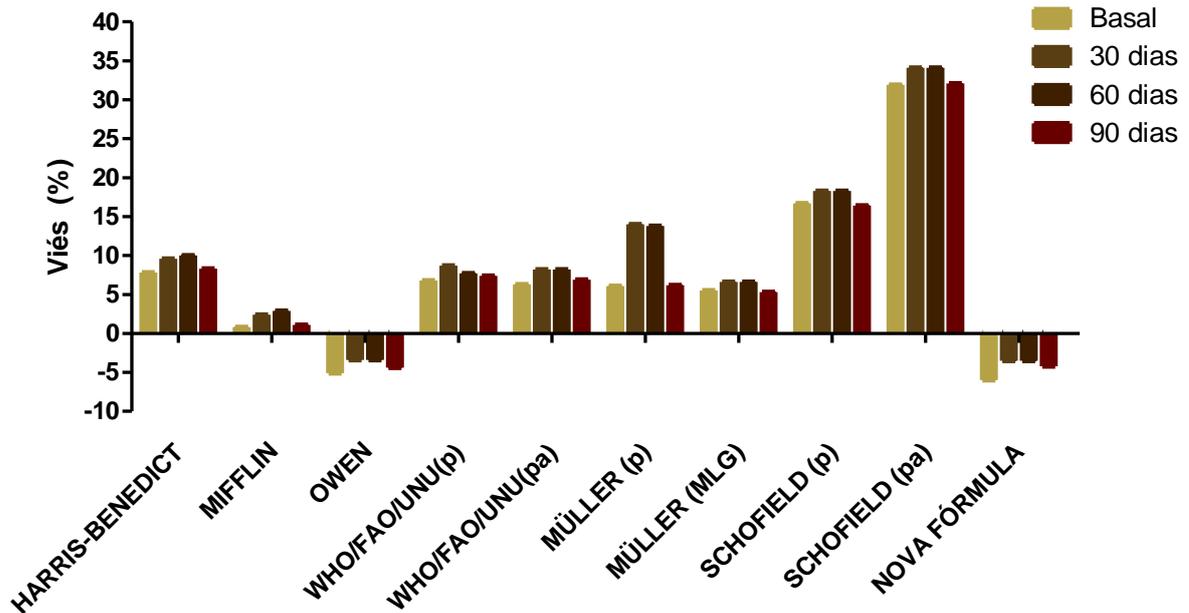
As EPs de Schofield (peso) (24) e Shofield (peso/ altura) (24) tiveram diferença em relação ao GERm em todos os tempos ( $p < 0,005$ ). O GERp pela EP da WHO/FAO/UNU (peso) (25) foi diferente do GERm apenas aos 30 dias de intervenção e similar nos demais momentos de avaliação. As EPs de Harris-Benedict (23), Mifflin (27), Müller (peso) (29), Müller (MLG) (29), WHO/FAO/UNU (peso/altura) (25) e a nova fórmula (30) apresentaram similaridade ( $p > 0,05$ ) com o GERm para amostra de 11 voluntárias em todos os momentos da intervenção nutricional (dados não mostrados).

No intuito de avaliar se a perda de peso interfere na acurácia das EP do GER, foi verificada a acurácia e o viés (Figuras 9 e 10 respectivamente) de todas EPs testadas no estudo. Conforme ocorre a variação individual do peso e as alterações dinâmicas da composição corporal, verifica-se a variação da acurácia das fórmulas.



**Figura 9** - Acurácia das equações preditivas ao longo do período de intervenção.

Legenda: WHO/FAO/UNU: World Health Organization/Food and Agriculture Organization/United Nations University; p: peso; pa: peso e altura; MLG: massa livre de gordura.



**Figura 10** – Viés das equações preditivas ao longo do período de intervenção.

Legenda: WHO/FAO/UNU: World Health Organization/Food and Agriculture Organization/United Nations University; p: peso; pa: peso e altura; MLG: massa livre de gordura.

## 6 DISCUSSÃO

A inadequação das EP para indivíduos com excesso de peso é descrita em diversos estudos e revisões sistemáticas (13,14,16). A discrepância acontece porque o ganho de peso não ocorre de forma linear quanto ao aumento dos componentes corporais de massa magra e massa livre de gordura, tornando complexas as medidas de estimativa (11,17). Além disso, os componentes corporais não diminuem de forma linear com a redução do peso e pode comprometer ainda mais o cálculo do gasto energético com consequente piora dos resultados de intervenções nutricionais pautadas no débito energético (22,55,68). Nesse sentido, o presente estudo investigou a acurácia e concordância de uma nova fórmula e de equações preditivas habitualmente usadas na prática clínica no contexto da perda de peso. Assim, nossos principais achados incluíram: (i) a acurácia das EP testadas variou nos diferentes momentos de avaliação, demonstrando que uma mesma fórmula pode não apresentar constância na acurácia conforme ocorre a perda de peso; (ii) a EP de Mifflin (27) foi similar ao GERm ( $p > 0,005$ ), apresentou menor viés e concordância com GERm em todos os tempos, embora com valores de acurácia individual inferiores a 70%; (iii) a EP de Müller (MLG) (29) manteve concordância com GERm em cada tempo; (iv) ainda ao avaliar separadamente cada tempo de intervenção, apenas a EP de Müller (peso) (29) apresentou acurácia considerada ideal (acima de 70%) aos 90 dias com amostra de 15 pacientes; (v) ao analisar os dados de 11 pacientes que apresentaram perda de peso em todos os momentos ao longo dos 90 dias de intervenção, nenhuma fórmula apresentou acurácia superior a 70%, porém a EP de Müller (peso) (29) e a nova fórmula (30) demonstraram aumento da acurácia ao longo da perda de peso (alcançando 63,7% aos 90 dias); (vi) embora a nova fórmula tenha apresentado diferença ( $p < 0,05$ ) em relação ao GERp, ao considerar o grupo de 11 mulheres que perdeu peso em todos os momentos, a nova fórmula (30) apresentou similaridade com o GERm em todos os momentos e o viés permaneceu baixo ( $< 5\%$ ) ao longo da intervenção, demonstrando uma melhor precisão à medida que ocorre a perda de peso.

O uso de EP é o método mais utilizado na prática clínica para determinar o GER, porém muito se discute sobre a validade/confiabilidade dos cálculos (17,18,40,57). Vários fatores podem interferir na acurácia das EP, dentre eles os métodos de análise estatística, uma vez que podem dizer sobre o indivíduo (acurácia individual e análise de concordância) ou sobre a população (viés) (13,16,48,55). No entanto, a literatura não deixa dúvidas de que a acurácia das EP modifica conforme os subgrupos de IMC da população em estudo (13,22,55,68). Dentre

os trabalhos que comprovam essa afirmação, cita-se a revisão sistemática e meta-análise de Frankenfield (17). O estudo incluiu 38 artigos envolvendo adultos obesos e não-obesos sem doenças associadas e identificou as EP de Harris-Benedict (23), WHO/FAO/UNU(25), Owen (26) e Mifflin (27), baseadas em dados antropométricos (peso ou peso e altura), como as mais utilizadas nos estudos de comparação entre GERp e GERm. A EP de Mifflin (27) apresentou melhor desempenho no grupo de não obesos, com acurácia de 82% e distribuição semelhante de erro de subestimação e de superestimação. No grupo de obesos, a precisão reduziu e o viés aumentou para todas EP analisadas, porém as alterações foram menores para a EP de Mifflin (27) (70% de precisão, máximo de subestimação de 20% e de superestimação de 15%)(17). Estudo recente com 124 mulheres escocesas, demonstrou que a equação Mifflin (27) também apresentou melhor acurácia individual, porém houve variações da precisão conforme os subgrupos de IMC (73% para eutrofia, 76% para sobrepeso e 80% para obesidade) (69). A variação para diferentes subgrupos de IMC também foi encontrada no estudo de Weijs (49) que incluiu 536 mulheres belgas. A EP de Mifflin (27) teve acurácia de 80% para mulheres com sobrepeso, 60% em obesas grau I e 68% em obesas grau II. Assim, ao considerar a faixa ampla de IMC de 18,5 a 50kg/m<sup>2</sup>, os autores recomendaram o uso da EP de Mifflin (27) e de Harris-Benedict (23), com acurácias de 68% e 69% respectivamente (49). A revisão sistemática e meta-análise de Madden (13) incluiu 21 estudos com indivíduos adultos divididos conforme subgrupos de IMC de sobrepeso e obesidade. A fórmula da WHO/FAO/UNU (25), com utilização das variáveis peso e altura, foi a mais precisa dentre as estudadas considerando os subgrupos de IMC acima de 25 kg/m<sup>2</sup> (60,1%) e de IMC acima de 30 kg/m<sup>2</sup> (59,4%). No entanto, para o subgrupo de mulheres com IMC entre 30 e 39,9 kg/m<sup>2</sup>, a EP de Mifflin (27) teve menor viés e a acurácia foi de 74% (13).

Ainda é controverso na literatura qual seria a melhor EP para determinar o GER em obesos. Alguns estudos apontam a EP de Mifflin (27) como a fórmula mais apropriada para estimar o GER no contexto da obesidade. Outros trabalhos consideram as EP de WHO/FAO/UNU (25), com utilização do peso, e de Owen (26) como mais precisas para essa população (18,48,49). Por outro lado, trabalhos mais recentes, incluindo uma revisão sistemática, consideram que não há consenso sobre qual a melhor equação para estimar o GER em indivíduos obesos e que nenhuma EP fornecerá dados precisos para diferentes populações de adultos obesos (13,21,22).

Em estudo realizado na Suíça, com 273 mulheres com IMC acima de 30kg/m<sup>2</sup> avaliou seis EP bem estabelecidas e habitualmente usadas na prática clínica, além de cinco EP

desenvolvidas para indivíduos obesos (55). As menores diferenças encontradas foram das EP de Mifflin (27) e de Müller (MLG) (29), com acurácia individual de 58% e 66% respectivamente (55). As EP de Harris-Benedict (23) e WHO/FAO/UNU (25), com utilização de peso, tiveram maiores diferenças em relação ao GERm embora tenham apresentado acurácias mais elevadas (70% e 62% respectivamente) (55). Em estudo com 40 mulheres brasileiras com IMC entre 30 e 39,9 kg/m<sup>2</sup>, as EP de Harris-Benedict (23), Mifflin (27), WHO/FAO/UNU (25) com utilização do peso e Schofield (24) com utilização de peso e de peso/altura apresentaram subestimação e superestimação não significativas, além de diferenças médias entre GERp e GERm inferiores a 5%, embora nenhuma delas tenha apresentado acurácia superior a 50% (22). No estudo de Ruiz (18), realizado com 86 mulheres europeias, com a mesma faixa de IMC, a EP de Mifflin (27) apresentou melhor acurácia (74%). Embora estudo realizado por Oliveira (50) com 101 mulheres com obesidade grau III mostrou grande viés clínico e tendências de superestimação do GER pela fórmula de Mifflin (27), o estudo de Weijis (55) e a revisão de Madden (13) mostraram boa acurácia (72% e 76,3% respectivamente) da fórmula para indivíduos com IMC acima de 40 kg/m<sup>2</sup>.

No estudo do nosso grupo de pesquisa, Monteze (30) avaliou nove fórmulas preditivas em 30 mulheres, de 18 a 59 anos, com sobrepeso e obesidade (IMC entre 25 e 34 kg/m<sup>2</sup>). Nesta população, tanto a EP de Mifflin (27) quanto de Owen (26) apresentaram boa acurácia (83% e 80% respectivamente) e baixo viés (-1% e 3% respectivamente) antes da intervenção (30). No presente trabalho, avaliamos no período basal 71 mulheres com a mesma faixa etária e nenhuma das EP apresentou acurácia superior a 70%. As fórmulas de Mifflin (27) e de Müller (MLG) (29) foram as únicas que não apresentaram diferença em relação ao GERm, além disso, Mifflin (27) teve menor viés (2,7%). As duas EPs também apresentaram maiores acurácias (57,7% e 59,7%), embora abaixo do ideal. Nesse trabalho, houve a ampliação da faixa de IMC com a inclusão de mulheres com obesidade grau II e III (IMC > 35kg/m<sup>2</sup>), pois os resultados das análises estatísticas de similaridade entre o GERm e GERp, acurácia e concordância não modificaram com a exclusão desse grupo, não explicando assim as diferenças na acurácia das fórmulas em relação ao presente trabalho e ao trabalho de Monteze (30).

A variedade de precisão das fórmulas em populações com excesso de adiposidade, incentivou o desenvolvimento de novas EP, inclusive de equações que consideraram a correlação positiva entre MLG e GER (11,17,21). Embora a MLG seja responsável por até 85% da variabilidade do GER, alguns estudos encontraram que as EP baseadas em dados de composição corporal tendem a apresentar subestimação do GERm (17,21,22). É possível que

com o aumento da massa corporal, os órgãos com maior atividade metabólica que compõem a MLG (cérebro, fígado e rins) interferiram menos, proporcionalmente, no gasto energético (17,21,22). Por outro lado, a não-linearidade das alterações dos componentes corporais no ganho de peso também pode interferir na precisão o GER de pacientes com excesso de peso (14,20,21,22,68). A fórmula de Müller (MLG) (29) desenvolvida para IMC acima de  $30\text{kg/m}^2$ , com utilização de dados de composição corporal, não apresentou vantagens nos estudos de Weijis (48) e de Wilms (55) em relação às EP baseadas em dados antropométricos. Outros estudos também demonstram que a inclusão de dados de composição corporal não melhorou a acurácia das fórmulas quando aplicadas em indivíduos obesos (21,22). No presente trabalho, no tempo inicial, a fórmula de Müller (MLG) (29) apresentou acurácia (59,7%) e viés (5,1%) próximos da fórmula do mesmo autor desenvolvida com utilização de dados antropométricos (acurácia 52,8% e viés 6,7%).

As alterações dinâmicas dos componentes corporais na perda de peso parecem justificar uma tendência ainda maior de imprecisão das EP, com maiores taxas de superestimação, após programas para redução do peso em obesos (16,18,22). Além disso, a adaptação metabólica do GER decorrente da restrição calórica pode afetar a validade de EP que foram derivadas de dados de indivíduos com peso e balanço energético estáveis (16,22). Nesse sentido, é importante investigar como a precisão das EP se comporta durante o processo de perda de peso. Poli e colaboradores (22) realizaram estudo de intervenção interdisciplinar para emagrecimento (apoio nutricional e psicológico, acompanhamento de fisioterapeuta e orientação de exercício físico) por 12 meses, com 40 mulheres brasileiras de 30 a 50 anos, com IMC entre 30 e  $39,9\text{kg/m}^2$ . A intervenção nutricional foi baseada em prescrição dietética individual com déficit calórico e encontros semanais para educação nutricional em grupo (22). Após redução média ponderal de 6,1% do peso inicial, ocasionada pela intervenção, as EP de Harris-Benedict (23) e WHO/FAO/UNU (25) com utilização do peso foram similares ao GER<sub>m</sub> e apresentaram viés menor que 5%, mesmo resultado observado antes da intervenção. As duas fórmulas apresentaram melhor concordância em relação às demais testadas antes e após a terapia, apesar de baixa acurácia individual nos dois momentos (35% para Harris-Benedict (23) e 40% para WHO/FAO/UNU (25) antes e 47,5% para as duas EP após intervenção) (22). No estudo de Ruiz (18), 78 mulheres saudáveis sedentárias com idade entre 19 a 49 anos foram submetidas a intervenção para redução do peso por 3 meses. A intervenção incluiu restrição energética de 600 kcal/dia em relação ao GET baseado no GER<sub>m</sub> e a média de perda ponderal foi de 10%. A predição individual do GER pela EP de Mifflin (27) caiu de maneira expressiva (74% para

24%) e o viés percentual aumentou (-0,2% a 14,4%,  $p < 0,001$ ) ao final do estudo. Todas as fórmulas testadas apresentaram aumento da superestimação após a intervenção e a fórmula de Owen (26) foi a única com acurácia adequada (81%) após a perda ponderal (18).

Monteze (30) comparou EP com GERm em mulheres saudáveis sedentárias com sobrepeso e obesidade (até o IMC  $34\text{kg/m}^2$ ) e idade de 20 a 50 anos. Após intervenção nutricional baseada em restrição calórica por 6 meses, as mulheres apresentaram  $4,2 \pm 1,1\%$  de perda de peso no período. A acurácia da fórmula de Mifflin (27) reduziu de 83% para 57% após a perda de peso. A fórmula de Owen (26) manteve semelhança com GERm após perda ponderal, apesar de a acurácia ter reduzido em relação ao tempo basal (80% e 67%, respectivamente) (30). No presente estudo, foram avaliadas as mesmas fórmulas testadas por Monteze (30) e ainda incluída a EP de Müller com utilização da variável peso (29) e a nova equação proposta por essa autora (discutido adiante). Os maiores valores de acurácia foram observados as fórmulas de Müller (MLG) (29) em todos os momentos de avaliação e, aos 90 dias de intervenção, a fórmula do mesmo autor, porém com utilização do peso, apresentou acurácia adequada (73,3%) enquanto a fórmula com componentes de composição corporal teve acurácia de 66,7%. Em outros momentos de avaliação, não houve acurácia acima de 70%, valor este considerado ideal (13,21,22,48), para nenhuma fórmula. Embora a EP de Mifflin (27) tenha mantido a similaridade com o GERm em todos os tempos, boa concordância e viés mais baixo em relação às demais EPs, a acurácia individual variou em torno de 50 a 60% assumindo menor valor aos 90 dias (46,7%). As duas EP de Schofield (24) mantiveram maiores diferenças em relação ao GERm, com maiores taxas de superestimação. Assim, tanto o estudo de Monteze quanto o trabalho atual reforçam a dificuldade em estabelecer uma fórmula precisa para uma população em tratamento nutricional para redução de peso.

A falta de precisão das fórmulas pode acarretar na ineficácia do tratamento nutricional para perda de peso, uma vez que, na prática clínica, o cálculo do GET é ancorado no GERp. A subestimação pode levar a restrições calóricas mais rigorosas do que o recomendado, ocasionando uma intervenção pouco realista, de maior risco e menos sustentável ao longo do tempo (21,22,68). Por outro lado, considerando que o déficit calórico de 500 a 1000 kcal/dia é recomendado para a perda de peso (5,7), a superestimação do GER pode ocasionar restrição aquém do necessário, dificultar o tratamento da obesidade reduzir a motivação individual (13,18,22,55,68).

Assim, fica evidente a importância da estimativa adequada do GERp por meio de EP desenvolvidas para adultos obesos. Nesse sentido, Monteze (30) desenvolveu uma nova fórmula incluindo três variáveis (IMC, CC e MLG) que se correlacionaram de maneira positiva com o GERm, na análise de regressão, a partir dos dados da população estudada. Diferente de outras fórmulas com dados de composição corporal já validadas e estabelecidas, a fórmula de Monteze (30) utiliza tanto dados antropométricos como dados de composição. A nova fórmula apresentou similaridade com GERm, acurácia satisfatória (70%) e menor valor de superestimação (17%) dentre as EP testadas para 30 mulheres após a perda ponderal de 4% ocasionada por intervenção nutricional durante 6 meses (30).

No presente estudo, a nova fórmula de Monteze (30) foi testada em diferentes tempos da intervenção nutricional. Considerando os dados de todas voluntárias que perderam peso, em cada período separadamente, a acurácia individual foi 44% aos 30 dias, 43,8% aos 60 dias e subiu para 53,3% aos 90 dias. Os níveis de subestimação foram elevados (de 43,8% a 48%) e os limites de concordância segundo os gráficos de Bland-Altman foram amplos. No entanto, ao considerar os dados das 11 voluntárias que apresentaram perda ponderal ao longo de toda a intervenção nutricional, apresentou similaridade com o GERm em todos os momentos e teve acurácia mais elevada (63,6%) e viés de -4,22% (considerado adequado < 5%) ao atingir um maior percentual de perda ponderal com 90 dias de intervenção nutricional. Neste momento, a média da redução no peso das mulheres foi de  $3,5 \pm 2,8\%$ . Possivelmente, o fato de haver maior homogeneidade na amostra de 11 voluntárias, no sentido de todas terem apresentado perda de peso em todos os momentos ao longo dos 90 dias de intervenção, tenha interferido para manter a similaridade com o GERm. A EP de Müller (29) com dados de composição corporal, que também foi similar ao GERm, apresentou aos 90 dias de intervenção, acurácia de 54,4% e viés de 5,3%. Reitera-se que a diferença entre essas fórmulas é a associação entre variáveis antropométricas (IMC e CC) e de composição (MLG) na EP de Monteze (30), enquanto a EP de Müller (29) utiliza apenas as variáveis de composição corporal (MG e MLG), além de idade e sexo.

Não foram encontrados estudos na literatura que analisaram fórmulas de estimativa de gasto energético em diferentes momentos ao longo de uma intervenção dietética, no entanto, o que se percebe é que a complexidade envolvida no processo de perda de peso interfere na precisão das EP e é difícil estabelecer uma das fórmulas de uso habitual na prática clínica como adequada para mulheres com sobrepeso e obesidade antes e durante realização de dieta para emagrecimento.

A taxa de abandono de intervenções nutricionais é elevada e envolve vários fatores: demográficos (escolaridade e nível socioeconômico), psicológicos (percepção de saúde, estresse), sociais (idade, relações e apoio familiar), vínculo paciente e profissional de saúde, além dos fatores intrínsecos ao tratamento (70). O estudo apresentou como limitação a elevada perda de seguimento (50,7% em 30 dias, 22,8% em 60 dias e 22,2% em 90 dias). Há de se considerar a situação atípica ocasionada pela pandemia do Covid-19. Elevadas taxas de abandono ocorreram em outros trabalhos do nosso grupo de pesquisa. Costa e colaboradores (71) identificaram 50% de abandono em 90 dias de intervenção nutricional em pacientes com migrânea, enquanto o trabalho de Rodrigues (72) apresentou 60% em 90 dias de intervenção nutricional em pacientes com SOP. Outros estudos confirmam que intervenções nutricionais apresentam altas taxas de desistência. Inelmen (73) apontou 73% em 1 ano de acompanhamento nutricional ambulatorial e Guimarães (74) verificou 59% em 3 meses de estudo com indivíduos com sobrepeso.

Vale salientar que não houve diferença estatística entre as características de idade, antropometria, IMC e de composição corporal das mulheres que permaneceram ou desistiram do tratamento dietético nesse trabalho. Por fim, o estudo apresentou como limitação a falta de verificação quanto à participação prévia das voluntárias em outros programas de intervenção dietética para perda ponderal e quanto à estabilização do peso nos meses antecedentes, o que pode ser considerado um interferente na adesão das mulheres ao tratamento dietético.

## **7 CONCLUSÃO**

A inconstância da acurácia individual das fórmulas preditivas nos diferentes momentos da intervenção demonstra a complexidade envolvida na determinação do gasto energético de repouso dos indivíduos uma vez que ocorre grande variabilidade em grupos de indivíduos com excesso de peso. As alterações dinâmicas que ocorrem com a composição corporal ao longo da redução ponderal dificultam a estimativa do GER através de equações matemáticas.

Esperamos que, com a associação de variáveis antropométricas e de composição corporal, a nova fórmula de Monteze (30) possa apresentar similaridade com o GER mensurado, melhor acurácia e baixo viés ao longo da perda de peso. No entanto, para verificar se a hipótese está correta, será necessário alcançar a amostra prevista com perda de peso aos 180 dias de intervenção nutricional.

## **8 PERSPECTIVAS**

Nosso grupo de pesquisa pretende dar continuidade na coleta de dados e análises para alcançar a amostra e a perda de peso esperada no tempo de 180 dias.

## 9 REFERÊNCIAS

1. WORLD HEALTH ORGANIZATION WHO. Global Health Observatory (GHO) data: Overweight and obesity. 2017.
2. BRASIL; MINISTÉRIO DA SAÚDE; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Pesquisa Nacional de Saúde, 2013.
3. Faria SL, Faria OP, Menezes CS, de Gouvêa HR, de Almeida Cardeal M. Metabolic Profile of Clinically Severe Obese Patients. *Obes Surg* 2012 Aug 24;22(8):1257–62.
4. Carneiro IP, Elliott SA, Siervo M, Padwal R, Bertoli S, Battezzati A, et al. Is Obesity Associated with Altered Energy Expenditure? *Adv Nutr.* 2016 May 1;7(3):476–87.
5. ABESO. Diretrizes brasileiras de obesidade 2016 / ABESO - Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica. – 4.ed. São Paulo, SP;
6. Dayan PH, Sforzo G, Boisseau N, Pereira-Lancha LO, Lancha AH. A new clinical perspective: Treating obesity with nutritional coaching versus energy-restricted diets. *Nutrition.* 2019 Apr;60:147–51.
7. Yumuk V, Tsigos C, Fried M, Schindler K, Busetto L, Micic D, et al. European Guidelines for Obesity Management in Adults. *Obes Facts.* 2015;8(6):402–24.
8. Goran MI. ENERGY METABOLISM AND OBESITY. *Med Clin North Am.* 2000 Mar;84(2):347–62.
9. Donahoo WT, Levine JA, Melanson EL. Variability in energy expenditure and its components. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2004 Nov;7(6):599–605.
10. Levine JA. Measurement of energy expenditure. *Public Health Nutr.* 2005 Oct 2;8(7a):1123–32.
11. Hall KD, Heymsfield SB, Kemnitz JW, Klein S, Schoeller DA, Speakman JR. Energy balance and its components: implications for body weight regulation. *Am J Clin Nutr* 2012 Apr 1;95(4):989–94.
12. Ogata H, Kobayashi F, Hibi M, Tanaka S, Tokuyama K. A novel approach to calculating the thermic effect of food in a metabolic chamber. *Physiol Rep.* 2016 Feb;4(4):e12717.
13. 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 Aug;29(4):458–76.
14. Frankenfield DC. Bias and accuracy of resting metabolic rate equations in non-obese and obese adults. *Clin Nutr.* 2013 Dec;32(6):976–82.
15. Jésus P, Achamrah N, Grigioni S, Charles J, Rimbart A, Folope V, et al. Validity of predictive equations for resting energy expenditure according to the body mass index in a population of 1726 patients followed in a Nutrition Unit. *Clin Nutr.* 2015 Jun;34(3):529–35.
16. SIERVO M. Which REE prediction equation should we use in normal-weight, overweight and obese women? *Clin Nutr.* 2003 Apr;22(2):193–204.
17. Frankenfield D, 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 May;105(5):775–89.
18. 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 Sep 6;6(9):e23759.
  19. 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. *Circulation.* 2014 Jun 24;129(25 suppl 2):S102–38.
  20. Heymsfield SB, Thomas D, Bosity-Westphal A, Shen W, Peterson CM, Müller MJ. Evolving concepts on adjusting human resting energy expenditure measurements for body size. *Obes Rev.* 2012 Nov;13(11):1001–14.
  21. Flack KD, Siders WA, Johnson L, Roemmich JN. Cross-Validation of Resting Metabolic Rate Prediction Equations. *J Acad Nutr Diet.* 2016 Sep;116(9):1413–22.
  22. Poli VFS, Sanches RB, Moraes A dos S, Fidalgo JPN, Nascimento MA, Andrade-Silva SG, et al. Resting energy expenditure in obese women: comparison between measured and estimated values. *Br J Nutr.* 2016 Oct 14;116(7):1306–13.
  23. Harris JA, Benedict FG. A biometric study of basal metabolism in man. *Carnegie Inst op Washingt.* 1919.
  24. Schofield WN. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum Nutr Clin Nutr.* 1985;39:5–41.
  25. ORGANIZATION WH. Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. 1985.
  26. Owen OE, Kavle E, Owen RS, Polansky M, Caprio S, Al E. A reappraisal of caloric requirements in healthy women. *Am J Clin Nutr.* 1986;44:1–19.
  27. Mifflin MD, St Jeor ST, Hill LA, Scott BJ, Daugherty SA, Al E. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. *Am J Clin Nutr.* 1990;51:241–7.
  28. Liu HY, Lu YF, Chen WJ. Predictive equations for basal metabolic rate in Chinese adults: a cross-validation study. *J Am Diet Assoc.* 1995;95:1403–8.
  29. Müller MJ, Bosity-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 expe. *Am J Clin Nutr.* 2004 Nov 1;80(5):1379–90.
  30. Monteze, NM. Predição do gasto energético, transtorno comportamental e uso de gengibre (*Zingiber officinale Rosc.*) no tratamento da obesidade[tese]. Belo Horizonte: Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Universidade Federal de Minas Gerais; 2019.
  31. van Baak MA, Mariman ECM. Mechanisms of weight regain after weight loss — the role of adipose tissue. *Nat Rev Endocrinol.* 2019 May 17;15(5):274–87.
  32. Hall KD, Sacks G, Chandramohan D, Chow CC, Wang YC, Gortmaker SL, et al.

- Quantification of the effect of energy imbalance on bodyweight. *Lancet*. 2011 Aug;378(9793):826–37.
33. Wolfe BM, Kvach E, Eckel RH. Treatment of Obesity. *Circ Res*. 2016 May 27;118(11):1844–55.
  34. Kakkar AK, Dahiya N. Drug treatment of obesity: Current status and future prospects. *Eur J Intern Med [Internet]*. 2015 Mar;26(2):89–94.
  35. Lang A, Froelicher ES. Management of Overweight and Obesity in Adults: Behavioral Intervention for Long-Term Weight Loss and Maintenance. *Eur J Cardiovasc Nurs*. 2006 Jun 23;5(2):102–14.
  36. Krentz AJ, Fujioka K, Hompesch M. Evolution of pharmacological obesity treatments: focus on adverse side-effect profiles. *Diabetes, Obes Metab*. 2016 Jun;18(6):558–70.
  37. IOM. Physical activity. In: Institute of Medicine/Food and Nutrition Board (ed). *Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids (macronutrients)*. Washington. 2002/2005
  38. Müller MJ, Bosy-Westphal A. Adaptive thermogenesis with weight loss in humans. *Obesity*. 2013 Feb;21(2):218–28.
  39. Müller MJ, Enderle J, Pourhassan M, Braun W, Eggeling B, Lagerpusch M, et al. Metabolic adaptation to caloric restriction and subsequent refeeding: the Minnesota Starvation Experiment revisited. *Am J Clin Nutr*. 2015 Oct 1;102(4):807–19.
  40. Delsoglio M, Achamrah N, Berger MM, Pichard C. Indirect Calorimetry in Clinical Practice. *J Clin Med*. 2019 Sep 5;8(9):1387.
  41. Compher C, Frankenfield D, Keim N, Roth-Yousey L. Best Practice Methods to Apply to Measurement of Resting Metabolic Rate in Adults: A Systematic Review. *J Am Diet Assoc* 2006 Jun;106(6):881–903.
  42. Diener JRC. Calorimetria indireta. *Rev Assoc Med Bras*. 1997 Sep;43(3):245–53.
  43. Tomaz BA, Al E. Gasto Energético Avaliado pela Calorimetria Indireta. Projeto Diretrizes. 2009.
  44. Weir JV. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol L*. 1949;109:1–9.
  45. Branson RD, Johannigman JA. The Measurement of Energy Expenditure. *Nutr Clin Pract*. 2004 Dec 6;19(6):622–36.
  46. Blond E, Maitrepierre C, Normand S, Sothier M, Roth H, Goudable J, et al. A new indirect calorimeter is accurate and reliable for measuring basal energy expenditure, thermic effect of food and substrate oxidation in obese and healthy subjects. *E Spen Eur E J Clin Nutr Metab*. 2011 Feb;6(1):e7–15.
  47. Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sport Exer*. 2000;32:498–504.
  48. 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 Oct 1;88(4):959–70.

49. Weijs PJM, Vansant GAAM. Validity of predictive equations for resting energy expenditure in Belgian normal weight to morbid obese women. *Clin Nutr.* 2010 Jun;29(3):347–51.
50. de Oliveira BAP, Nicoletti CF, de Oliveira CC, Pinhel MA de S, Quinhoneiro DCG, Noronha NY, et al. A new resting metabolic rate equation for women with class III obesity. *Nutrition.* 2018 May;49:1–6.
51. Heymsfield SB, Gonzalez MCC, Shen W, Redman L, Thomas D. Weight loss composition is one-fourth fat-free mass: a critical review and critique of this widely cited rule. *Obes Rev.* 2014 Apr;15(4):310–21.
52. Gesta S, Tseng Y-H, Kahn CR. Developmental Origin of Fat: Tracking Obesity to Its Source. *Cell.* 2007 Oct;131(2):242–56.
53. Cinti S. The adipose organ. *Prostaglandins, Leukot Essent Fat Acids.* 2005 Jul;73(1):9–15.
54. Rosen ED, Spiegelman BM. Adipocytes as regulators of energy balance and glucose homeostasis. *Nature.* 2006 Dec 13;444(7121):847–53.
55. Wilms B, Schmid SM, Ernst B, Thurnheer M, Mueller MJ, Schultes B. Poor prediction of resting energy expenditure in obese women by established equations. *Metabolism.* 2010 Aug;59(8):1181–9.
56. Zurlo F, Larson K, Bogardus C, E R. Skeletal Muscle Metabolism Is a Major Determinant of Resting Energy Expenditure. *J Clin Invest.* 1990;86:1423–7.
57. Müller MJ, Enderle J, Bosy-Westphal A. Changes in Energy Expenditure with Weight Gain and Weight Loss in Humans. *Curr Obes Rep.* 2016 Dec 13;5(4):413–23.
58. Hall KD. What is the required energy deficit per unit weight loss? *Int J Obes.* 2008 Mar 11;32(3):573–6.
59. Westerterp KR. Control of energy expenditure in humans. *Eur J Clin Nutr.* 2017 Mar 30;71(3):340–4.
60. Wing RR, Phelan S. Long-term weight loss maintenance. *Am J Clin Nutr.* 2005 Jul 1;82(1):222S–225S.
61. WORLD HEALTH ORGANIZATION WHO. Physical Status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. 1985.
62. Hulley S., Cummings SR, BWB MD. Designing clinical research. 4ed ed. 2001. 367 p.
63. WORLD HEALTH ORGANIZATION WHO. Waist circumference and waist-hip ratio: report of a WHO expert consultation,. 2011.
64. BRASIL; MINISTÉRIO DA SAÚDE; Secretaria de Atenção à Saúde - Departamento de Atenção Básica. Guia alimentar para a população brasileira. 2ed ed. 2014.
65. Kyle UG. Bioelectrical impedance analysis part I: review of principles and methods. *Clin Nutr.* 2004;23:1226–43.
66. Ashcraft CM, Frankenfield DC. Validity Test of a New Open-Circuit Indirect Calorimeter. *J Parenter Enter Nutr.* 2015 Aug 10;39(6):738–42.

67. Bland JM, Altman DG. Measuring agreement in method comparison studies. *Stat Methods Med Res.* 1999 Apr 2;8(2):135–60.
68. Rodrigues AM dos S, Costa ABP, Campos DL, Silva MPS, Cândido AL, Santos LC dos, et al. Low validity of predictive equations for calculating resting energy expenditure in overweight and obese women with polycystic ovary syndrome. *J Hum Nutr Diet.* 2018 Apr;31(2):266–75.
69. Thom G, Gerasimidis K, Rizou E, Alfheaid H, Barwell N, Manthou E, et al. Validity of predictive equations to estimate RMR in females with varying BMI. *J Nutr Sci.* 2020 May 26;9:e17.
70. Toledo MT, Lopes ACS. Adesão a modos saudáveis de vida por usuários de Serviço de Atenção Primária à Saúde mediante aconselhamento [dissertação]. Belo Horizonte: Escola de Enfermagem; Universidade Federal de Minas Gerais; 2011.
71. Costa AB., Ferreira AVM. Associação do consumo alimentar e composição corporal com a gravidade de migrânea, antes e após intervenção nutricional [dissertação]. Belo Horizonte: Escola de Enfermagem; Universidade Federal de Minas Gerais; 2013.
72. Rodrigues AM, Ferreira AVM, Santos LC. Efetividade da intervenção nutricional em curto e longo prazo de pacientes com síndrome dos ovários policísticos. [dissertação]. Belo Horizonte: Escola de Enfermagem; Universidade Federal de Minas Gerais; 2012.
73. Inelmen EM, Toffanello ED, Enzi G, Gasparini G, Miotto F, Sergi G, et al. Predictors of drop-out in overweight and obese outpatients. *Int J Obes.* 2005 Jan 16;29(1):122–8.
74. Guimarães NG, Dutra ES, ItO MK, Carvalho KMB de. Adesão a um programa de aconselhamento nutricional para adultos com excesso de peso e comorbidades. *Rev Nutr.* 2010 Jun;23(3):323–33.

**10 ANEXO****ANEXO A – Carta de aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa da UFMG**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP**

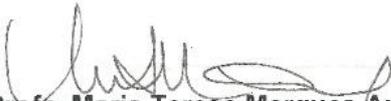
**Projeto: CAAE - 30409114.8.0000.5149**

**Interessado(a): Profa. Adaliene Versiani Matos Ferreira  
Departamento de Nutrição  
Escola de Enfermagem- UFMG**

**DECISÃO**

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 14 de maio de 2014, o projeto de pesquisa intitulado "**Efeito de intervenções dietéticas específicas na obesidade e disfunções associadas**" bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

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

  
**Profa. Maria Teresa Marques Amaral  
Coordenadora do COEP-UFMG**

## 11 APÊNDICE

### APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) senhor (a), \_\_\_\_\_

**Você está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa “Aspectos nutricionais, clínicos, bioquímicos e psicológicos da obesidade e o efeito de intervenções nutricionais”. O estudo objetiva avaliar se intervenções nutricionais promovem alterações antropométricas, de composição corporal, de consumo alimentar e bioquímicas em indivíduos com sobrepeso e obesidade. Sua participação neste estudo é gratuita, não havendo pagamento ou vantagem de qualquer espécie. Você poderá se retirar do estudo a qualquer momento sem que isso lhe cause qualquer tipo de prejuízo. Durante a pesquisa, serão propostos dois tipos de intervenção: aguda e crônica.**

Protocolo: Ocorrerá em sete encontros, sendo um deles o primeiro dia de atendimento e os outros com intervalos de 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias. Os atendimentos consistirão na aplicação de questionário estruturado para obtenção de dados de saúde, relacionados ao consumo alimentar, além de avaliação antropométrica (peso, altura, circunferência da cintura e do quadril), composição corporal (gordura corporal e massa de gordura), gasto energético de repouso. Você receberá orientações nutricionais no intuito de promover estilo de vida saudável e plano alimentar para perda de peso.

**Como é uma pesquisa com seres humanos, inconvenientes como necessidade de deslocamento até o local do atendimento, consequências do jejum de 12h, constrangimento no preenchimento dos questionários, defeitos ou falhas nos equipamentos, irritação da pele na hora da coleta de sangue, poderão vir ocorrer, no entanto, todos os recursos necessários para reduzir esses impactos serão utilizados.**

**Todos os dados fornecidos são confidenciais, sendo garantido o sigilo das informações e a sua privacidade.**

Eu li e compreendi as informações acima e aceito participar voluntariamente do projeto.

Nome: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Belo Horizonte, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Pesquisadores:

Adaliene Versiani Matos Ferreira/ adaliene@mail.com – (31) 3409-8036

Ana Maria dos Santos Rodrigues/ anamarod@gmail.com – (31) 8788-6509

Laís Bhering Martins/ laisbmnutri@gmail.com – (31) 8518-2898

Nayara Mussi Monteze / nayaramonteze@yahoo.com.br – (31) 8812-7138

Patrícia de Moura Domingues / patriciamdomingues@gmail.com – (31) 8876-8183

Comitê de Ética em Pesquisa (31) 3409-4592

Av. Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II- 2º andar – Sala 2005

Campus Pampulha. Belo Horizonte – MG – Brasil/ CEP: 31270-901



**APÊNDICE B – Questionário estruturado**



**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL**

DADOS	Avaliação inicial	Retorno 1 ( _ / _ / _ )	Retorno 2 ( _ / _ / _ )	Retorno 3 ( _ / _ / _ )	Retorno 4 ( _ / _ / _ )	Retorno 5 ( _ / _ / _ )	Retorno 6 ( _ / _ / _ )
Peso atual (kg)							
Altura (m)							
IMC (kg/m <sup>2</sup> )							
CC (cm)							
CQ (cm)							
RCQ							
RCE							
Resistência							
Reactância							
Gord corporal (kg)							
Gord corporal (%)							
Massa magra (kg)							
Massa magra (%)							
Água corporal (L)							
Água corporal (%)							
TMR(calorimetria)							

**ATA DE NÚMERO 60 (SESSENTA) DA SESSÃO DE ARGUIÇÃO E DEFESA DA DISSERTAÇÃO APRESENTADA PELA CANDIDATA PATRÍCIA DE MOURA DOMINGUES PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM NUTRIÇÃO E SAÚDE.**

Aos 23 (vinte e três) dias do mês de outubro de dois mil e vinte, às 15:00 horas, realizou-se por meio de videoconferência, a sessão pública para apresentação e defesa da dissertação "**ACURÁCIA DE UMA NOVA FÓRMULA PREDITIVA DE GASTO ENERGÉTICO EM REPOUSO PARA MULHERES COM SOBREPESO E OBESIDADE DURANTE INTERVENÇÃO PARA PERDA DE PESO**", da aluna **Patrícia de Moura Domingues**, candidata ao título de "Mestre em Nutrição e Saúde", linha de pesquisa "Nutrição Clínica e Experimental". A Comissão Examinadora foi constituída pelas professoras doutoras Adaliene Versiani Matos Ferreira, Ana Maria dos Santos Rodrigues, Luana Caroline dos Santos e Laís Bhering Martins, sob a presidência da primeira. Abrindo a sessão, a Senhora Presidente da Comissão, após dar conhecimento aos presentes do teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra à candidata para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores com a respectiva defesa da candidata. Logo após, a Comissão se reuniu sem a presença da candidata, para julgamento e expedição do seguinte resultado final:

- (X) APROVADO;  
( ) APROVADO COM AS MODIFICAÇÕES CONTIDAS NA FOLHA EM ANEXO;  
( ) REPROVADO.

O resultado final foi comunicado à candidata pela Senhora Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, eu, Adaliene Versiani Matos Ferreira, Presidente da Comissão Examinadora, lavrei a presente Ata, que depois de lida e aprovada será assinada por mim e pelos membros da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 23 de outubro de 2020.

Profª. Drª. Adaliene Versiani Matos Ferreira  
Presidente (UFMG)



Profª. Drª. Ana Maria dos Santos Rodrigues  
Coorientadora (UFMG)



Profª. Drª. Luana Caroline dos Santos  
(UFMG)



Drª. Laís Bhering Martins  
(UTHealth)

