UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO
DEPARTAMENTO DE CLÍNICA MÉDICA

NATÁLIA TOMBORELLI BELLAFRONTE

Equações de predição de gasto energético de repouso por
meio de dados gerados por avaliações de bioimpedância

RIBEIRÃO PRETO - SP

2017

NATÁLIA TOMBORELLI BELLAFRONTE

**Equações de predição de gasto energético de repouso por
meio de dados gerados por avaliações de bioimpedância**

Dissertação de Mestrado apresentada à
Faculdade de Medicina de Ribeirão
Preto, da Universidade de São Paulo,
como parte das exigências para
obtenção do título de Mestre do
Programa de Clínica Médica.

Área de concentração: Investigação
Biomédica.

Orientadora: Professora Doutora Paula
Garcia Chiarello.

RIBEIRÃO PRETO - SP

2017

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

BELLAFRONTE, Natália Tomborelli

Equações de predição de gasto energético de repouso por meio de dados gerados por avaliações de bioimpedância / Natália Tomborelli Bellafronte – Orientadora: Paula Garcia Chiarello. Ribeirão Preto, 2017.

147f.

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Área de Concentração: Investigação Biomédica.

1. Gasto energético de repouso. 2. Calorimetria indireta. 3. Equação de predição. 4. Composição corporal. 5. Bioimpedância elétrica.

Nome: BELLAFRONTE, Natália Tomborelli

Título: Equações de predição de gasto energético de repouso por meio de dados gerados por avaliações de bioimpedância.

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, da Universidade de São Paulo, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre do Programa de Clínica Médica.

Área de concentração: Investigação Biomédica.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Profa. Dra. Paula Garcia Chiarello, por me introduzir no campo da pesquisa, por despertar em mim o interesse pela busca de novos conhecimentos, por acreditar no meu potencial e por tolerar meus defeitos;

À minha família, que me apoiou durante toda a jornada acadêmica, me proporcionando momentos de felicidade e a coragem necessária nos momentos difíceis e que me serviu de inspiração ao longo desse caminhar. À vocês eu devo a graça do nascimento e a honra da filiação;

Ao meu namorado, Rafael Tagé Biaggio, que me apoiou de forma incondicional durante todos os momentos, fossem eles de felicidade, de tristeza, de indecisão ou de angústia. Além de companheiro, é também um exemplo de determinação. Minha gratidão ao seu amor e cumplicidade apenas pode ser retribuída através da minha total dedicação à sua felicidade;

Aos meus amigos, que me proporcionaram momentos de alegria e de desabafo e que compartilharam comigo angústias profissionais e pessoais: a amizade é um dom que poucos possuem e raros são aqueles que sabem manter. Que sigamos amigos durante toda a vida;

A todos os funcionários da Unidade de Pesquisa Clínica, sempre dispostos a ajudar e que foram imprescindíveis para a realização desse trabalho;

A todos os voluntários que participaram da pesquisa: vocês são parte essencial no desenvolvimento e finalização dessa tese. Agradeço a paciência e dedicação;

Ao órgão de fomento Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo subsídio para a realização desse projeto;

Enfim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução desse projeto.

RESUMO

BELLAFRONTE, N. T. Equações de predição de gasto energético de repouso por meio de dados gerados por avaliações de bioimpedância. 2017. 147f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2017.

Avaliar acuradamente o gasto energético de repouso (GER) é de extrema importância no suporte nutricional e a análise de composição corporal influencia seu valor. O estudo teve como objetivos desenvolver equações preditivas de GER por meio de dados de composição corporal obtidos por exame de bioimpedância eléctrica multifrequencial por espectroscopia (BIS); avaliar a adequação das fórmulas mais usuais de predição do GER; medir a correlação dos parâmetros gerados por BIS com o GER, analisar a concordância e a correlação dos dados gerados pelos aparelhos de bioimpedância de frequência simples (BIA) e BIS, além da concordância entre os métodos de classificação do estado nutricional por Índice de Massa Corporal (IMC) e por %MG (Porcentual de Massa Gorda) avaliada por BIA e BIS. Caracterizou-se como um estudo transversal observacional desenvolvido com brasileiros saudáveis, ambos os sexos, entre 20 e 40 anos de idade, estratificados em subgrupos pelo IMC (subnutrido, n=40; eutrófico, n=120; com sobrepeso, n=118 e com obesidade, n=114) e pelo %MG (baixa gordura, n=17; gordura adequada, n=101; excesso de gordura, n=91 e obesidade, n=183). O GER foi medido por calorimetria indireta (CI). Houve emprego do teste de correlação de *Spearman* e de *Pearson* e do gráfico de dispersão para avaliar as associações entre as variáveis e de modelos de regressão linear múltipla no desenvolvimento das equações, por método *Stepwise*. Aplicou-se o teste de *Bland-Altman*, o coeficiente de correlação intraclasse, o teste de *Wilcoxon* e o coeficiente de correlação *kappa* para análise de concordância entre medidas e classificações e o teste de *Mann-Whitney* e *Kruskal-Wallis* para comparação entre os subgrupos ($p<0,05$). O GER predito foi considerado adequado quando se encontrou entre 90 e 110% do GER medido por CI. Desenvolveu-se uma equação para a amostra total por sexo e uma para cada categoria do IMC e do %MG e as mesmas apresentaram baixos valores de coeficientes de determinação (R^2). As maiores correlações entre as variáveis independentes com o GER ocorreram para o peso, IMC, Massa Gorda

(MG) e Massa de Tecido Adiposo. Todas as equações usuais avaliadas não foram capazes de prever corretamente o GER em metade da amostra. As classificações do estado nutricional realizadas por meio do IMC e %MGBIA obtiveram concordância fraca com aquela por %MGBIS. A concordância entre BIA e BIS foi baixa: tecidos corporais de maior hidratação foram superestimados e os menos hidratados subestimados, por BIA frente a BIS, e os vieses entre os dois equipamentos foram maiores com o aumento do IMC. Assim, as equações desenvolvidas apresentaram baixo R^2 , impossibilitando sua aplicação no cenário clínico. Já as equações de predição do GER avaliadas exibiram baixa adequação, não se recomendando seu uso. A classificação do estado nutricional por meio do IMC subestima as quantidades de MG, sendo mais adequada a utilização de composição corporal para caracterização nutricional. BIA e BIS geram resultados distintos: o tamanho corporal aparece como um fator de confusão na distinção das massas corporais analisadas, mas, a distribuição e a quantidade de água corporal total apresentam-se como fatores limitantes de maior força.

Palavras - chave: Gasto energético de repouso. Calorimetria indireta. Equação de predição. Composição corporal. Bioimpedância elétrica.

ABSTRACT

BELLAFRONTE, N. T. Resting energy expenditure prediction equation using bioelectrical impedance assessment data. 2017. 147p. Thesis (Master's Degree) - Faculty of Medicine, University of São Paulo, Ribeirão Preto, 2017.

The accurate assessment of resting energy expenditure (REE) is extremely important in nutritional support for energy supply adjustment and body composition analysis plays a significant role in determining its value. The objectives of this thesis was to develop prediction equations of REE using body composition assessment data by bioelectrical impedance; assess the adequacy of the more usual prediction equations of REE against the measured value; measuring the correlation of the parameters generated by multifrequency spectroscopy bioelectrical impedance (BIS) in GER and analyze the agreement and correlation of data generated by bioelectrical impedance devices of simple frequency (BIA) and (BIS), in total sample and between subgroups stratified by body mass index (BMI) and body fat percentage (%BF), in addition to assess the agreement between the classification of nutritional state by BMI and %BF generated by BIA and BIS . This was an observational cross-sectional study with healthy Brazilians, both sexes, between 20 and 40 years old, stratified into subgroups by BMI (malnourished, n=40; eutrophic, n=120; overweight, n=118 and obese, n=114) and by %BF (low fat, n=17; suitable fat, n=101; excess fat, n=91 and obesity, n=183). There was the use of anthropometric and epidemiological parameters and those generated by BIS analysis in the equations's development. REE was measured by indirect calorimetry (IC). Employment Spearman correlation test and scatterplot to assess the associations between the variables and multiple linear regression models in the development of the equations. Application of Bland-Altman analysis, intraclass correlation coefficient, Wilcoxon test and kappa correlation coefficient for agreement analysis between measurements and classifications and the Mann-Whitney and Kruskal-Wallis test to compare the subgroups ($p < 0,05$). Thus, an equation was developed for the total female sample and one for each of the last three categories of BMI and % BF, the same for males. The equations obtain low values of determination coefficient (R^2). The highest correlations between the independent variables with REE occurred, for both females and males, with weight, BMI, BF and

Adipose Tissue Mass. All the usual equations evaluated had low accuracy since none was able to correctly predict GER in 50% or more of the sample, either for the whole sample or stratified by BMI and %BF. The equations with the highest percentages of the sample within the adequacy limits were Owens, Henry-Rees and Livingston-Kohlstadt 2. The worst percentages of the sample within the adequacy limits were those of Ireton-Jones, FAO/WHO/UN 2 and Frankenfield 1. The nutritional status rankings performed through BMI and %BFBIA obtained weak agreement with that by %BFBIS, tending to classify the individual one or two levels below, underestimating the presence of %BF. The agreement between BIA and BIS was low since the equipment presented different results for all the variables, either in the total sample or in the stratified subgroups. The BIA against BIS underestimated the amounts related to the BF and total body water variables and overestimated those concerning the FFM and BCM. The biases between the two equipments were greater with the increase of BMI. Thus, the developed equations have low R^2 , which makes it impossible to apply them in the clinical setting. The most common and predictive GER prediction equations presented low accuracy, not proving to be adequate for use in clinical practice. The classification of nutritional status through BMI results in errors that compromise the approach of nutritional therapy, underestimating the amounts of BF and its deleterious potencies, so it is more appropriate to evaluate it through body composition. BIA and BIS generate different results, and body size appears as a confounding factor in the body mass distinction analyzed by BIA, but the distribution and amount of total body water is a limiting factor of greater strength for the BIA.

Key - words: Resting energy expenditure. Indirect calorimetry. Prediction equation. Body composition. Bioelectrical impedance.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação por IMC e correspondente em %MG.....	39
Tabela 2: Equações de predição de GER avaliadas no presente estudo.....	45
Tabela 3: Dados de caracterização da amostra total e estratificada por sexo...	49
Tabela 4: Dados de caracterização da amostra total estratificada por IMC.....	51
Tabela 5: Dados de caracterização da amostra total estratificada pelo %MG ..	52
Tabela 6: Correlação entre dados epidemiológicos, antropométricos e de composição corporal por análise por BIS com o GER, na amostra feminina.....	57
Tabela 7: Correlação entre dados epidemiológicos, antropométricos e de composição corporal por análise por BIS com o GER, na amostra masculina...	59
Tabela 8: Equações de predição de GER desenvolvidas.....	62
Tabela 9: Dados de GERp e razão GERp/GERm avaliados na amostra total...	63
Tabela 10: Comparação e correlação entre as análises de BIS e BIA na amostra total.....	79
Tabela 11: Comparação e correlação entre as análises de BIS e BIA na amostra de subnutridos.....	83
Tabela 12: Comparação e correlação entre as análises de BIS e BIA na amostra de eutróficos.....	86
Tabela 13: Comparação e correlação entre as análises de BIS e BIA na amostra de sobrepeso.....	89
Tabela 14: Comparação e correlação entre as análises de BIS e BIA na amostra de obesos.....	92
Tabela 15. Comparação e correlação entre as análises de BIS e BIA na amostra %MGBIS 1	95
Tabela 16. Comparação e correlação entre as análises de BIS e BIA na amostra %MGBIS 2	98
Tabela 17. Comparação e correlação entre as análises de BIS e BIA na amostra %MGBIS 3.....	101
Tabela 18. Comparação e correlação entre as análises de BIS e BIA na amostra %MGBIS 4.....	104

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Circuito elétrico equivalente para representação dos componentes bioelétricos de uma célula viva.....	33
Figura 2. Diagrama esquemático dos compartimentos de composição corporal.....	35
Figura 3. Concordância entre os métodos de classificação por IMC e por %MG gerada por análise de BIS.....	54
Figura 4. Concordância entre os métodos de classificação por IMC e por %MG gerada por análise de BIA.....	55
Figura 5. Concordância entre os métodos de classificação por %MG gerada por BIS e %MG gerada por BIA.....	56
Figura 6. Gráfico de dispersão entre idade (anos) e GER por CI (kcal) – amostra feminina.....	57
Figura 7. Gráfico de dispersão entre peso (kg) e GER por CI (kcal) – amostra feminina	57
Figura 8. Gráfico de dispersão entre altura (cm) e GER por CI (kcal) – amostra feminina.....	58
Figura 9. Gráfico de dispersão entre IMC (kg/m ²) e GER por CI (kcal) – amostra feminina.....	58
Figura 10. Gráfico de dispersão entre MLG (kg) e GER por CI (kcal) – amostra feminina.....	58
Figura 11. Gráfico de dispersão entre MG (kg) e GER por CI (kcal) – amostra feminina.....	58
Figura 12. Gráfico de dispersão entre MTA (kg) e GER por CI (kcal) – amostra feminina.....	58
Figura 13. Gráfico de dispersão entre MCC (kg) e GER por CI (kcal) – amostra feminina.....	58
Figura 14. Gráfico de dispersão entre AF (°) e GER por CI (kcal) – amostra feminina.....	59
Figura 15. Gráfico de dispersão entre idade (anos) e GER por CI (kcal) – amostra masculina.....	60
Figura 16. Gráfico de dispersão entre peso (kg) e GER por CI (kcal) – amostra masculina.....	60
Figura 17. Gráfico de dispersão entre altura (cm) e GER por CI (kcal) – amostra	

masculina.....	60
Figura 18. Gráfico de dispersão entre IMC (kg/m ²) e GER por CI (kcal) – amostra masculina.....	60
Figura 19. Gráfico de dispersão entre MLG (kg) e GER por CI (kcal) – amostra masculina.....	60
Figura 20. Gráfico de dispersão entre MG (kg) e GER por CI (kcal) – amostra masculina.....	60
Figura 21. Gráfico de dispersão entre MTA (kg) e GER por CI (kcal) – amostra masculina.....	61
Figura 22. Gráfico de dispersão entre MCC (kg) e GER por CI (kcal) – amostra masculina.....	61
Figura 23. Gráfico de dispersão entre AF (°) e GER por CI (kcal) – amostra masculina.....	61
Figura 24. Avaliação da adequação do GERp em relação ao GERm, na amostra total.....	64
Figura 25. Avaliação da subestimativa do GERp em relação ao GERm, na amostra total.....	65
Figura 26. Avaliação da superestimativa do GERp em relação ao GERm, na amostra total.....	65
Figura 27. Avaliação da adequação do GERp em relação ao GERm, na amostra de subnutridos.	66
Figura 28. Avaliação da subestimativa do GERp em relação ao GERm, na amostra de subnutridos.....	66
Figura 29. Avaliação da superestimativa do GERp em relação ao GERm, na amostra de subnutridos.....	67
Figura 30. Avaliação da adequação do GERp em relação ao GERm, na amostra de eutróficos.....	68
Figura 31. Avaliação da subestimativa do GERp em relação ao GERm, na amostra de eutróficos.	68
Figura 32. Avaliação da superestimativa do GERp em relação ao GERm, na amostra de eutróficos.....	68
Figura 33. Avaliação da adequação do GERp em relação ao GERm, na amostra de sobrepeso.....	69
Figura 34. Avaliação da subestimativa do GERp em relação ao GERm, na amostra de sobrepeso.....	70

Figura 35. Avaliação da superestimativa do GERp em relação ao GERm, na amostra de sobrepeso.....	70
Figura 36. Avaliação da adequação do GERp em relação ao GERm, na amostra de obesos.....	71
Figura 37. Avaliação da subestimativa do GERp em relação ao GERm, na amostra de obesos.....	71
Figura 38. Avaliação da superestimativa do GERp em relação ao GERm, na amostra de obesos.....	72
Figura 39. Avaliação da adequação do GERp em relação ao GERm, na amostra %MGBIS 1.....	73
Figura 40. Avaliação da subestimativa do GERp em relação ao GERm, na amostra %MGBIS 1.....	73
Figura 41. Avaliação da superestimativa do GERp em relação ao GERm, na amostra %MGBIS 1.....	73
Figura 42. Avaliação da adequação do GERp em relação ao GERm, na amostra %MGBIS 2.....	74
Figura 43. Avaliação da subestimativa do GERp em relação ao GERm, na amostra %MGBIS 2.....	75
Figura 44. Avaliação da suprestimativa do GERp em relação ao GERm, na amostra %MGBIS 2.....	75
Figura 45. Avaliação da adequação do GERp em relação ao GERm, na amostra de %MGBIS 3.....	76
Figura 46. Avaliação da subestimativa do GERp em relação ao GERm, na amostra %MGBIS 3.....	76
Figura 47. Avaliação da superestimativa do GERp em relação ao GERm, na amostra %MGBIS 3.....	77
Figura 48. Avaliação da adequação do GERp em relação ao GERm , na amostra %MGBIS 4.....	78
Figura 49. Avaliação da subestimativa do GERp em relação ao GERm , na amostra %MGBIS 4.....	78
Figura 50. Avaliação da suprestimativa do GERp em relação ao GERm , na amostra %MGBIS 4.....	78
Figura 51. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – ACT, na amostra total.....	80

Figura 52. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – MLG, na amostra total.....	80
Figura 53. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – MG, na amostra total.....	80
Figura 54. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – MCC, na amostra total	80
Figura 55. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – AF, na amostra total.....	80
Figura 56. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – R, na amostra total.....	80
Figura 57. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – Xc, na amostra total.....	81
Figura 58. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – ACT, na amostra total.....	81
Figura 59. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MLG, na amostra total.....	81
Figura 60. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MG, na amostra total.....	81
Figura 61. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MCC, na amostra total.....	81
Figura 62. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – AF, na amostra total.....	81
Figura 63. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – R, na amostra total.....	82
Figura 64. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – Xc, na amostra total.....	82
Figura 65. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – ACT, na amostra de subnutridos.....	83
Figura 66. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – MLG, na amostra de subnutridos.....	83
Figura 67. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – MG, na amostra de subnutridos.....	83
Figura 68. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – MCC, na amostra de subnutridos.....	83

Figura 69. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – AF, na amostra de subnutridos.....	84
Figura 70. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – R, na amostra de subnutridos.....	84
Figura 71. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – Xc, na amostra de subnutridos.....	84
Figura 72. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – ACT, na amostra de subnutridos.....	84
Figura 73. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MLG, na amostra de subnutridos.....	84
Figura 74. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MG, na amostra de subnutridos.....	84
Figura 75. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MCC, na amostra de subnutridos.....	84
Figura 76. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – AF, na amostra de subnutridos.....	84
Figura 77. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – R, na amostra de subnutridos.....	85
Figura 78. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – Xc, na amostra de subnutridos.....	85
Figura 79. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – ACT, na amostra de eutróficos.....	86
Figura 80. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – MLG, na amostra de eutróficos.....	86
Figura 81. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – MG, na amostra de eutróficos.....	86
Figura 82. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – MCC, na amostra de eutróficos.....	86
Figura 83. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – AF, na amostra de eutróficos.....	87
Figura 84. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – R, na amostra de eutróficos.....	87
Figura 85. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – Xc, na amostra de eutróficos.....	87

Figura 86. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – ACT, na amostra de eutróficos.....	87
Figura 87. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MLG, na amostra de eutróficos.....	87
Figura 88. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MG, na amostra de eutróficos.....	87
Figura 89. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MCC, na amostra de eutróficos.....	87
Figura 90. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – AF, na amostra de eutróficos.....	87
Figura 91 Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – R, na amostra de eutróficos.....	88
Figura 92. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – Xc, na amostra de eutróficos.....	88
Figura 93. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – ACT, na amostra com sobrepeso.....	89
Figura 94. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – MLG, na amostra com sobrepeso.....	89
Figura 95. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – MG, na amostra com sobrepeso.....	89
Figura 96. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – MCC, na amostra com sobrepeso.....	89
Figura 97. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – AF, na amostra com sobrepeso.....	90
Figura 98. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – R, na amostra com sobrepeso.....	90
Figura 99. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – Xc, na amostra com sobrepeso.....	90
Figura 100. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – ACT, na amostra com sobrepeso.....	90
Figura 101. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MLG, na amostra com sobrepeso.....	90
Figura 102. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MG, na amostra com sobrepeso.....	90

Figura 103. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MCC, na amostra com sobrepeso.....	90
Figura 104. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – AF, na amostra com sobrepeso.....	90
Figura 105. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – R, na amostra com sobrepeso.....	91
Figura 106. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – Xc, na amostra com sobrepeso.....	91
Figura 107. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – ACT, na amostra com obesidade.....	92
Figura 108. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – MLG, na amostra com obesidade.....	92
Figura 109. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – MG, na amostra com obesidade.....	92
Fig. 110. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – MCC, na amostra com obesidade.....	92
Figura 111. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – AF, na amostra com obesidade.....	93
Figura 112. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – R, na amostra com obesidade.....	93
Figura 113. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – Xc, na amostra com obesidade.....	93
Figura 114. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – ACT, na amostra com obesidade.....	93
Figura 115. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MLG, na amostra com obesidade.....	93
Figura 116. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MG, na amostra com obesidade.....	93
Figura 117. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MCC, na amostra com obesidade.....	93
Figura 118. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – AF, na amostra com obesidade.....	93
Figura 119. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – R, na amostra com obesidade.....	94

Figura 120. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – Xc, na amostra com obesidade.....	94
Figura 121. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – ACT, na amostra %MGBIS 1.....	95
Figura 122. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – MLG, na amostra %MGBIS 1.....	95
Figura 123. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – MG, na amostra %MGBIS 1.....	95
Figura 124. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – MCC, na amostra %MGBIS 1.....	95
Figura 125. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – AF, na amostra %MGBIS 1.....	96
Figura 126. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – R, na amostra %MGBIS 1.....	96
Figura 127. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – Xc, na amostra %MGBIS 1.....	96
Figura 128. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – ACT, na amostra %MGBIS 1.....	96
Figura 129. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MLG, na amostra %MGBIS 1.....	96
Figura 130. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MG, na amostra %MGBIS 1.....	96
Figura 131. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MCC, na amostra %MGBIS 1.....	96
Figura 132. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – AF, na amostra %MGBIS 1.....	96
Figura 133. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – R, na amostra %MGBIS 1.....	97
Figura 134. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – Xc, na amostra %MGBIS 1.....	97
Figura 135. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – ACT, na amostra %MGBIS 2.....	98
Figura 136. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – MLG, na amostra %MGBIS 2.....	98

Figura 137. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – MG, na amostra %MGBIS 2.....	98
Figura 138. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – MCC, na amostra %MGBIS 2.....	98
Figura 139. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – AF, na amostra %MGBIS 2.....	99
Figura 140. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – R, na amostra %MGBIS 2.....	99
Figura 141. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – Xc, na amostra %MGBIS 2.....	99
Figura 142. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – ACT, na amostra %MGBIS 2.....	99
Figura 143. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MLG, na amostra %MGBIS 2.....	99
Figura 144. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MG, na amostra %MGBIS 2.....	99
Figura 145. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MCC, na amostra %MGBIS 2.....	99
Figura 146 Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – AF, na amostra %MGBIS 2.....	99
Figura 147. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – R, na amostra %MGBIS 2.....	100
Figura 148. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – Xc, na amostra %MGBIS 2.....	100
Figura 149. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – ACT, na amostra %MGBIS 3.....	101
Figura 150. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – MLG, na amostra %MGBIS 3.....	101
Figura 151. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – MG, na amostra %MGBIS 3.....	101
Figura 152. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – MCC, na amostra %MGBIS 3.....	101
Figura 153. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – AF, na amostra %MGBIS 3.....	102

Figura 154. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – R, na amostra %MGBIS 3.....	102
Figura 155. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – Xc, na amostra %MGBIS 3.....	102
Figura 156. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – AC, na amostra %MGBIS 3.....	102
Figura 157. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MLG, na amostra %MGBIS 3.....	102
Figura 158. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MG, na amostra %MGBIS 3.....	102
Figura 159. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MCC, na amostra %MGBIS 3.....	102
Figura 160. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – AF, na amostra %MGBIS 3.....	102
Figura 161. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – R, na amostra %MGBIS 3.....	103
Figura 162. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – Xc, na amostra %MGBIS 3.....	103
Figura 163. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – ACT, na amostra %MGBIS 4.....	104
Figura 164. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – MLG, na amostra %MGBIS 4.....	104
Figura 165. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – MG, na amostra %MGBIS 4.....	104
Figura 166. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – MCC, na amostra %MGBIS 4.....	104
Figura 167. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – AF, na amostra %MGBIS 4.....	105
Figura 168. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – R, na amostra %MGBIS 4.....	105
Figura 169. Análise de concordância por <i>Bland-Altman</i> entre os métodos de bioimpedância – Xc, na amostra %MGBIS 4.....	105
Figura 170. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – ACT, na amostra %MGBIS 4.....	105

Figura 171. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MLG, na amostra %MGBIS 4.....	105
Figura 172. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MG, na amostra %MGBIS 4.....	105
Figura 173. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MCC, na amostra %MGBIS 4.....	105
Figura 174. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – AF, na amostra %MGBIS 4.....	105
Figura 175. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – R, na amostra %MGBIS 4.....	106
Figura 176. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – Xc, na amostra %MGBIS 4.....	106
Figura 177. Posicionamento BIS.....	146
Figura 178. Equipamento Body Composition Monitor – BCM, BIS.....	146
Figura 179. Diferença entre BIA e BIS.....	146
Figura 180. Posicionamento BIA.....	147
Figura 181. Equipamento RJL - Quantum II, BIA.....	147
Figura 183. Posicionamento CI.....	147
Figura 184. Equipamento VO2000–CI.....	147

LISTA DE SIGLAS

%MG: porcentual de Massa Gorda

%MGBIA: porcentual de massa gorda. Dado gerado por análise de bioimpedância simples (unifrequencial)

%MGBIS: porcentual de massa gorda. Dado gerado por análise de bioimpedância multifrequencial por espectroscopia

A: altura

ACT: água corporal total

AE: água extracelular

AF: ângulo de fase

AI: água intracelular

BIA: bioimpedância elétrica de frequência simples (unifrequencial)

BIS: bioimpedância elétrica multifrequencial por espectroscopia

CAPES: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CD: calorimetria direta

CI: calorimetria indireta

cm: centímetro

CnpQ: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CO₂: gás carbônico

FMRP: Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto

GER: gasto energético de repouso

GERm: gasto energético de repouso medido por calorimetria indireta

GERp: gasto energético de repouso predito por meio de equação de predição

GET: gasto energético total

HC-FMRP: Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto

I: idade

IC: intervalo de confiança

ICC: coeficiente de correlação intraclasse

IMC: índice de massa corporal

kg: quilo

L: litros

MCC: massa celular corporal

MG: massa gorda

MLG: massa livre de gordura

MTA: massa de tecido adiposo

O₂: gás oxigênio

P: peso

QR: quociente respiratório

R: resistência

R²: coeficiente de determinação

SD: desvio padrão

TCLE: Termo de consentimento livre e esclarecido

USP: Universidade de São Paulo

VCO₂: volume de CO₂ expirado

VO₂: volume de O₂ inspirado

WHO: *World Health Organization* (Organização Mundial da Saúde)

Xc: reatância

LISTA DE SÍMBOLOS

%: porcentagem

$\bar{x}$: média

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	28
2. JUSTIFICATIVA.....	36
3. OBJETIVOS.....	37
3.1 Objetivo geral.....	37
3.2 Objetivos específicos.....	37
4.METODOLOGIA.....	38
4.1 Indivíduos.....	38
4.2 Métodos.....	40
4.2.1 Questionário de dados pessoais e clínicos.....	40
4.2.2 Questionário de verificação do pré-preparo para coleta.....	40
4.2.3 Aferição da temperatura corporal e verificação de retenção hídrica.....	41
4.2.4 Medidas antropométricas.....	41
4.2.5 Medidas de composição corporal.....	42
4.2.6 Mensuração do Gasto Energético de Repouso	43
4.2.7 Equações de predição de GER avaliadas.....	44
4.3 Análise Estatística.....	46
5. RESULTADOS.....	48
5.1 Caracterização da amostra.....	48
5.1.1 Caracterização da amostra total e estratificada por sexo.....	48
5.1.2 Caracterização da amostra total estratificada pelo IMC.....	49
5.1.3 Caracterização da amostra total estratificada pelo %MG.....	51
5.2 Comparação entre classificação da amostra total por IMC e por %MG e entre a classificação da amostra total por %MG gerada por BIS e %MG gerada por BIA..	53
5.2.1 Análise de concordância ente classificação por IMC e classificação por %MG gerada por BIS.....	53

5.2.2	Análise de concordância entre classificação por IMC e classificação por %MG gerada por BIA.....	54
5.2.3	Análise de concordância entre classificação por %MG gerada por BIS e classificação por %MG gerada por BIA.....	55
5.3	Correlação entre as variáveis epidemiológicas, antropométricas e de composição corporal com o GER, na amostra total.....	56
5.3.1	Correlação entre as variáveis epidemiológicas, antropométricas e de composição corporal com o GER, na amostra feminina.....	57
5.3.2	Correlação entre as variáveis epidemiológicas, antropométricas e de composição corporal por BIS com o GER, na amostra masculina.....	59
5.4	Proposição de equações de predição do GER.....	61
5.5	Avaliação da adequação das equações de predição de GER mais usuais em relação ao GER medido por CI.....	63
5.5.1	Amostra total.....	63
5.5.2	Amostra estratificada pelo IMC.....	65
5.5.2.1	Subnutrido.....	65
5.5.2.2	Eutrófico.....	67
5.5.2.3	Sobrepeso.....	69
5.5.2.4	Obeso.....	70
5.5.3	Amostra estratificada pela %MGBIS.....	72
5.5.3.1	%MGBIS 1.....	72
5.5.3.2	%MGBIS 2.....	74
5.5.3.3	%MGBIS 3.....	75
5.5.3.4	%MGBIS 4.....	77
5.6	Comparação entre as análises de BIS e BIA.....	79
5.6.1	Amostra total.....	79
5.6.2	Amostra estratificada pelo IMC.....	82
5.6.2.1	Subnutrido.....	82
5.6.2.2	Eutrófico.....	85

5.6.2.3 Sobre peso.....	88
5.6.2.4 Obeso.....	91
5.6.3 Amostras estratificadas pela %MGBIS.....	94
5.6.3.1 %MGBIS 1.....	94
5.6.3.2 %MGBIS 2.....	97
5.6.3.3 %MGBIS 3.....	100
5.6.3.4 %MGBIS 4.....	103
6. DISCUSSÃO.....	106
7. LIMITAÇÕES.....	125
7.1 Tamanho amostral.....	125
7.2 CI e suas limitações.....	126
7.3 BIS e suas limitações.....	127
8. CONCLUSÕES.....	128
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	130
10. ANEXOS.....	138
10.1 Questionário de dados pessoais, clínicos e de verificação da realização do pré-preparo para coleta.....	138
10.2 Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	140
10.3 Aprovação Comitê de Ética em Pesquisa.....	143
10.4 Equipamentos utilizados.....	146
10.4.1 Bioimpedância elétrica multifrequencial por espectroscopia.....	146
10.4.2 Bioimpedância elétrica simples (unifrequencial).....	147
10.4.3 Calorimetria Indireta.....	147

1. INTRODUÇÃO

A avaliação acurada do gasto energético de repouso (GER) é de extrema importância no suporte nutricional, intra e extra-hospitalar, no que se refere ao ajuste da oferta energética, uma vez que mesmo pequenas inadequações, em longo prazo, podem interferir negativamente no estado nutricional (FRANKENFIELD et al., 2005; MCDONIEL, 2007).

A termogênese induzida pelos alimentos, a atividade física e o GER são os três componentes imprescindíveis à estimativa das necessidades energéticas totais (TRUMBO et al., 2002). O GER, por sua vez, é responsável por 60 a 70% do Gasto Energético Total (GET), correspondendo, portanto, à sua maior porção (FRANKENFIELD et al., 2005; MCDONIEL, 2007). Assim sendo, a correta mensuração do GER é o primeiro passo para o desenvolvimento do plano dietético, sendo uma informação importante para estudos nutricionais clínicos e epidemiológicos.

Tendo em vista a importância da acurácia dos valores fornecidos pelas equações de predição de GER, uma revisão da literatura revela o uso de tamanhos amostrais pequenos e a baixa existência de estudos populacional-específicos para o desenvolvimento dessas fórmulas matemáticas, o que incrementa as falhas nas estimativas (MACMURRAY et al., 2014).

A mesma revisão conclui que existe uma considerável variação do GER em adultos, de forma que o uso de um valor padrão não é adequado, tendo em vista que as características demográficas exercem forte influência. Sendo assim, destaca a necessidade da determinação do GER através de individualizações, como idade, sexo, etnia e composição corporal, para estimativas mais precisas. A generalização do GER e a não distinção entre os diferentes grupos populacionais têm contribuído para a disseminação de erros de cálculos e para o fracasso dos programas de saúde pública (MACMURRAY et al., 2014).

A ideia de que um manejo ponderal e nutricional únicos sejam adequados para todos os tipos de indivíduos, independente de sua composição corporal, tem levado a erros de estimação e ao insucesso do tratamento de doenças (WANG,

2008; HALL et al., 2011). Assim, a existência de uma grande variação metabólica entre os sujeitos delinea uma abordagem individualizada.

O GER, por sua vez, pode ser medido por meio de calorimetria direta (CD) ou indireta (CI). A primeira é um método no qual se utiliza a troca de calor entre o corpo humano e o ambiente como forma de mensuração. Já a segunda vale-se do consumo de O_2 e da produção de CO_2 para a estimação do GER (VOLP et al., 2011).

A CI é considerada um método padrão, tendo sido validada por meio de comparação com a CD (VOLP et al., 2011). Porém, ambas consistem em técnicas de custo elevado, que requerem profissionais treinados para o seu correto manuseio e que dependem da cooperação do indivíduo ao qual se aplicará. Além disso, muitas vezes não podem ser utilizadas devido às próprias limitações do método, tornando-se assim instrumentos de difícil aplicação no cenário clínico (FRANKENFIELD et al., 2005).

Devido ao exposto, o GER é frequentemente estimado por equações de predição, sendo a mais utilizada na prática clínica a de Harris-Benedict, a qual foi desenvolvida por meio do uso da CI aplicada a 239 indivíduos saudáveis e utilizando como variáveis sexo, idade, estatura e peso. Porém, mostra-se inadequada por super ou subestimar o GER em diferentes situações clínicas (WAHRLICH e ANJOS, 2001a; FRANKENFIELD et al., 2005; TSENG et al., 2011).

Outras equações foram desenvolvidas posteriormente à de Harris-Benedict com pouca melhora no que se refere aos níveis de erros aleatórios, sub e superestimação (FRANKENFIELD, 2013; MILLER et al., 2013; SONG et al., 2014; WILLIS et al., 2015).

Além da composição corporal, sexo, idade e índice de massa corporal (IMC), outro fator que interfere no GER é a etnia (ABE et al., 2012). Um estudo desenvolvido por Weijs (2008) encontrou que Mifflin-St Jeor foi a fórmula mais acurada entre participantes norte-americanos enquanto que, para os alemães, essa representação ocorreu com a equação da WHO/FAO/ONU. Conclui, portanto, que

a etnia desempenha importante papel na adequação das equações de predição de GER.

Estudos anteriores também já haviam observado o valor representado pela etnia na capacidade de predição dessas fórmulas, principalmente no que se refere à sua aplicação em indivíduos latino-americanos, tendo em vista que a maioria das equações foi desenvolvida com populações que residem em regiões da Europa e América do Norte, cuja composição corporal e estilos de vida são distintos (WAHRLICH e ANJOS, 2001b).

Observam-se, em populações oriundas de diversos locais, resultados distintos quanto à acurácia das equações existentes (OLIVEIRA et al., 2012; RAO et al., 2012; FRANKENFIELD, 2013; ADZIKA NSATIMBA et al., 2015).

Assim, destaca-se a importância da individualização de acordo com os dados de caracterização epidemiológica do grupo ao qual se aplica. A utilização de fórmulas preditivas em público distinto daquele com o qual foi desenvolvida resulta na existência de erros de predição, com mensurações variáveis, e que podem interferir negativamente no manejo nutricional (SONG et al., 2014; WRIGHT, 2015).

Resultados inacurados quando da aplicação de equações de predição também têm sido observados na população brasileira (OLIVEIRA et al., 2012; ANJOS et al., 2013a; OLIVEIRA et al., 2014; KRÜGER et al., 2015).

Tendo em vista que as principais equações utilizadas no exercício clínico não foram desenvolvidas com brasileiros e que se observa uma caracterização populacional original diferente daquela à qual se aplica, com baixos resultados de adequação, há a evidente necessidade de desenvolvimento de equações preditivas de GER com e para brasileiros.

Em indivíduos saudáveis, a massa livre de gordura (MLG) é o fator individual mais importante na determinação do GER, responsável por 60 a 70% da variação interindividual. Realizar a predição do GER por meio de equações que possuem como base a MLG demonstrou-se mais adequado que fazê-lo baseado no peso corporal total (MÜLLER et al., 2004).

Alguns estudos encontraram que a massa gorda (MG) é, por sua vez, um fator independente de predição do GER (NIELSEN et al., 2000; WAHRLICH e ANJOS, 2001b). Dessa forma, a MLG e a MG são considerados os maiores contribuintes do GER (JOHNSTONE et al., 2005).

Observa-se, assim, que a análise da composição corporal tem papel importante na determinação dos valores de GER, podendo gerar parâmetros com capacidade de predição nas equações preditivas.

Mais recentemente, apontando como um dado de composição corporal não influenciado pelo nível de hidratação e mais confiável para avaliação do estado nutricional, até mesmo quando comparado à MLG e à MG, a Massa Celular Corporal (MCC), ganhou destaque entre a comunidade científica (ISMAEL et al., 2014).

A MCC é o componente metabolicamente ativo da MLG e é a representação da massa celular envolvida nas trocas gasosas, produção de CO_2 e consumo de O_2 , se relacionando com o GER (ROZA e SHIZGAL, 1984).

Seu uso para determinação do GER através de equações de predição faz pressupor uma melhor acurácia do que o uso da MLG, MG e peso (FIACCADORI et al., 2014), uma vez que não é sensível a alternâncias na quantidade de água corporal total, um fator de grande interferência na avaliação e monitorização do estado nutricional (FIACCADORI et al., 2013). Assim, pressupõe-se uma variável capaz de gerar um resultado mais fidedigno do GER através de equações de predição.

Assim sendo, há a necessidade de utilização de técnicas que obtenham dados mais fidedignos de composição corporal e que possam ser utilizadas no desenvolvimento de equações de predição de GER mais acuradas.

Por sua vez, a análise por bioimpedância elétrica é uma técnica conveniente na estimativa da composição corporal por ser segura, não invasiva, economicamente viável, portátil e tem sido validada extensivamente em sujeitos saudáveis e naqueles com doenças crônicas (KYLE et al., 2001; RAIMANN et al.,

2014). Além do uso em avaliação de composição corporal, os dados gerados pela bioimpedância elétrica podem auxiliar na estimativa do GER.

Korth et al. (2007) avaliou a precisão dos métodos utilizados para análise de composição corporal e sua influência na predição do GER e conclui que, apesar de menos precisa quando comparada com Densitometria Óssea, Água Duplamente Marcada e Pleistimografia, a capacidade e acurácia de predição do GER por meio da MLG obtida por bioimpedância elétrica não possui diferença estatística significativa.

Assim sendo, o menor custo e a maior facilidade de aplicação da bioimpedância elétrica a tornam um instrumento valioso no campo clínico para predição do GER.

Bioimpedância é um termo geral que descreve métodos seguros e não invasivos utilizados para medir a resposta elétrica de um organismo vivo à introdução de uma corrente alternada e de baixa frequência. Somado a isso, se utiliza de modelos biofísicos para estimar a composição corporal por meio das medidas bioelétricas obtidas: resistência (R), reatância (X_c) e ângulo de fase (AF), todas dependentes da frequência da corrente introduzida (LUKASKI et al., 2013).

Abaixo, a figura 1, extraída de Lukaski et al (2013), consiste em um circuito elétrico equivalente que representa os componentes bioelétricos de uma célula viva:

Fig. 1. Circuito elétrico equivalente para representação dos componentes bioelétricos de uma célula viva. Quando uma frequência com corrente alternada é aplicada em um corpo, esta é atenuada pela água e pelos eletrólitos presentes nos fluidos extracelulares e intracelulares, o que caracteriza a resistência a essa corrente. A corrente é armazenada e liberada nas membranas celulares, o que é medido como reatância ou capacitância celular. Ambas, resistência e reatância, são dependentes da frequência. Ri: resistência causada pelos fluidos intracelulares. Re: resistência causada pelos fluidos extracelulares. Cm: capacitância celular. Intracellular: fluido intracelular. Extracellular: fluido extracelular.

A bioimpedância elétrica baseia-se no princípio de que os componentes corporais oferecem uma resistência diferenciada à passagem da corrente elétrica. Além disso, o fluxo dessa corrente por um condutor vai depender do seu volume (o corpo), do seu comprimento (a estatura) e da sua impedância (a resistência à passagem de uma corrente elétrica) (LUKASKI et al., 2013).

Quando esta corrente é aplicada a um corpo humano há sempre uma oposição ao fluxo, a R, inversamente proporcional à condutância (KYLE et al., 2004a). Assim, os tecidos magros são altamente condutores de corrente elétrica, uma vez que possuem grande quantidade de água e eletrólitos, apresentando baixa resistência. Por outro lado, tecidos como gordura e osso são pobres condutores, com menor quantidade de fluidos e eletrólitos e maior resistência elétrica. Depois de obtidos os valores de resistência e reatância, estes podem ser utilizados para estimativa da composição corporal a partir de equações preditivas.

Sobre baixas frequências a corrente não penetra na membrana celular, mensurando apenas a água extracelular (AE) e não mensurando a água

intracelular (AI). Sobre elevadas frequências a corrente penetra a membrana celular e é capaz de mensurar ambas (KYLE et al; 2004a).

Bioimpedância elétrica de frequência simples (BIA) são equipamentos com frequência única de 50 kHz. Não são capazes de medir a água corporal total (ACT), obtendo seu valor por meio da soma dos pesos da AI com a AE. Também são incapazes de medir as diferenças em AI, cujo valor é obtido indiretamente por equações. Assim, a BIA não é sensível à variações na AE e limitada na distinção da distribuição da água corporal nos compartimento intra e extracelular. ACT, MLG, MG e MCC são medidas derivadas de equações de predição desenvolvidas por modelos de regressão linear (KYLE et al., 2004a).

A bioimpedância elétrica multifrequencial por espectroscopia (BIS), por sua vez, apresenta várias frequências que variam de um espectro de 0 a 1000 kHz (TERUEL-BRIONES et al., 2012), com melhor capacidade de penetração nas células e mensuração direta da AI. Dessa forma, ela é sensível a variações na AE. Assim sendo, é capaz de diferenciar a ACT da AI e AE (KYLE et al., 2004a).

Essa capacidade da BIS lhe promove uma vantagem frente à BIA, já que não depende de fórmulas para mensuração da AI e AE, fornecendo uma medida mais direta e individualizada de ambas. Além disso, mede a impedância ao longo de todo espectro de frequências, não se limitando apenas a uma, e não dependendo de equações de regressão para predizer os volumes de ACT, valendo-se de fórmulas de predição apenas para a obtenção dos resultados da MLG, MG e MCC (KYLE et al., 2004a).

Na figura a seguir, extraída de Kyle et al (2004a), têm-se uma representação dos compartimentos de composição corporal:

Fig. 2. Diagrama esquemático dos compartimentos de composição corporal. FFM: massa livre de gordura. FM: massa gorda. Body cell mass: massa celular corporal. Weight: peso. Total Body water: água corporal total. Bone mineral: densidade mineral óssea. Extracellular water: água extracelular. Intracellular water: água intracelular. Visceral protein; proteínas viscerais.

A análise de composição corporal é diferente no que se refere a sujeitos subnutridos, eutróficos, com excesso de peso e obesos, uma vez que a taxa do GER para MLG, MG ou MCC não é constante entre os indivíduos, mas varia com a suas distribuições corporais (FRANKENFIELD et al., 2005).

Somado ao exposto, alguns estudos têm reportado que a acurácia das fórmulas de predição do GER é diversa quando aplicada as distintas faixas do IMC, sendo necessária a individualização de acordo com a composição corporal á quem se aplica (HASSON et al., 2011; KRÜGER et al., 2015).

Tendo em vista o exposto, nota-se a necessidade de mais estudos para elucidar possíveis erros de mensuração e predição, bem como o desenvolvimento de equações mais adequadas para a população brasileira, respeitando-se as diferenças de composição corporal.

2. JUSTIFICATIVA

A necessidade de desenvolvimento de equações de predição de GER com instrumentos de maior disponibilidade, facilidade de uso e acurácia, bem como a individualização dessas equações de acordo com parâmetros de composição corporal e caracterização epidemiológica, faz-se importante tendo em vista a relevância de estimativas mais adequadas das necessidades nutricionais para o manejo dietético e do estado nutricional.

Tendo em vista os achados sobre a melhor correlação da MCC com a massa muscular corporal, razoavelmente independente do estado de hidratação do indivíduo, supõe-se que esta massa pode ser o componente mais forte nas equações de predição de GER em indivíduos brasileiros saudáveis, uso este ainda não explorado por trabalhos anteriores neste mesmo tema.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Desenvolver equações preditivas de GER em brasileiros saudáveis, estratificados pelo IMC e pelo percentual de massa gorda (%MG), por meio de dados de composição corporal obtidos por análise de BIS, além de dados epidemiológicos e antropométricos.

3.2 Objetivos específicos

Definir, dentre os resultados gerados pelas avaliações de BIS, além de dados antropométricos e epidemiológicos, quais as variáveis independentes melhor se correlacionam com o GER, na amostra total estratificada pelo sexo.

Avaliar a adequação entre o GER predito (GERp) pelas fórmulas mais usuais e disponíveis com o GER medido por CI (GERm), na amostra total e em cada subgrupo estratificado pelo IMC e pelo %MG.

Avaliar a concordância entre as classificações do estado nutricional por meio do uso do IMC e dos pontos de corte por %MG gerado por análise de BIA e BIS.

Avaliar a concordância e a correlação entre resistência (R), reatância (Xc) e os resultados de composição corporal gerados pelos dois aparelhos de BIA e BIS, na amostra total e em cada subgrupo estratificado pelo IMC e pelo %MG.

4. METODOLOGIA

4.1 Indivíduos

O presente estudo foi observacional transversal, para o qual foram recrutados indivíduos saudáveis subnutridos, eutróficos, com sobrepeso e com obesidade, de acordo com o IMC, entre os funcionários do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (HC-FMRP, USP) e funcionários e alunos do campus da USP de Ribeirão Preto.

Os critérios de inclusão foram idade entre 20 e 40 anos, homens e mulheres e nacionalidade brasileira.

Os critérios de exclusão foram: alterações em estado de hidratação, como a presença de retenção hídrica; falência renal, hepática ou cardíaca; hipertensão pulmonar; disfunção tireoidiana; presença de diabetes tipo 1 ou tipo 2; uso de reposição hormonal; uso de corticosteroides, medicamentos anabólicos ou termogênicos; uso de hipoglicemiantes; menopausa; tabagismo atual; gravidez; amamentação; estar realizando dieta para perda de peso; perda de peso não intencional nos últimos 6 meses; perda de peso intencional superior a 10% nos últimos 6 meses; alterações da temperatura corporal; presença de infecções e/ou inflamações; incapacidade de deambular; presença de amputação e de objetos metálicos no corpo como próteses ou marca passo; claustrofobia; dificuldade respiratória de qualquer natureza; comprometimento cognitivo e demais fatores que pudessem levar a dificuldades de realização das medidas ou interferência nos resultados gerados pelas análises de bioimpedância elétrica e CI.

O critério de definição do estado nutricional por meio de dados antropométricos foi realizado de acordo com a classificação da *World Health Organization* (WHO, 1995): subnutridos, $IMC < 18,5 \text{ kg/m}^2$; eutróficos, $18,5 \text{ kg/m}^2 \leq IMC < 25 \text{ kg/m}^2$; sobrepeso, $25 \text{ kg/m}^2 \leq IMC < 30 \text{ kg/m}^2$ e obeso, $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$.

O critério de definição do estado nutricional por meio de dados de composição corporal foi realizado de acordo com a classificação proposta por

Gallagher et al (2000). Em seu artigo, o autor propõe cortes por %MG que correspondem as respectivas categorias por IMC:

Tabela 1. Classificação por IMC e correspondente em %MG

IMC	Classificação	%MG	%MG Sexo Masculino	%MG Sexo Feminino	Classificação
IMC<18,5	subnutrido	%MG 1	%MG $\leq$ 8	%MG $\leq$ 21	Baixa quantidade
18,5 $\leq$ IMC<25	eutrófico	%MG 2	8<%MG $\leq$ 21	21<%MG $\leq$ 33	Adequada quantidade
25 $\leq$ IMC<30	sobrepeso	%MG 3	21<%MG $\leq$ 25	33<%MG $\leq$ 39	Excesso
IMC $\geq$ 30	obesidade	%MG 4	%MG>25	%MG>39	Obesidade

IMC (kg/m²): índice de massa corporal; %MG: porcentual de massa gorda.

Este trabalho foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa da FMRP, protocolo HC-FMRP 1.076.550/2015. Todos que estavam de acordo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), escrito conforme a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

O recrutamento dos voluntários para a presente pesquisa ocorreu por meio de cartazes distribuídos nos prédios existentes dentro do campus da USP de Ribeirão Preto e dentro do HC-FMRP, e-mail institucional de funcionários do HC-FMRP e funcionários e alunos do campus da USP de Ribeirão Preto e por meio de mídias sociais como rádio e *facebook*.

O contato com os possíveis voluntários ocorreu pessoalmente ou por meio de telefonema. Durante o primeiro contato foram esclarecidos todos os procedimentos e dúvidas referentes à pesquisa bem como avaliados os critérios de inclusão e exclusão. Após verificação do enquadramento do voluntário e de seu interesse em participar, informou-se o pré-preparo necessário para os procedimentos referentes a essa pesquisa: seguir dieta usual na semana precedente ao estudo, jejum de 12 horas, 8 horas de sono, não fazer uso de diuréticos até 1 semana antes da participação no estudo, não praticar atividade física 24 horas antes da coleta, se abster do consumo de bebidas e/ou alimentos que contenham álcool ou cafeína até 24 horas precedentes à coleta, não tomar vacina até 30 dias anteriores à data da coleta, informar qualquer indício de

enfermidade aguda (resfriado, gripe entre outros) bem como estado febril e vestir roupas leves no dia do estudo. Essas mesmas orientações eram recordadas por meio de telefonema no período de 1 semana, 2 dias e 1 dia anteriores a data da coleta.

No dia da coleta primeiramente o voluntário assinava o TCLE, posteriormente era orientado a realizar o esvaziamento vesical, colocar vestimenta leve e retirar todos os adornos metálicos ou não. Após isso, eram aferidos o peso corporal atual e a altura do voluntário. O mesmo se dirigia até a sala de coleta, na qual permanecia deitado em posição supina e relaxado. Em sequência aplicava-se o questionário de dados pessoais e clínicos, de verificação dos dados de inclusão e exclusão e do preparo para a coleta. Posteriormente verificava-se a temperatura corporal com termômetro digital e a presença de retenção hídrica por meio do sinal de Goedet. Realizavam-se os exames de BIS e BIA (após 20 minutos na posição supina e relaxado) e posteriormente o exame de CI (após 30 a 40 minutos na posição supina e relaxado).

4.2 Métodos

4.2.1 Questionário de dados pessoais e clínicos

Houve a elaboração e aplicação de um questionário com dados pessoais e clínicos tais como: nome completo, número de RG e CPF, data de nascimento, presença de doenças, realização de cirurgias, uso contínuo ou casual de medicamentos, uso de reposição hormonal, presença de tabagismo ou período de abstinência, realização de dieta atual para perda de peso, avaliação de presença de edema por meio do sinal de Goedet, uso de marca-passo ou próteses metálicas no corpo entre outros dados. O objetivo do questionário foi obter dados de caracterização e verificar o enquadramento do voluntário nos critérios de inclusão e exclusão (Anexos pag. 137).

4.2.2 Questionário de verificação do pré-preparo para coleta

Houve a elaboração e aplicação de um questionário de verificação da realização correta do pré-preparo para a coleta (Anexos pag. 137).

4.2.3 Aferição da temperatura corporal e verificação de retenção hídrica

Foi realizada a aferição da temperatura corporal axilar, lado direito, após higienização do termômetro digital com álcool a 70%. O objetivo foi averiguar a existência de febre, considerada acima de 37°C (SUND-LEVANDER et al., 2002), o qual poderia alterar o GER do voluntário, excluindo-o momentaneamente do projeto.

A presença de retenção hídrica foi avaliada por meio da realização do sinal de Goedet (também conhecido como sinal de cacifo): pressão digital sobre a pele em local de proeminência óssea, por pelo menos 5 segundos, a fim de se evidenciar edema (ROCCO, 2010). A não manutenção da depressão na pele causada pela pressão digital após 5 segundos confere ausência de edema (ROCCO, 2010) e foi utilizada como parâmetro de referência para o presente estudo.

4.2.4 Medidas antropométricas

Foram avaliados os parâmetros antropométricos de peso corporal atual e estatura:

- Peso corporal atual: foi aferido segundo descrito por Heymsfield (1990). Obtido por meio de balança de plataforma da marca Filizola® Eletrônica ID 1500 (São Paulo: SP, Brasil) com precisão de 0,1 kg e capacidade máxima de 200 kg. Esta medida foi realizada pela manhã, com o voluntário em jejum de 12 horas, após esvaziamento vesical, descalço e com vestimentas leves, permanecendo de pé sobre a plataforma, na região central, com o peso corporal distribuído de forma igualitária em ambos os membros inferiores e com os membros superiores posicionados ao lado do corpo. O peso corporal atual foi aferido em duplicata. A variação máxima permitida entre os dois valores aferidos foi de 0,10 kg. O valor final foi obtido por meio do cálculo da média dos valores;

- Estatura: foi aferida em duplicata utilizando um estadiômetro portátil de 2 metros com 1,0 cm de precisão, marca Filizola® Eletrônica ID 1500 (São Paulo: SP, Brasil). A variação máxima permitida entre os dois valores aferidos foi de 0,5 cm. O

valor final foi obtido por meio do cálculo da média dos valores. Durante a medição o indivíduo foi posicionado em posição ortostática com membros superiores pendentes ao lado do corpo, descalço e com pescoço e cabeça no mesmo alinhamento do tronco (HEYMSFIELD, 1990);

- Medidas calculadas: o IMC foi calculado usando a seguinte fórmula: $IMC (kg/m^2) = \text{Peso (kg)} / \text{Estatura (m)}^2$.

4.2.5 Medidas de composição corporal

- Impedância bioelétrica de frequência simples: o exame foi realizado utilizando o equipamento da marca RJL®, modelo Quantum II (RJLSystems, EUA), com corrente elétrica de 800µA e frequência única de 50kHz. Foram obtidos os parâmetros bioelétricos de R, Xc e AF e dados de composição corporal de MG, MLG, MCC e ACT. O equipamento foi calibrado 1 vez por semana, conforme recomendado pelo manual do fabricante, ou quando solicitado pelo próprio equipamento. Antes da colocação dos eletrodos os pontos de contato sobre a pele dos sujeitos sofreram assepsia com algodão embebido em álcool a 70%. Um par de eletrodos foi posicionado no pé direito: um dos eletrodos localizado de forma distal na base do terceiro artelho e o outro localizado de forma proximal entre o maléolo medial e lateral, no ponto médio e coincidindo com uma distância de 5 cm do primeiro eletrodo. O outro par de eletrodos foi posicionado na mão direita: um dos eletrodos localizado de forma distal na base do dedo médio e o outro localizado de forma proximal coincidindo com o processo estiloide, no ponto médio e coincidindo com uma distância de 5 cm do primeiro eletrodo. Desta forma, seguiu-se as recomendações para aplicação clínica de acordo com Kyle et al (2004a). A medição teve duração média de 30 segundos. O exame foi realizado em triplicata, sendo o resultado final obtido pela média dos 3 valores. Os indivíduos foram orientados a estar em jejum de 12 horas, não praticar atividade física vigorosa nas últimas 24 horas, vestir roupas leves, proceder ao esvaziamento vesical antes do início da mensuração e se abster do consumo de bebidas ou alimentos que contivessem álcool ou cafeína nas 24 horas precedentes à coleta. Todos os adornos metálicos foram removidos, as medidas foram realizadas após 20 minutos de repouso na posição supina e em uma sala com ar condicionado com temperatura constante (de 20 a 25°C). Durante o exame a avaliadora teve cautela

para que os indivíduos não tocassem em nenhum componente metálico e que a parte interna das coxas não estivessem em contato. As medidas obtidas foram anotadas em uma planilha desenvolvida pela pesquisadora e ao término da coleta todos os indivíduos puderam ter acesso aos seus respectivos resultados sobre a avaliação da composição corporal além de explicações da pesquisadora responsável quando houve algum questionamento;

- Impedância bioelétrica multifrequencial por espectroscopia: o exame foi realizado utilizando o equipamento Body Composition Monitor, marca Fresenius Medical Care®, com frequências de 5 à 1000kHz. Foram obtidos os parâmetros bioelétricos de R, Xc e AF e dados de composição corporal de ACT, AI e AE, MG, MLG e MCC. A calibração do equipamento, o método de posicionamento, os locais de inserção dos eletrodos, a assepsia previa, a medição em triplicata, a obtenção do resultado, as orientações aos indivíduos, o tempo de duração da BIS, o controle da temperatura do ambiente e a forma de anotação dos dados obtidos, bem como as informações fornecidas aos indivíduos sobre o resultado da análise de composição corporal, foram os mesmos que o da BIA.

4.2.6 Mensuração do Gasto Energético de Repouso

A mensuração do GER ocorreu por meio de CI. A determinação do volume de O_2 (VO_2) e do volume de CO_2 (VCO_2) foi realizada por meio do exame de CI que teve duração de 30 a 45 minutos (VO 2000, Inbrasport e software AEROGRAF, EUA).

Antes do início do exame o aparelho foi aquecido por 30 minutos e se efetuou a calibração barométrica e gasométrica, ambas automaticamente, sendo que a calibração dos gases se concretizou por meio de um comando no próprio aparelho com uma mistura de gás oxigênio e gás carbônico. Além da calibração automática dos gases, também se realizou uma calibração manual por meio do software Aerograf, conforme orientação do fabricante.

O exame foi realizado no período da manhã. As mensurações de VCO_2 e VO_2 foram feitas a cada minuto durante 30 minutos. Os sujeitos foram instruídos, por meio de orientação, a permanecerem deitados, em posição supina, relaxados,

acordados, evitando tossir, falar e se movimentar durante todo o tempo de realização do procedimento e a estarem em jejum de 12 horas, afebris, sem consumo de alimentos e bebidas que contivessem álcool ou cafeína e realização de atividade física vigorosa até 24 horas antes da avaliação do GER por CI. A temperatura do ambiente foi mantida entre 20 e 25°C (COMPHER et al, 2006).

Antes do início da CI, os sujeitos permaneceram deitados em posição supina por 30 a 40 minutos.

A determinação dos gases respiratórios foi considerada precisa somente após o VO_2 , VCO_2 e o quociente respiratório (QR) atingirem o estado de equilíbrio, definido como um intervalo de 5 minutos durante o qual o coeficiente de variação dos VO_2 e VCO_2 fossem iguais ou inferiores a 10% e os valores de QR apresentassem uma variação menor que 5%, não sendo inferiores a 0,7 ou superiores a 1 (COMPHER et al, 2006).

Descartou-se os 5 primeiros minutos da mensuração para efeito de cálculo do GER, utilizando-se os valores referentes apenas após a obtenção do estado de equilíbrio. Mensurações pós-estado de equilíbrio inferiores a 5 minutos foram descartadas.

Dessa forma, seguiu-se as orientações para realização do exame de CI bem como para obtenção do estado estável de acordo com Compher et al (2006).

A medição do GER e a obtenção do seu valor diário final ocorreu por meio de cálculo utilizando a média dos valores de VCO_2 e VO_2 obtidos durante a realização do exame, com descarte dos 5 primeiros minutos. A equação de Weir, sem uso de nitrogênio urinário, foi utilizada para computo final:

Equação de Weir = Taxa Metabólica Basal em (kcal/min) = $3.941 [VO_2 \text{ (l/min)}] + 1.106 [VCO_2 \text{ (l/min)}]$. O GER obtido foi extrapolado para 24 horas: GER (kcal/d) = TMB X 1.440 min.

4.2.7 Equações de predição de GER avaliadas

Foram avaliadas quanto à adequação, sub e superestimativa em comparação ao GER mensurado por CI as equações presentes na tabela 2:

Tabela 2. Equações de predição de GER avaliadas no presente estudo

Equação de Predição de GER		Sexo Masculino	Sexo Feminino
Harris-Benedict (HARRIS et al., 1918)		$GER = 66,4730 + 13,7516 \cdot P + 5,0033 \cdot A - 6,7550 \cdot I$	$GER = 655,0955 + 9,5634 \cdot P + 1,8496 \cdot A - 4,6756 \cdot I$
Mifflin-St Jeor (MIFFLIN et al., 1990)		$GER = 9,99 \cdot P + 6,25 \cdot A - 4,92 \cdot I + 5$	$GER = 9,99 \cdot P + 6,25 \cdot A - 4,92 \cdot I - 161$
Owen (OWEN et al., 1986)		$GER = 879 + 10,2 \cdot P$	$GER = 795 + 7,18 \cdot P$
Frankenfield 1 (FRANKENFIELD, 2013)	Obeso ($IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$)	$GER = 10 \cdot P + 3 \cdot A - 5 \cdot I + 684$	$GER = 10 \cdot P + 3 \cdot A - 5 \cdot I + 440$
	Não obeso ($IMC < 30 \text{ kg/m}^2$)	$GER = 10 \cdot P + 3 \cdot A - 5 \cdot I + 661$	$GER = 10 \cdot P + 3 \cdot A - 5 \cdot I + 454$
Frankenfield 2 (FRANKENFIELD, 2013)	Obeso ($IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$)	$GER = 10 \cdot P - 5 \cdot I + 1139$	$GER = 10 \cdot P - 5 \cdot I + 865$
	Não obeso ($IMC < 30 \text{ kg/m}^2$)	$GER = 11 \cdot P - 6 \cdot I + 1068$	$GER = 11 \cdot P - 6 \cdot I + 838$
Schofield (SCHOFIELD, 1985)	$18 \text{ anos} \leq \text{Idade} < 30 \text{ anos}$	$GER = (0,063 \cdot P + 2,896) \cdot 239$	$GER = (0,062 \cdot P + 2,036) \cdot 239$
	$30 \text{ anos} \leq \text{Idade} < 60 \text{ anos}$	$GER = (0,048 \cdot P + 3,653) \cdot 239$	$GER = (0,034 \cdot P + 3,538) \cdot 239$
FAO/WHO/ONU 1 (JOINT, F. A. O. et al., 1985)	$18 \text{ anos} \leq \text{Idade} < 30 \text{ anos}$	$GER = 15,3 \cdot P + 679$	$GER = 14,7 \cdot P + 496$
	$30 \text{ anos} \leq \text{Idade} < 60 \text{ anos}$	$GER = 11,6 \cdot P + 879$	$GER = 8,7 \cdot P + 829$
FAO/WHO/ONU 2 (JOINT, F. A. O. et al., 1985)	$18 \text{ anos} \leq \text{Idade} < 30 \text{ anos}$	$GER = 15,4 \cdot P + 0,27 \cdot A + 717$	$GER = 13,3 \cdot P + 3,34 \cdot A + 35$
	$30 \text{ anos} \leq \text{Idade} < 60 \text{ anos}$	$GER = 11,3 \cdot P + 0,16 \cdot A + 901$	$GER = 8,7 \cdot P + 0,25 \cdot A + 865$
Henry-Rees (HENRY et al., 1991)	$18 \text{ anos} \leq \text{Idade} < 30 \text{ anos}$	$GER = (0,057 \cdot P - 0,00429 \cdot A + 3,412) \cdot 239$	$GER = (0,042 \cdot P + 0,01546 \cdot A + 0,433) \cdot 239$
	$30 \text{ anos} \leq \text{Idade} < 60 \text{ anos}$	$GER = (0,046 \cdot P - 0,00081 \cdot A + 3,277) \cdot 239$	$GER = (0,047 \cdot P + 0,00145 \cdot A + 2,256) \cdot 239$
Iretton-Jones (IRETON-JONES, 1989)	Não obeso ($IMC < 30 \text{ kg/m}^2$)	$GER = 629 - 11 \cdot I + 25 \cdot P$	$GER = 629 - 11 \cdot I + 25 \cdot P$
	Obeso ($IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$)	$GER = 629 - 11 \cdot I + 25 \cdot P - 609$	$GER = 629 - 11 \cdot I + 25 \cdot P - 609$
Livingston-Kohlstadt 1 (LIVINGSTON et al., 2005)		$GER = 293 \cdot P^{0.4330} - (5,92 \cdot I)$	$GER = 248 \cdot P^{0.4356} - (5,09 \cdot I)$
Livingston-Kohlstadt 2 (LIVINGSTON et al., 2005)		$GER = 246 \cdot P^{0.4473}$	$GER = 196 \cdot P^{0.4613}$

P: peso corporal total (kg); A: altura corporal total (cm); I: Idade (anos); GER: gasto energético de repouso (kcal).

4.3 Análise Estatística

Os dados são apresentados em média ($\bar{x}$) e desvio padrão (SD).

O teste de *Mann-Whitney* foi utilizado para comparação de médias entre as variáveis de caracterização da amostra feminina com a amostra masculina. Já para a comparação das médias das variáveis de caracterização entre os subgrupos estratificados pelo IMC e pelo %MG, o teste de *Kruskal-Wallis* foi utilizado.

Para análise de concordância entre a classificação dos indivíduos pelo IMC ou pelo %MG foi utilizado o coeficiente *kappa* ponderado. Adotou-se a interpretação sugerida por Landis e Koch (1977): $k \leq 0,00$ (concordância pobre), $0,00 < k \leq 0,20$ (ligeira concordância); $0,20 < k \leq 0,40$ (concordância fraca); $0,40 < k \leq 0,60$ (concordância moderada); $0,60 < k \leq 0,80$ (concordância substancial) e $k > 0,80$ (concordância praticamente perfeita).

A análise estatística dos dados para o desenvolvimento das equações consistiu em uso de regressão linear múltipla. O método para a seleção das variáveis independentes que melhor predizeram o GER foi o *Stepwise* ($\alpha=0,15$). O coeficiente de correlação de *Pearson* (r) foi utilizado para verificar a relação entre as variáveis antropométricas, epidemiológicas e de composição corporal com o GER. Para a análise dos dados foi utilizado o software estatístico MINITAB (MINITAB User'Guide Release 17 for Windows, 2013) .

Para análise de adequação, sub e superestimativas do valor de GER gerado pelas equações de predição analisadas com o valor do GER mensurado, definiu-se como adequado $90\%GER_m \leq GER_p \leq 110\%GER_m$; subestimativa $GER_p < 90\%GER_m$ e superestimativa $GER_p > 110\%GER_m$.

Na análise estatística foram utilizados testes de correlação de *Spearman* e o gráfico de dispersão para a avaliação de correlação entre as variáveis geradas pelos aparelhos de BIA e BIS. O teste de *Bland-Altman*, o Coeficiente de Correlação Intraclass (CCI) e o teste de *Wilcoxon* foram usados para as análises de concordância entre as medidas obtidas pelos dois equipamentos. Adotou-se a interpretação sugerida por Landis e Koch (1977) para o CCI: $k \leq 0,00$ (concordância pobre), $0,00 < k \leq 0,20$ (ligeira concordância); $0,20 < k \leq 0,40$ (concordância fraca);

0,40<k≤0,60 (concordância moderada); 0,60<k≤0,80 (concordância substancial) e k>0,80 (concordância praticamente perfeita).

Assumiu-se um $p < 0,05$ para significância estatística.

Todas as avaliações, a exceção do desenvolvimento das equações de predição do GER, foram realizadas por meio do programa GraphPad Prisma 5.

5. RESULTADOS

Durante o período de coleta, que se estendeu de outubro de 2015 a agosto de 2016, foram recrutados 800 possíveis voluntários, tanto do HC-FMRP como do campus da USP de Ribeirão Preto. Desse total, 408 não foram avaliados devido aos critérios de exclusão. Assim sendo, a amostra total de voluntários avaliados foi de 392.

A amostra em cada subgrupo estratificado de acordo com o IMC foi de: subnutridos, n=40; eutróficos, n=120; com sobrepeso, n=118 e obesos, n=114. No que se refere à amostra estratificada de acordo com o %MG, obteve-se: %MG 1, n=17; %MG 2, n=101; %MG 3, n=91 e %MG 4, n=183.

5.1 Caracterização da amostra

5.1.1 Caracterização da amostra total e estratificada por sexo

No que diz respeito às principais características epidemiológicas da amostra total, na tabela 3, observa-se que houve um predomínio do sexo feminino e a média da idade foi de 29 anos. Em relação à classificação de acordo com o IMC, em média, a amostra total foi classificada como com sobrepeso. No que se refere às variáveis de composição corporal, pode ser observado que, em média, a quantidade em quilos e em porcentual da MLG foi superior aos valores da MG e da MCC. Em relação ao GER por CI, o valor médio foi de 1324 kcal sendo a razão GER/Peso de 18 kcal/kg de peso corporal.

Analizando a amostra estratificada de acordo com o sexo, observa-se, em relação às variáveis de caracterização epidemiológicas, que não houve diferença entre as médias de idade. No que se refere às características antropométricas, a amostra masculina foi mais alta, com maior peso corporal total e maior IMC, porém, ambos os sexos foram classificados, de acordo com o IMC, em nível de sobrepeso. Já no que se refere à classificação pelo %MG, o sexo feminino foi classificado como %MG 3, caracterizando excesso de gordura, e a amostra masculina como %MG 4, caracterizando obesidade. Com relação à composição corporal, quando comparado à amostra feminina, foi observada uma maior quantidade em quilos e porcentagem na amostra masculina para a MLG e a MCC, o inverso sendo verdadeiro para a MG. O AF e o GER por CI também foram superiores na amostra

masculina, porém não houve diferença estatisticamente significativa quando comparado o GER por quilo de peso corporal entre ambas as amostras estratificadas pelo sexo.

Tabela 3. Dados de caracterização da amostra total e estratificada por sexo

Dados de caracterização	Amostra Total	Amostra Feminina	Amostra Masculina
Número	392	212	180
%	100	54	46
Idade (anos)	29 $\pm$ 4,6	29 $\pm$ 4,5	29 $\pm$ 4,7
Peso (kg)*	77 $\pm$ 20	70 $\pm$ 18	86 $\pm$ 18
Altura (cm)*	170 $\pm$ 9,5	163 $\pm$ 6,1	177 $\pm$ 6,7
IMC (kg/m ²)*	27 $\pm$ 6,0	26 $\pm$ 6,4	27 $\pm$ 5,3
ACT (L) BIS*	37 $\pm$ 8,7	31 $\pm$ 4,6	45 $\pm$ 6,0
MLG (kg) BIS *	43 $\pm$ 13	33 $\pm$ 4,8	55 $\pm$ 8,0
MLG (%) BIS *	58 $\pm$ 15	51 $\pm$ 13	66 $\pm$ 14
MG (kg) BIS *	25 $\pm$ 13	27 $\pm$ 13	24 $\pm$ 13
MG (%) BIS *	32 $\pm$ 11	37 $\pm$ 9,8	26 $\pm$ 9,9
MCC (kg) BIS *	24 $\pm$ 8,3	18 $\pm$ 3,2	32 $\pm$ 5,5
MCC (%) BIS *	33 $\pm$ 9,8	27 $\pm$ 7,5	39 $\pm$ 8,5
MTA (kg) BIS *	35 $\pm$ 17,9	37 $\pm$ 18,08	32 $\pm$ 17,72
MTA (%) BIS*	45 $\pm$ 15,8	52 $\pm$ 15,05	37 $\pm$ 14,7
AF (°) BIS *	6,6 $\pm$ 0,85	6,1 $\pm$ 0,59	7,3 $\pm$ 0,66
GER CI (kcal)*	1324 $\pm$ 323	1180 $\pm$ 252	1487 $\pm$ 319
GER CI/Peso (kcal/kg)	18 $\pm$ 3,6	17 $\pm$ 3,7	18 $\pm$ 3,4

Valores apresentados em $\bar{x} \pm SD$ e em %. IMC: índice de massa corporal; ACT: água corporal total; MLG: massa livre de gordura; MG: massa gorda; MCC: massa celular corporal; MTA: massa de tecido adiposo; AF: ângulo de fase; GER CI: gasto energético de repouso por calorimetria indireta. * $p < 0,05$, comparação entre a amostra feminina *versus* a masculina, *Mann-Whitney* teste. Dados de composição corporal analisados por bioimpedância elétrica multifrequencial por espectroscopia (BIS).

A MTA corresponde à soma da MG com a água presente no tecido adiposo. Por isso, é sempre superior a MG uma vez que contabiliza sua hidratação, apesar desse tecido corporal ser muito pouco hidratado. Tendo em vista essa relação simples entre ambas, a termos de discussão e apresentação dos resultados, serão discutidos apenas aqueles dados relacionados à MG, subentendendo-se que os mesmos resultados e discussão são aplicados para a MTA.

5.1.2 Caracterização da amostra total estratificada pelo IMC

Como podem ser observados na tabela 4, os grupos eutrófico, sobrepeso e obeso apresentaram praticamente o mesmo tamanho amostral e o grupo

subnutrido foi o de menor número (menos da metade em relação aos demais subgrupos). O grupo subnutrido apresentou-se mais jovem que os demais grupos. As variáveis peso, IMC, ACT, MG (kg) e GER CI foram diferentes entre todos os subgrupos, sendo que todas elas aumentam com a maior classificação pelo IMC. No que se refere às variáveis altura, MLG (kg), MCC (kg) e AF, apenas o grupo subnutrido foi significativamente diferente dos demais, possuindo menor altura. Já a MLG (kg) e a MCC (kg) aumentaram com a maior classificação pelo IMC, apresentando leve queda quando do grupo obeso. O AF, por sua vez, relacionou-se de forma positiva com a maior classificação pelo IMC, porém, entre os grupos sobrepeso e obeso, mantêm-se estável. A MLG (%), MG (%) e MCC (%) apenas não apresentaram diferença estatisticamente significativa quando da comparação do grupo subnutrido com o eutrófico. A MLG (%) e a MCC (%) diminuíram com a maior classificação pelo IMC. Já a MG (%) aumentou com o aumento da categorização pelo IMC. O GER CI/Peso, por sua vez, não apresentou diferença estatisticamente significativa apenas entre os subgrupos subnutrido e eutrófico, mas entre os demais sim, e observa-se uma diminuição do seu valor com a maior classificação pelo IMC.

Tabela 4. Dados de caracterização da amostra total estratificada por IMC

Dados de caracterização	Subnutrido IMC<18,5	Eutrófico 18,5≤IMC<25	Sobrepeso 25≤IMC<30	Obeso IMC≥30
Número	40	120	118	114
%	10	31	30	29
Idade (anos)	26 ± 4,2 ^a	29 ± 3,9 ^b	29 ± 4,6 ^b	30 ± 5,1 ^b
Peso (kg)	48 ± 4,9 ^a	64 ± 9,4 ^b	79 ± 9,8 ^c	99 ± 13 ^d
Altura (cm)	165 ± 8,0 ^a	170 ± 9,2 ^b	170 ± 9,7 ^b	170 ± 9,7 ^b
IMC (kg/m ²)	18 ± 0,70 ^a	22 ± 1,8 ^b	27 ± 1,4 ^c	34 ± 3,4 ^d
ACT (L) BIS	27 ± 3,9 ^a	35 ± 7,3 ^b	38 ± 7,7 ^c	42 ± 8,2 ^d
MLG (kg) BIS	34 ± 6,5 ^a	43 ± 12 ^b	45 ± 13 ^b	44 ± 13 ^b
MLG (%) BIS	71 ± 9,2 ^a	67 ± 13 ^a	57 ± 13 ^b	45 ± 12 ^c
MG (kg) BIS	10 ± 3,0 ^a	16 ± 5,4 ^b	25 ± 7,1 ^c	41 ± 10 ^d
MG (%) BIS	21 ± 6,5 ^a	25 ± 9,0 ^a	33 ± 9,2 ^b	41 ± 8,4 ^c
MCC (kg) BIS	19 ± 4,1 ^a	25 ± 7,8 ^b	26 ± 8,6 ^b	25 ± 8,8 ^b
MCC (%) BIS	39 ± 6,4 ^a	38 ± 8,8 ^a	32 ± 9,0 ^b	25 ± 7,9 ^c
MTA (kg) BIS	12 ± 3,1 ^a	22 ± 6,7 ^b	34 ± 8,2 ^c	59 ± 12,9 ^d
MTA (%) BIS	25 ± 6,6 ^a	34 ± 10,5 ^a	43 ± 10,2 ^b	60 ± 10,6 ^c
AF (°) BIS	5,8 ± 0,53 ^a	6,6 ± 0,81 ^b	6,8 ± 0,85 ^b	6,8 ± 0,83 ^b
GER CI (kcal)	992 ± 218 ^a	1198 ± 236 ^b	1359 ± 265 ^c	1528 ± 340 ^d
GER CI/Peso (kcal/kg)	21 ± 3,9 ^a	19 ± 3,4 ^a	17 ± 2,7 ^b	15 ± 3,1 ^c

Valores apresentados em $\bar{x} \pm SD$ e em %. IMC: índice de massa corporal; ACT: água corporal total; MLG: massa livre de gordura; MG: massa gorda; MCC: massa celular corporal; MTA: massa de tecido adiposo; AF: ângulo de fase; GER CI: gasto energético de repouso por calorimetria indireta. Dados de composição corporal analisados por bioimpedância elétrica multifrequencial por espectroscopia (BIS). *letras diferentes fazem referencia a médias significativamente diferentes ($p < 0,05$); letras iguais fazem referencia a médias significativamente não diferentes ($p > 0,05$); comparações entre as subamostras estratificadas pelo IMC: *Kruskal-Wallis* teste.

5.1.3 Caracterização da amostra total estratificada pelo %MG

Como podem ser observados na tabela 5, os subgrupos apresentaram dimensão amostral diferente, sendo que o subgrupo %MG 1 foi o de menor tamanho e o subgrupo %MG 4 o de maior número. Com relação á idade, altura, MLG (kg), MCC (kg), AF e GER CI/Peso, não houve diferença estatisticamente significativa entre os subgrupos. Com relação á variável peso, não houve diferença apenas entre os subgrupos %MG 2 e %MG 3, aumentando com a maior classificação pelo %MG. As variáveis IMC, MLG (%), MG (kg) e MCC (%) não apresentaram diferença significativa apenas entre os subgrupos %MG 1 e %MG 2. O IMC e a MG (kg) aumentaram com a maior classificação pelo %MG. Já a MLG (%) e a MCC (%) apresentam uma relação negativa com o %MG. A variável ACT foi estatisticamente diferente apenas na comparação do subgrupo %MG 4 com os

demais, e aumentou com o aumento da classificação pelo %MG. A variável %MG foi diferente entre todos os subgrupos, sendo positivamente relacionada com a classificação pelo %MG. A variável GER CI foi estatisticamente diferente apenas na comparação do subgrupo %MG 4 com todos os demais e entre os subgrupos %MG 1 e %MG 3. Essa variável aumentou com o aumento da classificação pelo %MG.

Tabela 5. Dados de caracterização da amostra total estratificada pelo %MG

Dados de caracterização	Baixa quantidade %MG 1	Quantidade adequada %MG 2	Excesso %MG 3	Obesidade %MG 4
<i>Número</i>	17	101	91	183
<i>%</i>	4	26	23	47
<i>Idade (anos)</i>	27 ± 4,3 ^a	28 ± 4,3 ^a	29 ± 4,5 ^a	29 ± 4,8 ^a
<i>Peso (kg)</i>	50 ± 8,0 ^a	64 ± 15 ^b	71 ± 12 ^b	91 ± 16 ^c
<i>Altura (cm)</i>	165 ± 7,6 ^a	170 ± 8,7 ^a	168 ± 9,7 ^a	171 ± 9,8 ^a
<i>IMC (kg/m²)</i>	18 ± 1,6 ^a	22 ± 3,6 ^a	25 ± 2,9 ^b	31 ± 4,7 ^c
<i>ACT (L) BIS</i>	30 ± 6,3 ^a	35 ± 8,8 ^a	36 ± 8,0 ^a	40 ± 8,3 ^b
<i>MLG (kg) BIS</i>	40 ± 10 ^a	44 ± 13 ^a	43 ± 12 ^a	42 ± 12 ^a
<i>MLG (%) BIS</i>	80 ± 9,3 ^a	68 ± 6,1 ^a	60 ± 9,7 ^b	47 ± 11 ^c
<i>MG (kg) BIS</i>	7,6 ± 3,1 ^a	15 ± 3,7 ^a	21 ± 4,4 ^b	36 ± 10 ^c
<i>MG (%) BIS</i>	16 ± 6,4 ^a	24 ± 4,2 ^b	30 ± 6,9 ^c	40 ± 8,1 ^d
<i>MCC (kg) BIS</i>	23 ± 7,0 ^a	25 ± 8,3 ^a	25 ± 8,1 ^a	24 ± 8,0 ^a
<i>MCC (%) BIS</i>	45 ± 7,1 ^a	38 ± 5,0 ^a	34 ± 6,8 ^b	26 ± 7,2 ^c
<i>MTA (%) BIS</i>	8 ± 1,8 ^a	17 ± 4,7 ^a	28 ± 4,4 ^b	49 ± 13,8 ^c
<i>MTA (%) BIS</i>	16 ± 5,1 ^a	27 ± 5,3 ^b	39 ± 7,1 ^c	54 ± 11,7 ^d
<i>AF (°) BIS</i>	6,5 ± 0,86 ^a	6,6 ± 0,98 ^a	6,8 ± 0,84 ^a	6,6 ± 0,78 ^a
<i>GER CI (kcal)</i>	1017 ± 225 ^a	1224 ± 0,98 ^a	1278 ± 279 ^b	1445 ± 331 ^c
<i>GER CI/Peso (kcal/kg)</i>	20 ± 3,2 ^a	23 ± 5,2 ^a	21 ± 5,7 ^a	23 ± 9,2 ^a

Valores apresentados em $\bar{x} \pm SD$ e em %. IMC: índice de massa corporal; ACT: água corporal total; MLG: massa livre de gordura; MG: massa gorda; MCC: massa celular corporal; MTA: massa de tecido adiposo; AF: ângulo de fase; GER CI: gasto energético de repouso por calorimetria indireta. Dados de composição corporal analisados por bioimpedância elétrica multifrequencial por espectroscopia (BIS). *letras diferentes fazem referencia a médias significativamente diferentes ($p < 0,05$); letras iguais fazem referencia a médias significativamente não diferentes ($p > 0,05$); comparações entre as subamostras classificadas pelo %MG: *Kruskal-Wallis* teste.

5.2 Comparação entre classificação da amostra total por IMC e por %MG e entre a classificação da amostra total por %MG gerada por BIS e %MG gerada por BIA

A análise de concordância entre a classificação dos indivíduos da amostra total por IMC e por %MG bem como entre a classificação por %MG gerada por BIS *versus* %MG gerada por BIA foi avaliada por meio do uso do coeficiente de correlação *kappa* ponderado.

5.2.1 Análise de concordância ente classificação por IMC e classificação por %MG gerada por BIS

O *kappa* ponderado gerado na análise entre a classificação dos indivíduos por IMC comparada a classificação por %MG gerada por BIS foi de 0,564, correspondendo a uma concordância moderada.

Tendo em vista os equivalentes de classificação apresentados na tabela 1, observa-se que a maior concordância entre as duas metodologias de classificação se deu em nível de obesidade e a menor concordância ocorreu em nível de subnutrição, como pode ser observado pelos retângulos apresentados na figura 3:

Fig. 3. Concordância entre os métodos de classificação por IMC e por %MG gerada por análise de BIS. Valores de concordância apresentados em %. IMC: índice de massa corporal; %MGBIS: porcentagem de massa gorda gerada por análise de bioimpedância elétrica multifrequencial por espectroscopia. Níveis de classificação por IMC e %MG: ver tabela 1.

5.2.2 Análise de concordância entre classificação por IMC e classificação por %MG gerada por BIA

O *kappa* ponderado gerado na análise entre a classificação dos indivíduos por IMC comparada a classificação por %MG gerada por BIA foi de 0,691, correspondendo a uma concordância substancial.

Tendo em vista os equivalentes de classificação apresentados na tabela 1, observa-se que a maior concordância entre as duas metodologias de classificação se deu em nível de obesidade e a menor concordância ocorreu em nível de subnutrição, como pode ser observado pelos retângulos apresentados na figura 4:

Fig. 4. Concordância entre os métodos de classificação por IMC e por %MG gerada por análise de BIA. Valores de concordância apresentados em %. IMC: índice de massa corporal; %MGBIA: porcentagem de massa gorda gerada por análise de bioimpedância elétrica de frequência simples (unifrequencial). Níveis de classificação por IMC e %MG: ver tabela 1.

5.2.3 Análise de concordância entre classificação por %MG gerada por BIS e classificação por %MG gerada por BIA

O *kappa* ponderado gerado na análise entre a classificação dos indivíduos por %MG gerada por BIS comparada à classificação por %MG gerada por BIA foi de 0,612, correspondendo a uma concordância substancial.

Tendo em vista os equivalentes de classificação apresentados na tabela 1, observa-se que a maior concordância entre as duas metodologias de classificação se deu em nível de baixa quantidade de gordura e a menor concordância ocorreu em nível de excesso de gordura, como pode ser observado pelos retângulos.

Fig. 5. Concordância entre os métodos de classificação por %MG gerada por BIS e %MG gerada por BIA. Valores de concordância apresentados em %. %MGBIS: porcentagem de massa gorda gerada por análise de bioimpedância elétrica multifrequencial por espectroscopia; %MGBIA: porcentagem de massa gorda gerada por análise de bioimpedância elétrica de frequência simples (unifrequencial). Níveis de classificação por %MGBIS e %MGBIA: ver tabela 1.

5.3 Correlação entre as variáveis epidemiológicas, antropométricas e de composição corporal com o GER

A seguir, serão apresentados os dados de correlação entre as variáveis epidemiológicas (idade), antropométricas (peso e altura) e de composição corporal geradas por meio de análise por BIS (MLG, MG, MCC, MTA, AF) com o GER mensurado por CI.

A análise de correlação foi realizada por meio do coeficiente de correlação de *Pearson*.

Os dados foram analisados na amostra estratificada pelo sexo.

5.3.1 Correlação entre as variáveis epidemiológicas, antropométricas e de composição corporal com o GER, na amostra feminina

Na tabela 6, pode ser observado que a idade foi a única variável que não apresentou significância estatística. Os maiores coeficientes de correlação ocorreram para o peso e o IMC, seguido pela MG e MTA. Já os menores foram apresentados pela altura e AF.

Como podem ser observadas nas figuras 6 a 14, todas as variáveis apresentaram correlação positiva com o GER.

Tabela 6. Correlação entre dados epidemiológicos, antropométricos e de composição corporal por análise por BIS com o GER, na amostra feminina

Variável	r
Idade (anos)	0,06
Peso (kg)*	0,58
Altura (cm)*	0,22
IMC (kg/m ²)*	0,53
MLG (kg)*	0,27
MG (kg)*	0,51
MTA (kg)*	0,51
MCC (kg)*	0,25
AF (°)*	0,22

BIS: bioimpedância elétrica multifrequencial por espectroscopia; GER: gasto energético de repouso mensurado por calorimetria indireta; r: coeficiente de correlação de *Pearson*; MLG: massa livre de gordura; MG: massa gorda; MCC: massa celular corporal; MTA: massa de tecido adiposo; AF: ângulo de fase; *p<0,05.

Fig. 6. Gráfico de dispersão entre idade (anos) e GER por CI (kcal) – amostra feminina

Fig. 7. Gráfico de dispersão entre peso (kg) e GER por CI (kcal) – amostra feminina

Fig. 8. Gráfico de dispersão entre altura (cm) e GER por CI (kcal) – amostra feminina

Fig. 9. Gráfico de dispersão entre IMC (kg/m²) e GER por CI (kcal) – amostra feminina

Fig. 10. Gráfico de dispersão entre MLG (kg) e GER por CI (kcal) – amostra feminina

Fig. 11. Gráfico de dispersão entre MG (kg) e GER por CI (kcal) – amostra feminina

Fig. 12. Gráfico de dispersão entre MTA (kg) e GER por CI (kcal) – amostra feminina

Fig.13. Gráfico de dispersão entre MCC (kg) e GER por CI (kcal) – amostra feminina

Fig. 14. Gráfico de dispersão entre AF (°) e GER por CI (kcal) – amostra feminina

5.3.2 Correlação entre as variáveis epidemiológicas, antropométricas e de composição corporal por BIS com o GER, na amostra masculina

Na tabela 7, pode ser observado que a idade foi a única variável que não apresentou significância estatística. Os maiores coeficientes de correlação ocorreram para o peso e IMC, seguido pela MG e MTA. Já os menores foram apresentados pela MCC e AF.

Como pode ser observado nas figuras 15 a 23, todas as variáveis apresentaram correlação positiva com o GER.

Tabela 7. Correlação entre dados epidemiológicos, antropométricos e de composição corporal por análise por BIS com o GER, na amostra masculina

Variável	r
Idade (anos)	0,02
Peso (kg)*	0,56
Altura (cm)*	0,24
IMC (kg/m ²)*	0,51
MLG (kg)*	0,19
MG (kg)*	0,49
MTA (kg)*	0,49
MCC (kg)*	0,17
AF (°)*	0,15

BIS: bioimpedância elétrica multifrequencial por espectroscopia; GER: gasto energético de repouso mensurado por calorimetria indireta; r: coeficiente de correlação de *Pearson*; MLG: massa livre de gordura; MG: massa gorda; MCC: massa celular corporal; MTA: massa de tecido adiposo; AF: ângulo de fase; *p<0,05.

Fig. 15. Gráfico de dispersão entre idade (anos) e GER por CI (kcal) – amostra masculina

Fig. 16. Gráfico de dispersão entre peso (kg) e GER por CI (kcal) – amostra masculina

Fig. 17. Gráfico de dispersão entre altura (cm) e GER por CI (kcal) – amostra masculina

Fig. 18. Gráfico de dispersão entre IMC (kg/m²) e GER por CI (kcal) – amostra masculina

Fig. 19. Gráfico de dispersão entre MLG (kg) e GER por CI (kcal) – amostra masculina

Fig. 20. Gráfico de dispersão entre MG (kg) e GER por CI (kcal) – amostra masculina

Fig. 21. Gráfico de dispersão entre MTA (kg) e GER por CI (kcal) – amostra masculina

Fig.22. Gráfico de dispersão entre MCC (kg) e GER por CI (kcal) – amostra masculina

Fig. 23. Gráfico de dispersão entre AF (°) e GER por CI (kcal) – amostra masculina

5.4 Proposição de equações de predição do GER

Devido ao baixo tamanho amostral não foi possível realizar a predição de equações para as categorias IMC < 18,5 kg/m² e %MG 1, uma vez que o tamanho da amostra é um fator limitante para o desenvolvimento de equações por regressão linear múltipla.

Os dados de composição corporal utilizados para o desenvolvimento das equações foram aqueles gerados por análise de BIS, tendo em vista sua melhor capacidade de avaliação das massas corporais frente à BIA.

São apresentadas apenas equações cujos ajustes foram considerados bons.

Os maiores coeficientes de determinação (R^2) foram obtidos nas equações desenvolvidas para a amostra total feminina e masculina.

Entre os sexos, a amostra feminina obteve maiores R^2 frente à masculina.

Comparando os subgrupos estratificados pelo IMC, para amostra feminina o maior R^2 ocorreu para o grupo sobrepeso. Já para a mostra masculina, eles foram similares para todos os subgrupos.

Comparando os subgrupos estratificados pelo %MG, para a amostra feminina o R^2 dos subgrupos %MG 3 e 4 foram próximos. Já para a amostra masculina isso ocorreu para os subgrupos %MG 2 e 3.

Comparando as equações desenvolvidas para os subgrupos estratificados pelo IMC com aquelas para os subgrupos estratificados pelo %MG, observa-se no último maior R^2 e menor SD. No que se refere aos SD, os maiores valores ocorreram, tanto na amostra feminina como na masculina, para os subgrupos obesidade e %MG 4.

Tabela 8. Equações de predição do GER desenvolvidas

Categoria	Sexo					
	Feminino	R^2	SD	Masculino		SD
<i>Amostra Total</i>	GER = 540 – 8,95*I + 8,420*P + 17,08*MCC	0,39	197	GER = 474 – 6,58*I + 10,03*P + 46,7*AF	0,34	262
<i>IMC</i>						
18,5 ≤ IMC < 25 (eutrofia)	GER = 713 + 21,56*MCC	0,18	169	GER = -861 + 12,22*A	0,11	232
25 ≤ IMC < 30 (sobrepeso)	GER = 78 + 25,60*MLG + 6,34*MTA	0,34	169	GER = 738 + 9,16*P	0,11	220
IMC ≥ 30 (obesidade)	GER = 1929 – 20,78*I + 24,62*P – 22,36*MTA – 138,2*AF	0,25	232	GER = 860 + 7,71*P	0,7	329
<i>%MGBIS</i>						
%MG 2 (adequada quantidade)	GER = 529 – 11,04*I + 15,78*P	0,32	173	GER = 544 + 22,96*MCC	0,28	220
%MG 3 (excesso)	GER = 373 + 11,81*P	0,26	169	GER = 497 + 54,1*MG	0,30	242
%MG 4 (obesidade)	GER = 642 – 11,67*I + 7,29*P + 21,53*MCC	0,27	228	GER = 699 + 9,15*P	0,18	292

R^2 : coeficiente de determinação; SD: desvio-padrão da equação; IMC: índice de massa corporal (kg/m^2); %MG: porcentagem de massa gorda – dado gerado por análise por bioimpedância multifrequencial por espectroscopia; GER: gasto energético de repouso (kcal); P: peso corporal total (kg); A: altura corporal total (cm); I: Idade (anos); MCC: massa celular corporal (kg); MLG: massa livre de gordura (kg); MTA: massa de tecido adiposo (kg); AF: ângulo de fase (°).

5.5 Avaliação da adequação das equações de predição de GER mais usuais em relação ao GER medido por CI

A seguir, serão apresentados os dados de adequação ($90\%GERm \leq GERp \leq 110\%GERm$), subestimativas ($GERp < 90\%GERm$) e superestimativas ($GERp > 110\%GERm$) na amostra total, nos subgrupos estratificados pelo IMC e pelo %MGBIS.

As equações de predição avaliadas foram descritas na tabela 2.

5.5.1 Amostra total

Na tabela 9 é possível observar que a equação de predição com a maior média dos valores preditos foi a de Ireton-Jones e a com a menor média foi a de Owens. A com o menor valor predito foi a de Mifflin-St Jeor e a com o maior valor predito foi a de Ireton-Jones.

Já, as que apresentaram as menores razões médias de $GERp/GERm$ foram as equações de Owens, Henry-Rees e Livingston-Kohlstadt 2 e as de maior razão foram as de Ireton-Jones e FAO/WHO/ONU 2. E o menor valor da razão $GERp/GERm$ foi apresentado pela equação de Owens e o maior valor pela equação de Ireton-Jones.

Tabela 9. Dados de $GERp$ e razão $GERp/GERm$ avaliados na amostra total

Equações de Predição de GER	GERp (kcal)		GERp/GERm	
	$\bar{x} \pm SD$	Min-Max	$\bar{x} \pm SD$	Min-Max
<i>Harris-Benedict</i>	1702,00 $\pm$ 313,00	1191 - 2986	1,30 $\pm$ 0,25	0,88 - 2,4
<i>Mifflin-St Jeor</i>	1610,00 $\pm$ 283,00	1058 - 2612	1,30 $\pm$ 0,24	0,84 - 2,3
<i>Owens</i>	1513,00 $\pm$ 279,00	1075 - 2480	1,20 $\pm$ 0,23	0,74 - 2,2
<i>Frankenfield 1</i>	1692,00 $\pm$ 280,00	1174 - 2686	1,30 $\pm$ 0,25	0,89 - 2,3
<i>Frankenfield 2</i>	1618,00 $\pm$ 277,00	1112 - 2583	1,30 $\pm$ 0,24	0,84 - 2,2
<i>Schofield</i>	1695,00 $\pm$ 336,00	1065 - 3056	1,30 $\pm$ 0,25	0,88 - 2,4
<i>FAO/WHO/ONU 1</i>	1704,00 $\pm$ 338,00	1069 - 3081	1,30 $\pm$ 0,25	0,88 - 2,4
<i>FAO/WHO/ONU 2</i>	1745,00 $\pm$ 357,00	1065 - 3185	1,40 $\pm$ 0,26	0,88 - 2,5
<i>Henry-Rees</i>	1571,00 $\pm$ 278,00	1060 - 2764	1,20 $\pm$ 0,23	0,83 - 2,1
<i>Ireton-Jones</i>	2071,00 $\pm$ 348,00	1320 - 3668	1,60 $\pm$ 0,33	0,95 - 3,0
<i>Livingston-Kohlstadt 1</i>	1614,00 $\pm$ 271,00	1092 - 2467	1,30 $\pm$ 0,23	0,84 - 2,3
<i>Livingston-Kohlstadt 2</i>	1574,00 $\pm$ 266,00	1062 - 2361	1,20 $\pm$ 0,23	0,80 - 2,2

Valores apresentados em $\bar{x} \pm SD$, valores mínimos (min) e máximos (max). $GERp$: gasto energético de repouso predito (kcal). $GERm$: gasto energético de repouso medido por calorimetria indireta (kcal). GER: gasto energético de repouso.

Na figura 24 é possível observar que a equação mais adequada foi a de Owens, com 36% da amostra total dentro dos limites de adequação, seguido pela equação de Henry-Rees, com 31,3% e que a fórmula menos adequada foi a de Ireton-Jones, com apenas 2,4% da amostra dentro dos limites de adequação, seguido pela equação da FAO/WHO/ONU 2, com 13,9%.

Na figura 25 é possível observar que a equação que mais subestimou os valores de GERp frente ao GERm foi a de Owens, com 6,7% da amostra total, seguido pela de Livingston-Kohlstatat 2, com 3,0% e que a fórmula que menos subestimou foi a de Ireton-Jones, com 0%, seguido pelas fórmulas de Frankenfield 1 e FAO/WHO/ONU 2, com 0,3%.

Na figura 26 é possível observar que a equação que mais superestimou os valores de GERp frente ao GERm foi a de Ireton-Jones, com 97,6% da amostra total, seguido pela da FAO/WHO/ONU, com 85,8% e que a fórmula que menos superestimou foi a de Owens, com 57,3%, seguido pelas equação de Henry-Rees e Livingston-Kolstadt 2, com 66%.

Fig. 24. Avaliação da adequação do GERp em relação ao GERm , na amostra total. Adequação apresentada em %.

Fig. 25. Avaliação da subestimativa do GERp em relação ao GERm , na amostra total. Subestimativa apresentada em %.

Fig. 26. Avaliação da superestimativa do GERp em relação ao GERm , na amostra total. Superestimativa apresentada em %.

5.5.2 Amostra estratificada pelo IMC

5.5.2.1 Subnutrido

Na figura 27 é possível observar que a equação mais adequada foi a de Owens e a de Henry-Rees, com 30,7% da amostra dentro dos limites de adequação, e que a fórmula menos adequada foi a de Ireton-Jones, com 0% da amostra dentro dos limites de adequação, seguido pelas fórmulas de Frankenfield 1 e Harris-Benedict, com 13,8%.

Na figura 28 é possível observar que as equações que mais subestimaram foram a de Livingston-Kohlstadt 2 seguida da de Owens, com 2,9% e 2,7% da amostra com subestimativas, respectivamente. As demais fórmulas não subestimaram.

Na figura 29 é possível observar que a equação que mais superestimou foi a de Ireton-Jones, com 100% da amostra, seguido pelas fórmulas de Frankenfield 1 e Harris-Benedict, com 86,2% e que as que menos superestimaram foram a de Owens e a de Henry-Rees, com 66,6% da amostra com superestimativas, em ambas as equações, seguidas pela equação de Livingston-Kohlstadt 2, com 69,4%.

Fig. 27. Avaliação da adequação do GERp em relação ao GERm , na amostra de subnutridos. Adequação apresentada em %.

Fig. 28. Avaliação da subestimativa do GERp em relação ao GERm , na amostra de subnutridos. Subestimativa apresentada em %.

Fig. 29. Avaliação da superestimativa do GERp em relação ao GERm , na amostra de subnutridos. Superestimativa apresentada em %.

5.5.2.2 Eutrófico

Na figura 30 é possível observar que a equação mais adequada foi a de Owens, com 29,8% da amostra dentro dos limites de adequação, seguida pela equação de Henry-Rees, com 24,5% e que a fórmula menos adequada foi a de Ireton-Jones, com 0% da amostra dentro dos limites de adequação, seguida pelas fórmulas de Frankenfield 1 e FAO/WHO/ONU 2, com 14,9%.

Na figura 31 é possível observar que a equação que mais subestimou foi a de Owens, com 7,9% da amostra, seguida pela de Henry-Rees, com 4,4% e a que menos subestimou foi a de Ireton-Jones, com 0% da amostra, seguida pelas equações de FAP/WHO/ONU 2, Frankenfield 1 e Harris-Benedict, com 0,9%

Na figura 32 é possível observar que a equação que mais superestimou foi a de Ireton-Jones, com 100% da amostra, seguida pelas equações de Frankenfield 1 e FAO/WHO/ONU 2, com 84,2% e que a que menos superestimou foi a de Owens com 62,3% da amostra, seguida pela de Henry-Rees, com 71,1%.

Fig. 30. Avaliação da adequação do GERp em relação ao GERm , na amostra de eutróficos. Adequação apresentada em %.

Fig. 31. Avaliação da subestimativa do GERp em relação ao GERm , na amostra de eutróficos. Subestimativa apresentada em %.

Fig. 32. Avaliação da superestimativa do GERp em relação ao GERm, na amostra de eutróficos. Superestimativa apresentada em %.

5.5.2.3 Sobrepeso

Na figura 33 é possível observar que a equação mais adequada foi a de Owens, com 39,5% da amostra dentro dos limites de adequação, seguido pela equação de Henry-Rees e Livingston-Hohlstadt 2, com 30,7% e que a fórmula menos adequada foi a de Ireton-Jones, com 0% da amostra dentro dos limites de adequação, seguida pela da FAO/WHO/ONU, com 10,5%.

Na figura 34 é possível observar que a equação que mais subestimou foi a de Owens, com 4,4% da amostra, seguida por Henry-Rees com 2,6%, Livingston-Kohlstadt 2, com 1,7% e Livingston-Kohlstadt 1 com 0,9%. Todas as demais não subestimaram.

Na figura 35 é possível observar que a equação que mais superestimou foi a de Ireton-Jones, com 100% da amostra, seguida pela equação da FAO/WHO/ONU 2, com 89,5% e que a que menos superestimou foi a de Owens com 56,1% da amostra, seguida pela fórmula de Henry-Rees, com 66,7%.

Fig. 33. Avaliação da adequação do GERp em relação ao GERm , na amostra de sobrepeso. Adequação apresentada em %.

Fig. 34. Avaliação da subestimativa do GERp em relação ao GERm , na amostra de sobrepeso. Subestimativa apresentada em %.

Fig. 35. Avaliação da superestimativa do GERp em relação ao GERm , na amostra de sobrepeso. Superestimativa apresentada em %.

5.5.2.4 Obeso

Na figura 36 é possível observar que a equação mais adequada foi a de Owens, com 41,8% da amostra dentro dos limites de adequação, seguido pela de Livingston-Kohlstadt 2, com 39,1% e que a fórmula menos adequada foi a de Ireton-Jones, com apenas 8,2% da amostra dentro dos limites de adequação, seguido pela FAO/WHO/ONU 2, com 12,7%.

Na figura 37 é possível observar que a equação que mais subestimou os valores de GERp frente ao GERm foi a de Owens, com 9,1% da amostra, seguida pela de Livingston-Kohlstadt 2, com 4,5% e que houveram diversas fórmulas que

não subestimaram, como Frankenfield 1, Schofield, FAO/WHO/ONU 1 e 2 e Ireton-Jones.

Na figura 38 é possível observar que a equação que mais superestimou os valores de GERp frente ao GERm foi a de Ireton-Jones, com 91,8% da amostra, seguida pela da FAO/WHO/ONU com 87,3% e que a fórmula que menos superestimou foi a de Owens, com 49,1% 2, seguida pela de Livingston-Kohlstadt , com 56,4%.

Fig. 36. Avaliação da adequação do GERp em relação ao GERm , na amostra de obesos. Adequação apresentada em %.

Fig. 37. Avaliação da subestimativa do GERp em relação ao GERm , na amostra de obesos. Subestimativa apresentada em %.

Fig. 38. Avaliação da superestimativa do GERp em relação ao GERm , na amostra de obesos. Superestimativa apresentada em %.

5.5.3 Amostra estratificada pela %MGBIS

5.5.3.1 %MGBIS 1

Na figura 39 é possível observar que a equação mais adequada foi a de FAO/WHO/ONU 2 e a de Mifflin-St. Jeor, ambas com 46,6% da amostra dentro dos limites de adequação, seguido pelas equações de Harris-Benedict, Frankenfield 1 e 2, Schofield, FAO/WHO/ONU 1, Henry-Rees e Livingston Kohlstadt 1, com 40%. Já, a fórmula menos adequada foi a de Ireton-Jones, com 0% da amostra dentro dos limites de adequação, seguida pelas equações de Owens e Livingston-Kohlstadt 2, com 33,3%. Dessa forma, todas as equações, com exceção da de Ireton-Jones, tiveram percentuais de adequação entre 33 e 47%.

Na figura 40 é possível observar que a equação que mais subestimou os valores de GERp frente ao GERm foi a de Owens, com 20% da amostra total, seguida pela de Livingston-Kohlstadt 2, com 13,3% e que as fórmulas que menos subestimaram foram as de Harris-Benedict, Frankenfield 1, FAO/WHO/ONU 2 e Ireton-Jones, com 0% de subestimação.

Na figura 41 é possível observar que a equação que mais superestimou os valores de GERp frente ao GERm foi a de Ireton-Jones, com 100% da amostra total, seguida pela de Frankenfield e Harris-Benedict, com 60% da amostra e que a fórmula que menos superestimou foi a de Owens, com 46,7%, seguida pela equação de Mifflin-St Jeor, com 46,8%.

Fig. 39. Avaliação da adequação do GERp em relação ao GERm , na amostra %MGBIS 1. Adequação apresentada em %.

Fig. 40. Avaliação da subestimativa do GERp em relação ao GERm , na amostra %MGBIS 1. Subestimativa apresentada em %.

Fig. 41. Avaliação da superestimativa do GERp em relação ao GERm , na amostra %MGBIS 1. Superestimativa apresentada em %.

5.5.3.2 %MGBIS 2

Na figura 42 é possível observar que a equação mais adequada foi a de Owens, com 37,9% da amostra dentro dos limites de adequação, seguida pelas equações de Henry-Rees e Livingston-Kohlstadt 2, com 30,5% e que a fórmula menos adequada foi a de Ireton-Jones, com 0% da amostra dentro dos limites de adequação, seguida pela de Frankenfield, com 14%.

Na figura 43 é possível observar que a equação que mais subestimou os valores de GERp frente ao GERm foi a de Owens, com 4,2% , seguida da de Henry-Rees, com 2% e a de Livingston-Kohlstadt 2, com 1,1%. As demais não subestimaram.

Na figura 44 é possível observar que a equação que mais superestimou os valores de GERp frente ao GERm foi a de Ireton-Jones, com 100% da amostra total, seguida pela de Frankenfield 1 e que a fórmula que menos superestimou foi a de Owens, com 57,9%, seguida pela de Henry-Rees, com 67,4%.

Fig. 42. Avaliação da adequação do GERp em relação ao GERm , na amostra %MGBIS 2. Adequação apresentada em %.

Fig. 43. Avaliação da subestimativa do GERp em relação ao GERm , na amostra %MGBIS 2. Subestimativa apresentada em %.

Fig. 44. Avaliação da superestimativa do GERp em relação ao GERm , na amostra %MGBIS 2. Superestimativa apresentada em %.

5.5.3.3 %MGBIS 3

Na figura 45 é possível observar que a equação mais adequada foi a de Owens, com 35,2% da amostra dentro dos limites de adequação, seguida pela de Livingston-Kohlstadt 2, com 29,5% e que a fórmula menos adequada foi a de Ireton-Jones, com 2,3% da amostra dentro dos limites de adequação, seguida pela da FAO/WHO/ONU 2, com 13,5%.

Na figura 46 é possível observar que a equação que mais subestimou os valores de GERp frente ao GERm foi a de Owens, com 5,8%, seguida pela de Henry-Rees, com 3,4% e a que menos subestimou foi a de Ireton-Jones, com 0%. As demais equações possuíram porcentagens de subestimativa inferiores a 2%.

Na figura 47 é possível observar que a equação que mais superestimou os valores de GERp frente ao GERm foi a de Ireton-Jones, com 97,7% da amostra total, seguida pela FAO/WHO/ONU com 85,3% e que a fórmula que menos superestimou foi a de Owens, com 59%, seguida pela de Henry-Rees e Livingston0Kohlstadt 1, com aproximadamente 70%.

Fig. 45. Avaliação da adequação do GERp em relação ao GERm , na amostra de %MGBIS 3. Adequação apresentada em %.

Fig. 46. Avaliação da subestimativa do GERp em relação ao GERm , na amostra %MGBIS 3. Subestimativa apresentada em %.

Fig. 47. Avaliação da superestimativa do GERp em relação ao GERm , na amostra %MGBIS 3. Superestimativa apresentada em %.

5.5.3.4 %MGBIS 4

Na figura 48 é possível observar que a equação mais adequada foi a de Owens, com 34,8% da amostra dentro dos limites de adequação, seguida pela equação de Henry-Rees, com 33,1% e que a fórmula menos adequada foi a de Ireton-Jones, com 3,4% da amostra dentro dos limites de adequação, seguida pela da FAO/WHO/ONU 2, com 10,3%.

Na figura 49 é possível observar que a equação que mais subestimou os valores de GERp frente ao GERm foi a de Owens, com 8%, seguida pela Livingston-Kohlstadt 2, com 3,4%. E as que menos subestimaram foram as de Frankenfield 1, Schofield, FAO/WHO/ONU 1 e 2 e Ireton-Jones, com 0%.

Na figura 50 é possível observar que a equação que mais superestimou os valores de GERp frente ao GERm foi a de Ireton-Jones, com 96,6% da amostra total, seguida pela da FAO/WHO/ONU 2, com 89,7% e que a fórmula que menos superestimou foi a de Owens, com 57,1%, seguida pela de Henry-Rees, com 64,6%.

Fig. 48. Avaliação da adequação do GERp em relação ao GERm , na amostra %MGBIS 4. Adequação apresentada em %.

Fig. 49. Avaliação da subestimativa do GERp em relação ao GERm , na amostra %MGBIS 4. Subestimativa apresentada em %.

Fig. 50. Avaliação da suprestimativa do GERp em relação ao GERm , na amostra %MGBIS 4. Superestimativa apresentada em %.

5.6 Comparação entre as análises de BIS e BIA

Foram comparados somente os dados gerados por ambos os aparelhos.

5.6.1 Amostra total

Na tabela 10, pode ser observado que os dois equipamentos apresentaram medidas significativamente diferentes para todas as variáveis analisadas na amostra total. De acordo com o ICC, a variável com o maior nível de concordância entre os dois instrumentos foi a R, apresentando concordância fraca. Já a de menor concordância foi a MG, apresentando ligeira concordância.

Como pode ser observado nas figuras 51 a 57, a maior média das diferenças entre as variáveis geradas pelos dois equipamentos ocorreu com a MLG (11 kg), seguida da R (3,8 ohm). Já a menor média das diferenças entre os dois instrumentos ocorreu para o AF (0,12°) seguido pela MCC (1 kg). A BIA frente a BIS superestimou medidas relacionadas à ACT, MLG e MCC e subestimou as medidas de MG, AF, R e Xc.

No que se refere à correlação entre as variáveis geradas pelos dois equipamentos, como pode ser observado na tabela 10 e nas figuras 58 a 64 por meio de gráfico de dispersão, todas apresentaram correlações iguais ou superiores a 0,83, sendo que a maior correlação ocorreu para R (0,99), seguida da ACT e MG (0,98) e a menor para a MLG (0,83) seguida pela MCC (0,87).

Tabela 10. Comparação e correlação entre as análises de BIS e BIA, amostra total

Variável	Amostra total		ICC	r
	BIS ($\bar{x} \pm SD$)	BIA ($\bar{x} \pm SD$)		
ACT (L) ^{*#}	37 $\pm$ 8,7	39 $\pm$ 9,2	0,32	0,98
MLG (kg) ^{*#}	43 $\pm$ 13	54 $\pm$ 13	0,24	0,83
MG (kg) ^{*#}	25 $\pm$ 13	23 $\pm$ 11	0,04	0,98
MCC (kg) ^{*#}	24 $\pm$ 8,3	26 $\pm$ 7,5	0,18	0,87
AF (°) [#]	6,6 $\pm$ 0,85	6,5 $\pm$ 0,92	0,12	0,97
R (ohm) ^{*#}	560 $\pm$ 105	556 $\pm$ 105	0,40	0,99
Xc (ohm) ^{*#}	64 $\pm$ 8,8	62 $\pm$ 8,5	0,30	0,97

Valores apresentados em $\bar{x} \pm SD$. BIS: bioimpedância elétrica multifrequencial por espectroscopia; BIA: bioimpedância de frequência simples; ICC: coeficiente de correlação Intraclass; r: coeficiente de correlação de *Spearman*; ACT: água corporal total; MLG: massa livre de gordura; MG: massa gorda; MCC: massa celular corporal; AF: ângulo de fase; R: resistência na frequência de 50 khz; Xc: reatância na frequência de 50 khz; *p<0,05, comparação entre os dados gerados por BIS e por BIA, teste de *Wilcoxon*; #p<0,05, correlação entre os dados gerados por BIS e BIA, coeficiente de correlação de *Spearman*.

Fig. 51. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – ACT.

Fig.52. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – MLG.

Fig. 53. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – MG.

Fig. 54. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – MCC.

Fig. 55. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – AF.

Fig. 56. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – R.

Fig. 57. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – Xc.

Fig. 58. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - ACT.

Fig. 59. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MLG.

Fig. 60. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MG.

Fig. 61. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MCC.

Fig. 62. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - AF.

Fig. 63. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – R.

Fig. 64. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - Xc.

5.6.2 Amostra estratificada pelo IMC

5.6.2.1 Subnutrido

Na tabela 11, pode ser observado que os dois equipamentos apresentaram medidas significativamente diferentes para todas as variáveis analisadas na amostra de subnutridos. De acordo com o ICC, a variável com o maior nível de concordância entre os dois instrumentos foi a R, apresentando concordância moderada. Já as de menor concordância foram a MG e o AF, apresentando ligeira concordância.

Como pode ser observado nas figuras 65 a 71, a maior média das diferenças entre as variáveis geradas pelos dois equipamentos ocorreu com a R (5,1 ohm), seguida da MLG (4,1 kg). Já a menor média das diferenças entre os dois instrumentos ocorreu para o AF (0,13°) seguido pela MCC (0,66 kg) e MG (0,67 kg). A BIA frente a BIS superestimou medidas relacionadas à ACT e MLG e subestimou as medidas de MG, MCC, AF, R e Xc.

No que se refere à correlação entre as variáveis geradas pelos dois equipamentos, como pode ser observado na tabela 11 e nas figuras 72 a 78 por meio de gráfico de dispersão, todas apresentaram correlações iguais ou superiores a 0,84, sendo que a maior correlação ocorreu para R e ACT (0,98) e a menor para a MG (0,84) seguida pelo AF (0,87).

Tabela 11. Comparação e correlação entre as análises de BIS e BIA na amostra de subnutridos

Variável	Amostra total		ICC	r
	BIS ($\bar{x} \pm SD$)	BIA ($\bar{x} \pm SD$)		
ACT (L) ^{*#}	27 $\pm$ 3,9	28 $\pm$ 3,2	0,30	0,98
MLG (kg) ^{*#}	34 $\pm$ 6,5	39 $\pm$ 4,4	0,30	0,91
MG (kg) ^{*#}	10 $\pm$ 3,0	9,5 $\pm$ 2,1	0,10	0,84
MCC (kg) ^{*#}	19 $\pm$ 4,1	18 $\pm$ 2,9	0,25	0,88
AF (°) [#]	5,8 $\pm$ 0,53	5,7 $\pm$ 0,61	0,10	0,87
R (ohm) ^{*#}	727 $\pm$ 66	722 $\pm$ 64	0,50	0,98
Xc (ohm) ^{*#}	74 $\pm$ 7,0	72 $\pm$ 6,3	0,22	0,97

Valores apresentados em $\bar{x} \pm SD$. BIS: bioimpedância elétrica multifrequencial por espectroscopia; BIA: bioimpedância unifrequencial; ICC: coeficiente de correlação Intraclass; r: coeficiente de correlação de *Spearman*; ACT: água corporal total; MLG: massa livre de gordura; MG: massa gorda; MCC: massa celular corporal; AF: ângulo de fase; R: resistência na frequência de 50 khz; Xc: reatância na frequência de 50 khz; *p<0,05, comparação entre os dados gerados por BIS e por BIA, teste de *Wilcoxon*; #p<0,05, correlação entre os dados gerados por BIS e BIA, coeficiente de correlação de *Spearman*.

Fig. 65. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – ACT.

Fig. 66. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – MLG

Fig. 67. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – MG.

Fig. 68. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – MCC.

Fig. 69. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – AF.

Fig. 70. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – R.

Fig. 71. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – Xc.

Fig. 72. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - ACT.

Fig. 73. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - MLG.

Fig. 74. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - MG.

Fig. 75. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - MCC.

Fig. 76. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - AF.

Fig. 77. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - R.

Fig. 78. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - Xc.

5.6.2.2 Eutrófico

Na tabela 12, pode ser observado que os dois equipamentos apresentaram medidas significativamente diferentes para todas as variáveis analisadas na mostra de eutróficos. De acordo com o ICC, a variável com o maior nível de concordância entre os dois instrumentos foi a R, apresentando concordância substancial. Já as de menor concordância foram AF e MG, apresentando ligeira concordância.

Como pode ser observado nas figuras 79 a 85, a maior média das diferenças entre as variáveis geradas pelos dois equipamentos ocorreu com a MLG (5,8 kg), seguida da R (2,5 ohm). Já a menor média das diferenças entre os dois instrumentos ocorreu para o AF (0,15°) seguido da MG (0,78 kg). A BIA frente a BIS superestimou medidas relacionadas à ACT e MLG e subestimou as medidas de MG, MCC, AF, R e Xc.

No que se refere à correlação entre as variáveis geradas pelos dois equipamentos, como pode ser observado na tabela 12 e nas figuras 86 a 92 por meio do gráfico de dispersão, todas apresentaram correlações iguais ou superiores a 0,95, sendo que a maior correlação ocorreu para ACT (0,98) seguida do AF (0,96) e as menores correlações para a MLG e MCC (0,95).

Tabela 12. Comparação e correlação entre as análises de BIS e BIA na amostra de eutróficos

Variável	Amostra total		ICC	r
	BIS ($\bar{x} \pm SD$)	BIA ($\bar{x} \pm SD$)		
ACT (L) ^{*#}	35 $\pm$ 7,3	36 $\pm$ 6,9	0,30	0,98
MLG (kg) ^{*#}	43 $\pm$ 12	49 $\pm$ 9,4	0,25	0,95
MG (kg) ^{*#}	16 $\pm$ 5,4	15 $\pm$ 4,2	0,15	0,92
MCC (kg) ^{*#}	25 $\pm$ 7,8	24 $\pm$ 5,9	0,20	0,95
AF (°) ^{*#}	6,6 $\pm$ 0,8	6,4 $\pm$ 0,84	0,11	0,96
R (ohm) ^{*#}	559 $\pm$ 93	596 $\pm$ 93	0,75	0,98

Valores apresentados em $\bar{x} \pm SD$. BIS: bioimpedância elétrica multifrequencial por espectroscopia; BIA: bioimpedância de frequência simples; ICC: coeficiente de correlação Intraclass; r: coeficiente de correlação de *Spearman*; ACT: água corporal total; MLG: massa livre de gordura; MG: massa gorda; MCC: massa celular corporal; AF: ângulo de fase; R: resistência na frequência de 50 khz; Xc: reatância na frequência de 50 khz; *p<0,05, comparação entre os dados gerados por BIS e por BIA, teste de *Wilcoxon*; #p<0,05, correlação entre os dados gerados por BIS e BIA, coeficiente de correlação de *Spearman*.

Fig. 79. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – ACT.

Fig. 80. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – MLG.

Fig. 81. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – MG.

Fig. 82. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – MCC.

Fig. 83. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – AF.

Fig. 84. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – R.

Fig. 85. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – Xc.

Fig. 86. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - ACT.

Fig. 87. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - MLG.

Fig. 88. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - MG.

Fig. 89. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - MCC.

Fig. 90. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - AF.

Fig.91 Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - R.

Fig. 92. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - Xc.

5.6.2.3 Sobrepeso

Na tabela 13, pode ser observado que os dois equipamentos apresentaram medidas significativamente diferentes para todas as variáveis analisadas. De acordo com o ICC, a variável com o maior nível de concordância entre os dois instrumentos foi a R, apresentando concordância moderada. Já a de menor concordância foi o AF, apresentando concordância pobre.

Como pode ser observado nas figuras 93 a 99, a maior média das diferenças entre as variáveis geradas pelos dois equipamentos ocorreu com a MLG (10 kg), seguida da R (4,1 ohm). Já a menor média das diferenças entre os dois instrumentos ocorreu para o AF (0,10°) seguido da MCC (0,66 kg). A BIA frente a BIS superestimou medidas relacionadas à ACT, MLG e MCC e subestimou as medidas de MG, AF, R e Xc.

No que se refere à correlação entre as variáveis geradas pelos dois equipamentos, como pode ser observado na tabela 13 e nas figuras 100 a 106 por meio de gráfico de dispersão, todas apresentaram correlações iguais ou superiores a 0,91, sendo que a maior correlação ocorreu para R (0,99), seguida da ACT (0,98) e a menor para a MCC (0,91) seguida pela MLG (0,92).

Tabela 13. Comparação e correlação entre as análises de BIS e BIA na amostra de sobrepeso

Variável	Amostra total		ICC	r
	BIS ($\bar{x} \pm SD$)	BIA ($\bar{x} \pm SD$)		
ACT (L) ^{*#}	38 $\pm$ 7,7	41 $\pm$ 7,8	0,37	0,98
MLG (kg) ^{*#}	45 $\pm$ 13	55 $\pm$ 11	0,25	0,92
MG (kg) ^{*#}	25 $\pm$ 7,1	23 $\pm$ 6,0	0,20	0,95
MCC (kg) ^{*#}	26 $\pm$ 8,6	26 $\pm$ 6,8	0,19	0,91
AF (°) [#]	6,8 $\pm$ 0,85	6,7 $\pm$ 0,89	0,13	0,96
R (ohm) ^{*#}	535 $\pm$ 74	531 $\pm$ 74	0,44	0,99
Xc (ohm) ^{*#}	63 $\pm$ 6,7	61 $\pm$ 6,4	0,19	0,94

Valores apresentados em $\bar{x} \pm SD$. BIS: bioimpedância elétrica multifrequencial por espectroscopia; BIA: bioimpedância de frequência simples; ICC: coeficiente de correlação Intraclass; r: coeficiente de correlação de *Spearman*; ACT: água corporal total; MLG: massa livre de gordura; MG: massa gorda; MCC: massa celular corporal; AF: ângulo de fase; R: resistência na frequência de 50 khz; Xc: reatância na frequência de 50 khz; *p<0,05, comparação entre os dados gerados por BIS e por BIA, teste de *Wilcoxon*; #p<0,05, correlação entre os dados gerados por BIS e BIA, coeficiente de correlação de *Spearman*.

Fig. 93. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – ACT.

Fig. 94. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – MLG.

Fig. 95. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – MG.

Fig. 96. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – MCC.

Fig. 97. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – AF.

Fig. 98. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – R.

Fig. 99. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – Xc.

Fig. 100. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - ACT.

Fig. 101. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - MLG.

Fig. 102. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - MG.

Fig. 103. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - MCC.

Fig. 104. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - AF.

Fig. 105. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - R.

Fig. 106. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - Xc.

5.6.2.4 Obeso

Na tabela 14, pode ser observado que os dois equipamentos apresentaram medidas significativamente diferentes para todas as variáveis analisadas. De acordo com o ICC, a variável com o maior nível de concordância entre os dois instrumentos foi a R, apresentando concordância moderada. Já as de menor concordância foi o AF, apresentando ligeira concordância.

Como pode ser observado nas figuras 107 a 113, a maior média das diferenças entre as variáveis geradas pelos dois equipamentos ocorreu com a MLG (18 kg), seguida da MG (4,6 kg) e R (4,6 ohm). Já a menor média das diferenças entre os dois instrumentos ocorreu para o AF (0,11°) seguido pela Xc (1,5 ohm). A BIA frente a BIS superestimou medidas relacionadas ACT, MLG e MCC e subestimou as medidas de MG, AF, R e Xc.

No que se refere à correlação entre as variáveis geradas pelos dois equipamentos, como pode ser observado na tabela 14 e nas figuras 114 a 120 por meio de gráfico de dispersão, todas apresentaram correlações iguais ou superiores a 0,89, sendo que a maior correlação ocorreu para R (0,99), seguida da ACT (0,98) e a menor para a MLG e MCC (0,89).

Tabela 14. Comparação e correlação entre as análises de BIS e BIA na amostra de obesos

Variável	Amostra total		ICC	r
	BIS ($\bar{x} \pm SD$)	BIA ($\bar{x} \pm SD$)		
ACT (L) ^{*#}	42 $\pm$ 8,2	46 $\pm$ 9,1	0,38	0,98
MLG (kg) ^{*#}	44 $\pm$ 13	62 $\pm$ 12	0,26	0,89
MG (kg) ^{*#}	41 $\pm$ 10	36 $\pm$ 9,4	0,24	0,96
MCC (kg) ^{*#}	25 $\pm$ 8,8	29 $\pm$ 8,2	0,20	0,89
AF (°) [#]	6,8 $\pm$ 0,83	6,7 $\pm$ 0,95	0,13	0,97
R (ohm) ^{*#}	487 $\pm$ 70	483 $\pm$ 69	0,44	0,99
Xc (ohm) ^{*#}	58 $\pm$ 7,0	56 $\pm$ 7,3	0,18	0,97

Valores apresentados em $\bar{x} \pm SD$. BIS: bioimpedância elétrica multifrequencial por espectroscopia; BIA: bioimpedância de frequência simples; ICC: coeficiente de correlação Intraclass; r: coeficiente de correlação de *Spearman*; ACT: água corporal total; MLG: massa livre de gordura; MG: massa gorda; MCC: massa celular corporal; AF: ângulo de fase; R: resistência na frequência de 50 khz; Xc: reatância na frequência de 50 khz; *p<0,05, comparação entre os dados gerados por BIS e por BIA, teste de *Wilcoxon*; #p<0,05, correlação entre os dados gerados por BIS e BIA, coeficiente de correlação de *Spearman*.

Fig. 107. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – ACT.

Fig. 108. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – MLG.

Fig. 109. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – MG.

Fig. 110. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – MCC.

Fig. 111. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – AF.

Fig. 112. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – R.

Fig. 113. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – Xc.

Fig. 114. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - ACT.

Fig. 115. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - MLG.

Fig. 116. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - MG.

Fig. 117. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - MCC.

Fig. 118. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - AF.

Fig. 119. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - R.

Fig. 120. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - Xc.

5.6.3 Amostras estratificadas pela %MGBIS

5.6.3.1 %MGBIS 1

Na tabela 15, pode ser observado que os dois equipamentos apresentaram medidas significativamente diferentes para as variáveis ACT, MCC e R. De acordo com o ICC, a variável com o maior nível de concordância entre os dois instrumentos foi a R, apresentando concordância moderada. Já a de menor concordância foi a MG, apresentando ligeira concordância.

Como pode ser observado nas figuras 121 a 127, a maior média das diferenças entre as variáveis geradas pelos dois equipamentos ocorreu para a R (6,1 ohm), seguida da MCC (3 kg). Já a menor média das diferenças entre os dois instrumentos correu para o AF (0,031°) seguido pela MG (0,73 kg). A BIA frente a BIS superestimou medidas relacionadas à ACT, MLG e MG e subestimou as medidas de MCC, AF, R e Xc.

No que se refere à correlação entre as variáveis geradas pelos dois equipamentos, como pode ser observado na tabela 15 e nas figuras 128 a 134 por meio de gráfico de dispersão, todas apresentaram correlações iguais ou superiores a 0,80, sendo que a maior correlação ocorreu para R (0,99), seguida da ACT (0,98) e a menor para a Xc (0,80) seguida pela MG (0,82).

Tabela 15. Comparação e correlação entre as análises de BIS e BIA na amostra %MGBIS 1

Variável	Amostra total		ICC	r
	BIS ($\bar{x} \pm SD$)	BIA ($\bar{x} \pm SD$)		
ACT (L) ^{##}	72 $\pm$ 5,2	72 $\pm$ 5,2	0,26	0,98
MLG (kg) [#]	72 $\pm$ 5,2	72 $\pm$ 5,2	0,26	0,92
MG (kg) [#]	72 $\pm$ 5,2	72 $\pm$ 5,2	0,03	0,82
MCC (kg) ^{##}	72 $\pm$ 5,2	72 $\pm$ 5,2	0,21	0,88
AF (°) [#]	72 $\pm$ 5,2	72 $\pm$ 5,2	0,13	0,95
R (ohm) ^{##}	72 $\pm$ 5,2	72 $\pm$ 5,2	0,45	0,99
Xc (ohm) [#]	72 $\pm$ 5,2	72 $\pm$ 5,2	0,16	0,80

Valores apresentados em $\bar{x} \pm SD$. BIS: bioimpedância elétrica multifrequencial por espectroscopia; BIA: bioimpedância de frequência simples; ICC: coeficiente de correlação Intraclass; r: coeficiente de correlação de *Spearman*; ACT: água corporal total; MLG: massa livre de gordura; MG: massa gorda; MCC: massa celular corporal; AF: ângulo de fase; R: resistência na frequência de 50 khz; Xc: reatância na frequência de 50 khz; *p<0,05, comparação entre os dados gerados por BIS e por BIA, teste de *Wilcoxon*; #p<0,05, correlação entre os dados gerados por BIS e BIA, coeficiente de correlação de *Spearman*.

Fig. 121. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – ACT.

Fig. 122. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – MLG.

Fig. 123. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – MG.

Fig. 124. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – MCC.

Fig. 125. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – AF.

Fig. 126. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – R.

Fig. 127. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – Xc.

Fig. 128. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - ACT.

Fig. 129. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - MLG.

Fig. 130. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - MG.

Fig. 131. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - MCC.

Fig. 132. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - AF.

Fig. 133. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - R.

Fig. 134. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - Xc.

5.6.3.2 %MGBIS 2

Na tabela 16, pode ser observado que os dois equipamentos apresentaram medidas significativamente diferentes para todas as variáveis. De acordo com o ICC, a variável com o maior nível de concordância entre os dois instrumentos foi a R, apresentando concordância fraca. Já a de menor concordância foi o AF, apresentando ligeira concordância.

Como pode ser observado nas figuras 135 a 141, a maior média das diferenças entre as variáveis geradas pelos dois equipamentos ocorreu para a MLG (5,7 kg) seguida da R (3,4 ohm). Já a menor média das diferenças entre os dois instrumentos ocorreu para o AF (0,093°) seguido pela MG (0,86 kg). A BIA frente a BIS superestimou medidas relacionadas à ACT e MLG e subestimou as medidas de MG, MCC, AF, R e Xc.

No que se refere à correlação entre as variáveis geradas pelos dois equipamentos, como pode ser observado na tabela 16 e nas figuras 142 a 148 por meio de gráfico de dispersão, todas apresentaram correlações iguais ou superiores a 0,93, sendo que a maior correlação ocorreu para R e ACT (0,99) e a menor para a MG (0,93) seguida pela Xc (0,94).

Tabela 16. Comparação e correlação entre as análises de BIS e BIA na amostra %MGBIS 2

Variável	Amostra total		ICC	r
	BIS ($\bar{x} \pm SD$)	BIA ($\bar{x} \pm SD$)		
ACT (L) ^{*#}	35 $\pm$ 8,8	37 $\pm$ 8,8	0,24	0,99
MLG (kg) ^{*#}	44 $\pm$ 13	50 $\pm$ 12	0,23	0,98
MG (kg) ^{*#}	15 $\pm$ 3,7	15 $\pm$ 4,0	0,17	0,93
MCC (kg) ^{*#}	25 $\pm$ 8,3	24 $\pm$ 7,4	0,16	0,98
AF (°) ^{*#}	6,6 $\pm$ 0,98	6,5 $\pm$ 1,1	0,11	0,98
R (ohm) ^{*#}	602 $\pm$ 119	598 $\pm$ 118	0,39	0,99
Xc (ohm) ^{*#}	68 $\pm$ 8,1	66 $\pm$ 7,1	0,18	0,94

Valores apresentados em $\bar{x} \pm SD$. BIS: bioimpedância elétrica multifrequencial por espectroscopia; BIA: bioimpedância de frequência simples; ICC: coeficiente de correlação Intraclass; r: coeficiente de correlação de *Spearman*; ACT: água corporal total; MLG: massa livre de gordura; MG: massa gorda; MCC: massa celular corporal; AF: ângulo de fase; R: resistência na frequência de 50 khz; Xc: reatância na frequência de 50 khz; *p<0,05, comparação entre os dados gerados por BIS e por BIA, teste de *Wilcoxon*; #p<0,05, correlação entre os dados gerados por BIS e BIA, coeficiente de correlação de *Spearman*.

Fig. 135. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – ACT.

Fig. 136. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – MLG.

Fig. 137. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – MG.

Fig. 138. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – MCC.

Fig. 139. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – AF.

Fig. 140. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – R.

Fig. 141. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – Xc.

Fig. 142. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - ACT.

Fig. 143. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - MLG.

Fig. 144. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - MG.

Fig. 145. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - MCC.

Fig. 146 Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - AF.

Fig. 147. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - R.

Fig. 148. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - Xc.

5.6.3.3 %MGBIS 3

Na tabela 17, pode ser observado que os dois equipamentos apresentaram medidas significativamente diferentes para todas as variáveis, com exceção da MCC. De acordo com o ICC, a variável com o maior nível de concordância entre os dois instrumentos foi a R, apresentando concordância moderada. Já a de menor concordância foi o AF, apresentando ligeira concordância.

Como pode ser observado nas figuras 149 a 155, a maior média das diferenças entre as variáveis geradas pelos dois equipamentos ocorreu para a MLG (8,1 kg) seguida da R (3,9 ohm). Já a menor média das diferenças entre os dois instrumentos ocorreu para o AF (0,08°) seguido pela MCC (0,26 kg). A BIA frente a BIS superestimou medidas relacionadas à ACT e MLG e subestimou as medidas de MG, MCC, AF, R e Xc.

No que se refere à correlação entre as variáveis geradas pelos dois equipamentos, como pode ser observado na tabela 17 e nas figuras 156 a 162 por meio de gráfico de dispersão, todas apresentaram correlações iguais ou superiores a 0,90, sendo que a maior correlação ocorreu para R e ACT (0,99) e a menor para a Xc (0,90) seguida pela MG (0,93).

Tabela 17. Comparação e correlação entre as análises de BIS e BIA na amostra %MGBIS 3

Variável	Amostra total		ICC	r
	BIS ($\bar{x} \pm SD$)	BIA ($\bar{x} \pm SD$)		
ACT (L) ^{##}	36 $\pm$ 8,0	38 $\pm$ 7,8	0,26	0,99
MLG (kg) ^{*#}	43 $\pm$ 12	51 $\pm$ 11	0,24	0,97
MG (kg) ^{##}	21 $\pm$ 4,4	19 $\pm$ 4,4	0,23	0,93
MCC (kg) [#]	25 $\pm$ 8,1	24 $\pm$ 6,9	0,18	0,97
AF (°) ^{##}	6,8 $\pm$ 0,84	6,7 $\pm$ 0,98	0,12	0,96
R (ohm) ^{##}	565 $\pm$ 92	561 $\pm$ 92	0,42	0,99
Xc (ohm) ^{##}	66 $\pm$ 7,6	65 $\pm$ 7,4	0,18	0,90

Valores apresentados em $\bar{x} \pm SD$. BIS: bioimpedância elétrica multifrequencial por espectroscopia; BIA: bioimpedância de frequência simples; ICC: coeficiente de correlação Intraclass; r: coeficiente de correlação de *Spearman*; ACT: água corporal total; MLG: massa livre de gordura; MG: massa gorda; MCC: massa celular corporal; AF: ângulo de fase; R: resistência na frequência de 50 khz; Xc: reatância na frequência de 50 khz; *p<0,05, comparação entre os dados gerados por BIS e por BIA, teste de *Wilcoxon*; #p<0,05, correlação entre os dados gerados por BIS e BIA, coeficiente de correlação de *Spearman*.

Fig. 149. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – ACT.

Fig. 150. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – MLG.

Fig. 151. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – MG.

Fig. 152. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – MCC.

Fig. 153. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – AF.

Fig. 154. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – R.

Fig. 155. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – Xc.

Fig. 156. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - ACT.

Fig. 157. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - MLG.

Fig. 158. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - MG.

Fig. 159. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - MCC.

Fig. 160. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - AF.

Fig. 161. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - R.

Fig. 162. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - Xc.

5.6.3.4 %MGBIS 4

Na tabela 18, pode ser observado que os dois equipamentos apresentaram medidas significativamente diferentes para todas as variáveis. De acordo com o ICC, a variável com o maior nível de concordância entre os dois instrumentos foi a R, apresentando concordância moderada. Já a de menor concordância foi o AF, apresentando ligeira concordância.

Como pode ser observado nas figuras 163 a 169, a maior média das diferenças entre as variáveis geradas pelos dois equipamentos ocorreu para a MLG (16 kg) seguida da R (4,6 ohm). Já a menor média das diferenças entre os dois instrumentos ocorreu para o AF (0,13°) seguido pela Xc (1,8 ohm). A BIA frente a BIS superestimou medidas relacionadas à ACT, MLG e MCC e subestimou as medidas de MG, AF, R e Xc.

No que se refere à correlação entre as variáveis geradas pelos dois equipamentos, como pode ser observado na tabela 18 e nas figuras 170 a 176 por meio de gráfico de dispersão, todas apresentaram correlações iguais ou superiores a 0,90, sendo que a maior correlação ocorreu para R e ACT (0,99) e a menor para a MLG (0,90) seguida pela MCC (0,91).

Tabela 18. Comparação e correlação entre as análises de BIS e BIA na amostra %MGBIS 4

Variável	Amostra total		ICC	r
	BIS ($\bar{x} \pm SD$)	BIA ($\bar{x} \pm SD$)		
ACT (L) ^{*#}	40 $\pm$ 8,3	43 $\pm$ 9,1	0,35	0,99
MLG (kg) ^{*#}	42 $\pm$ 12	59 $\pm$ 12	0,25	0,90
MG (kg) [#]	36 $\pm$ 10	32 $\pm$ 9,7	0,21	0,97
MCC (kg) [#]	24 $\pm$ 8,0	28 $\pm$ 7,7	0,19	0,91
AF (°) ^{*#}	6,6 $\pm$ 0,78	6,5 $\pm$ 0,82	0,13	0,97
R (ohm) ^{*#}	526 $\pm$ 88	522 $\pm$ 88	0,42	0,99
Xc (ohm) ^{*#}	60 $\pm$ 8,0	58 $\pm$ 7,8	0,18	0,96

Valores apresentados em $\bar{x} \pm SD$. BIS: bioimpedância elétrica multifrequencial por espectroscopia; BIA: bioimpedância de frequência simples; ICC: coeficiente de correlação Intraclass; r: coeficiente de correlação de *Spearman*; ACT: água corporal total; MLG: massa livre de gordura; MG: massa gorda; MCC: massa celular corporal; AF: ângulo de fase; R: resistência na frequência de 50 khz; Xc: reatância na frequência de 50 khz; *p<0,05, comparação entre os dados gerados por BIS e por BIA, teste de *Wilcoxon*; #p<0,05, correlação entre os dados gerados por BIS e BIA, coeficiente de correlação de *Spearman*.

Fig. 163. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – ACT.

Fig. 164. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – MLG.

Fig. 165. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – MG.

Fig. 166. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – MCC.

Fig. 167. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – AF.

Fig. 168. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – R.

Fig. 169. Análise de concordância por *Bland-Altman* entre os métodos de bioimpedância – Xc.

Fig. 170. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - ACT.

Fig. 171. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - MLG.

Fig. 172. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - MG.

Fig. 173. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância – MCC.

Fig. 174. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - AF.

Fig. 175. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - R.

Fig. 176. Gráfico de dispersão entre os métodos de bioimpedância - Xc.

6. DISCUSSÃO

O presente estudo obteve uma participação ligeiramente maior do sexo feminino em relação ao masculino, não vindo a comprometer os objetivos estabelecidos tampouco a influenciar nos resultados analisados, no que se refere a uma distorção ocasionada pelas diferenças biológicas e fisiológicas relacionadas ao sexo.

A classificação da amostra total com relação ao IMC, como pode ser observado na tabela 3, foi de sobrepeso, o que está de acordo com o divulgado no relatório da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2008-2009 (IBGE, 2010). Nele, aponta-se que metade da amostra de adultos analisados, independente do sexo, são classificados como com sobrepeso. As projeções, por sua vez, são de que dois terços da população brasileira virá a classificar-se desta forma nos anos de 2018 – 2019, se a frequência de pessoas com excesso de peso continuar aumentando em mais de um ponto percentual ao ano. Vale ressaltar, no entanto, que este estudo não teve como objetivos a representação de prevalências do estado nutricional da população brasileira, uma vez que o intuito foi o angariamento de um tamanho amostral similar para cada faixa do IMC.

Na presente pesquisa, como pode ser observado na tabela 4, houve um baixo número de indivíduos classificados como subnutridos, quando comparado às demais faixas do IMC. Essa diferença amostral ocorreu devido a grande dificuldade de se encontrar indivíduos saudáveis assim classificados, uma vez que a prevalência de subnutrição na população brasileira vem diminuindo ao longo dos anos e é menor nas regiões sudeste e sul, atingindo em torno de 1,1 % e 1,4% da população, respectivamente (IBGE, 2010).

No que se refere às diferenças encontradas entre os sexos (tabela 3), as medidas maiores no sexo masculino também estão de acordo com o apresentado pela POF 2008-2009 (IBGE, 2010), na qual se verifica uma maior altura, peso corporal e IMC para a população masculina frente à feminina.

No que se refere à composição corporal da amostra total (tabela 3), independente do sexo, a maior quantidade em quilos e porcentagem para a MLG frente a MG já era esperado, uma vez que não se teve como objetivo avaliar grandes obesos, os quais poderiam apresentar uma maior quantidade de MG frente à MLG. O IMC médio do subgrupo obeso foi de 34 kg/m^2 , caracterizando obesidade grau I.

Na discussão dos resultados apresentados por este trabalho, no que se refere à composição corporal e ao GER, deu-se preferência para comparação com estudos cujas análises ocorreram com brasileiros, tendo em vista a influência da etnia na distribuição das massas corporais e, conseqüentemente, no GER (RAZAK et al., 2007; HALL et al., 2011; HASSON et al., 2011; MACMURRAY et al., 2014; ADZIKA et al., 2015).

No que se refere ao GER (tabela 3), a amostra masculina apresentou um GER maior que a feminina, o qual também foi observado em estudo desenvolvido com tamanho amostral considerável (529 adultos) na população brasileira (ANJOS et al., 2013a) e por uma revisão da literatura (MACMURRAY et al., 2014).

O GER medido por CI por Anjos et al (2013a) foi de 1395 kcal para a amostra masculina e 1137 kcal para a feminina, valores bem próximos aos encontrados no presente estudo, com uma diferença de 92 kcal e 43 kcal para os sexos masculino e feminino, respectivamente. Tal diferença pode ser justificada pela média de idade superior no estudo de Anjos, a qual foi de 42,6 anos para os homens e 44, 9 anos para as mulheres, o que confere um GER menor por questões fisiológicas já bem determinadas (JOINT, F.A.O. et al., 1985; JOHNSTONE et al., 2005).

Já no estudo de Rodrigues et al (2010), o GER para a população feminina com peso entre 66, 1 kg e 73 kg foi de 1334 kcal, 154 kcal a mais do observado no

presente estudo. Tal diferença pode estar relacionada a uma amostra mais jovem ou com composição corporal diversa, porém essas informações não estão disponíveis no artigo publicado.

Vale ressaltar que o IMC médio da amostra do estudo de Anjos et al (2013a) também foi de classificação como sobrepeso e que a amostra de indivíduos com subnutrição foi muito baixa (1%), concordando com os dados da POF 2008-2009 e reiterando a dificuldade aqui apresentada para angariamento de brasileiros saudáveis subnutridos.

A %MG foi maior para o grupo feminino em comparação ao masculino (tabela 3), dado este também encontrado no estudo de Anjos et al (2013a), para o qual o %MG da amostra de 20 a 30 anos e de 30 a 60 anos feminina foi de 34% e 38,9%, respectivamente e para a amostra masculina de 21% e 22%, respectivamente. No estudo de Oliveira et al. (2012), o IMC médio da amostra masculina foi de 29 kg/m² com um %MG de 25%. Os dados de %MG encontrados nestes dois estudos (OLIVEIRA et al., 2012; ANJOS et al., 2013a) são um pouco inferiores aos encontrados no presente estudo, porém, as análises de ambos foram feitas com BIA em contraposição as por BIS aqui apresentadas, o que justifica o menor valor. A justificativa será apresentada adiante quando das análises de comparação dos dados gerados por BIA *versus* BIS.

Nas análises dos grupos estratificados pelo IMC e pelo %MG não se utilizou a distinção entre os sexos, uma vez que essa diferença de composição corporal e GER já foi analisada e discutida quando da amostra total. Além disso, a influência do sexo na composição corporal e no GER já está bem determinada, demonstrando-se que mulheres possuem maiores valores de %MG que homens em todos os subgrupos estratificados pelo IMC e, conseqüentemente, menores valores de GER (ROMERO-CORRAL, 2008).

No que se refere à análise entre os subgrupos estratificados pelo IMC (tabela 4), apesar de neste estudo a faixa etária ter sido determinada previamente entre 20 e 40 anos de idade, ainda assim, a amostra subnutrida foi a única que apresentou diferença estatisticamente significativa para idade frente aos demais subgrupos, sendo mais jovem. Dado este que está de acordo com os resultados da

POF 2008-2009, na qual a prevalência de déficit de peso na população adulta brasileira ocorre entre os adultos mais jovens (de 20 a 24 anos) ou entre os idosos (acima de 75 anos) (IBGE, 2010).

Com relação à composição corporal entre os subgrupos estratificados pelo IMC, o %MG se correlaciona positivamente com a classificação pelo IMC, da mesma forma como o encontrado por Anjos et al (2013a). Este resultado já era esperado uma vez que a amostra selecionada não conteve indivíduos atletas. Dessa forma, a maior massa corporal se faz presente por meio do aumento considerável da participação relativa da MG, e não pelo maior aumento do percentual de MLG, como observado em alguns estudos concretizados com atletas, respeitando-se determinadas modalidades e intensidades (DURMIC et al., 2015; PETRI et al., 2016; TAMAYO-OROZCO et al., 2016).

Anjos et al (2013a) também encontrou valores próximos ao presente estudo no que se refere à média do %MG para a amostra de eutróficos (25,4%), sobrepeso (34,3%) e obesos (41,5%).

No que se refere ao GER entre os subgrupos estratificados pelo IMC, o GER foi diferente entre todos os subgrupos, assemelhando-se aos achados de Anjos et al (2013a) e Macmurray et al (2014), em que o GER aumenta com o aumento do IMC.

Anjos et al (2013) apresentou valores de GER semelhantes para amostra de eutróficos (1198 kcal) e sobrepeso (1317 kcal), porém valores com uma diferença de 117 kcal a mais para o grupo de subnutridos (1109 kcal, média entre os valores da amostra feminina e masculina) e 380 kcal a menos para a amostra de obesos (1148 kcal, média entre os valores da amostra feminina e masculina). Como o IMC médio para o grupo de subnutridos (18 kg/m^2) e obesos ($33,5 \text{ kg/m}^2$) foram muito próximos aos encontrados nesse estudo, a maior diferença na comparação do GER para esses dois subgrupos pode ter como causa a presença muito superior do sexo feminino (64%) na amostra de Anjos et al (2013a) frente a uma representação quase igualitária do presente estudo, justificando o GER maior para a faixa de obesidade. Já o menor GER para a faixa de subnutridos pode ser justificado por uma representação maior do sexo masculino na amostra de Anjos et

al (2013a) frente a uma amostra quase que 100% feminina neste estudo (32 mulheres e 8 homens), o que também justifica o %MG inferior para os subnutridos na amostra de Anjos (13,6%) frente a 21% no presente estudo. Para as demais faixas do IMC, a amostra feminina e a masculina apresentaram praticamente o mesmo tamanho amostral.

Macmurray et al (2014) também apresentou resultados de GER de acordo com o IMC, para o qual os eutróficos apresentaram os maiores gastos de GER bruto e GER/kg de peso, e os obesos os menores valores de GER, seja bruto ou por quilo de peso corporal. Dessa forma, o GER diminuía com o aumento do IMC, como também avaliado em outros estudos (BYRNE et al., 2005; BOSY-WESTPHAL et al., 2008). Tal dado se assemelha ao encontrado na presente amostra, sendo que o único grupo que apresentou GER bruto maior que o do grupo eutrófico foram àqueles caracterizados como subnutridos. Porém, vale ressaltar que na amostra de Macmurray et al (2014) não haviam indivíduos subnutridos.

A classificação por IMC tem sido utilizada há muito tempo em estudos epidemiológicos e clínicos para caracterização do estado nutricional e sua correlação com prevenção ou desenvolvimento de doenças. Porém, os pontos de corte recomendados para o IMC (WORD HEALTH ORGANIZATION, 1996) são criticados por diversos estudos (KAGAWA et al., 2006; RAZAK et al., 2007; RUSH et al., 2007) no que se refere à baixa associação com o percentual de gordura corporal. Tal fato acarreta em inconsistências na classificação nutricional, uma vez que sobrepeso e obesidade são definidos como situações de excesso de tecido adiposo ou acúmulo do mesmo, respectivamente, fazendo referência, portanto, a análise de composição corporal. Assim, tem-se demonstrado que existem variações significativas na %MG para uma mesma faixa do IMC, observando-se elevadas %MG em níveis de IMC baixos ou normais.

Vale ressaltar que para o presente estudo foram utilizados como pontos de corte para %MG os propostos por Gallagher et al (2000). Não há um consenso na literatura ao que se refere aos pontos de corte adequados para classificação do estado nutricional de acordo com o %MG, porém, a referência aqui utilizada foi escolhida por ter sido desenvolvida em comparação ao IMC e em três grupos étnicos distintos: brancos, afro-americanos e asiáticos. No caso, foram escolhidos

os pontos de corte para as etnias branca e afro-americana, que não foram distintas entre si e que melhor representam o quadro de etnias encontrado no Brasil.

A melhor escolha para a definição do estado nutricional pelo %MG e comparação com a classificação pelo IMC se faria tendo como base análises realizadas na população brasileira, já que a amostra foi de indivíduos nascidos no Brasil e a etnia influencia na distribuição dos tecidos corporais (RAO et al., 2012; FRANKENFIELD, 2013; ADZIKA NSATIMBA et al., 2015). Porém, a inexistência de estudos publicados com amostra nacional fez necessária a escolha de um ponto de corte desenvolvido com indivíduos de outras nações.

No presente estudo, a média do IMC para cada subgrupo classificado pelo %MG (tabela 5) apresentou-se de acordo com o proposto por Gallagher et al (2000), onde cada faixa do %MG obteve seu equivalente no IMC, revelando que, apesar de desenvolvido em população de etnia distinta, a aplicação dos pontos de cortes foi correspondida.

Porém, quando analisado a concordância entre os dois métodos de classificação do estado nutricional a nível individual, como pode ser observado na figura 3, a maior concordância (em percentual da amostra) ocorreu em nível de classificação por obesidade, sendo que a concordância na classificação nos demais níveis não chegou a 50% da amostra. O *kappa* ponderado obtido na análise foi inferior a 0,6, correspondendo a uma concordância moderada. Assim, na presente amostra, os dois métodos não apresentaram uma concordância boa, não sendo semelhantes, e o IMC tendeu a classificar os indivíduos um ou mais níveis abaixo daquele obtido pela classificação por %MG, subestimando, portanto, a quantidade de gordura corporal.

Resultado similar quanto a subestimação do %MG de acordo com a classificação por IMC também foi observado, em ambos os sexos, no estudo de Anjos et al (2013b), realizado com população nacional.

Tal fato representa um grande problema no que se refere ao planejamento de estratégias nutricionais a nível individual ou populacional, uma vez que, como já mencionado, tende-se a utilizar o IMC, ao invés da composição corporal, para

caracterização nutricional. Assim, a acurácia do diagnóstico de obesidade por meio do IMC é limitada, uma vez que não é capaz de diferenciar os compartimentos corporais (MAFRA e FARAGE, 2006), principalmente para os indivíduos classificados nos IMCs intermediários, dado também observado por Romero-Corral et al (2008).

A validade do uso de pontos de cortes universais de IMC, independente da faixa etária, sexo e etnia, têm sido questionado devido às diferenças na relação %MG-IMC e os problemas de saúde apresentados a nível populacional e individual em faixas de IMC igual ou menores que 25 kg/m^2 (SÁNCHEZ-CASTILLO et al., 2003; NGUYEN et al., 2008). Até mesmo a *World Health Organization* reconheceu as inconsistências na relação IMC e %MG entre as populações mundiais (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2000), e que o uso do IMC pode resultar em categorizações equivocadas do estado nutricional.

Tendo em vista a epidemia de sobrepeso e obesidade que acomete países desenvolvidos e subdesenvolvidos, como o Brasil (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2000; IBGE, 2010), bem como os gastos no tratamento da obesidade e patologias associadas (FINKELSTEIN et al., 2004), classificar um indivíduo como eutrófico quando, na realidade, ele apresenta excesso de gordura corporal ou obesidade, pode levar ao fracasso de programas de saúde pública e de intervenções a nível individual, tanto no que se refere às medidas de prevenção como aquelas curativas (CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION, 2012).

Quando da análise, por meio da tabela 5, da amostra estratificada pelo %MG, observa-se que o %MG1 foi o de menor tamanho amostral devido à baixa prevalência de indivíduos saudáveis com %MG baixa (IBGE, 2010). Além disso, os demais subgrupos apresentaram número de indivíduos bem distinto, uma vez que o angariamento ocorreu por meio da classificação por IMC e não pelo %MG.

Observa-se também que não há diferença entre os subgrupos no que se refere aos tecidos hidratados (MLG e MCC, em quilos), mas existe diferença estatisticamente significativa para a MG em quilos e para os percentuais de MG, MLG e MCC. Assim sendo, a diferença de composição corporal entre os indivíduos

reside na quantidade bruta de MG e na distribuição das massas corporais (MG, MLG e MCC), destacando a importância do montante de gordura corporal para classificação do estado nutricional, bem como das quantidades relativas de MLG e MCC.

O GER por CI apresentou diferença estatística entre os subgrupos, para o qual maiores classificações por %MG obtiveram maiores valores, muito provavelmente devido ao maior tamanho corporal que acompanha esta classificação, uma vez que o peso correlaciona-se positivamente com a classificação por %MG e com o GER. Quando da correção do GER pelo peso (GER CI/Peso), não há diferença estatística entre os subgrupos, confirmando a hipótese da influência do tamanho corporal sobre o valor bruto do GER.

Como exposto na sessão “introdução” desse documento, a BIS é superior frente à BIA no que se refere a sua melhor capacidade de penetração nas células e mensuração direta da AI. A BIS também é sensível a variações na AE, o que a diferencia da BIA, a qual é incapaz de medir as diferenças em AI, cujo valor é obtido por equações. Assim, a BIA não é sensível a variações na AE e limitada na distinção da distribuição de água corporal nos compartimentos intra e extracelular (KYLE et al., 2004a; LUKASKI, 2013).

Como apresentado pelos resultados em artigo publicado por Seoane et al (2015), a utilização da BIS na prática clínica para mensuração dos tecidos corporais, principalmente da ACT, possui melhor desempenho preditivo do que o emprego das quatro principais e mais utilizadas equações de predição de bioimpedância elétrica de frequência simples. Isso ocorre porque a BIS apresenta menores vieses, limites de concordância, SD e erro absoluto quando comparado ao método padrão de mensuração de ACT.

Os modelos de equação de predição utilizados na BIA influenciam sua pior capacidade de predição dos fluidos corporais, obtendo a BIS valores mais fidedignos devido aos modelos de regressão utilizados (SEOANE et. al., 2015).

No que se refere aos resultados de comparação da classificação do estado nutricional por IMC *versus* %MGBIA, apresentados na figura 4, observa-se que o *kappa* (0,691) é superior ao encontrado na comparação das classificações por IMC

versus %MGBIS (0,564), apresentado na figura 3. Isto sinaliza que a classificação por IMC concorda mais com a classificação por %MGBIA do que com a classificação por %MGBIS.

Analisando a figura 3, percebe-se que o IMC subestima a classificação dos indivíduos frente à %MGBIS, uma vez que em todos os níveis de classificação as discordâncias ocorrem mais para classificações pela %MGBIS em níveis acima daquelas por IMC, do que níveis abaixo.

Já, quando analisada a figura 4, observa-se que, em nível de obesidade, a %MGBIA classifica uma maior parte dos indivíduos (13%) em nível abaixo do IMC quando da mesma comparação na figura 3 (4%).

Por sua vez, em nível de classificação de sobrepeso, a %MGBIA classifica os indivíduos em níveis abaixo ou acima do IMC de forma quase equivalente. Este resultado diverge bastante do encontrado na figura 3 a mesmo nível de classificação, para o qual a %MGBIS classifica a grande maioria dos indivíduos em nível acima do IMC.

Na análise em nível de eutrofia e subnutrição, a %MGBIA classifica os indivíduos, em sua maior parte, em níveis acima daqueles quando da classificação por IMC (25% para o nível eutrófico e 47% para o nível subnutrido), o mesmo ocorrendo para %MGBIS, porém, numa porcentagem muito maior de discordância dos dois métodos de classificação (47% para o nível eutrófico e 70% para o nível subnutrido).

Como pode ser observado na figura 5, a %MGBIA subestima a classificação dos indivíduos frente à %MGBIS na maioria dos níveis de classificação. A única exceção ocorre em nível subnutrido, no qual %MGBIA superestima a classificação por %MGBIS.

Dessa forma, a classificação por %MGBIA se faz mais próxima da classificação por IMC, já que, como observado nas figuras 3 e 5, ambos tendem a classificar os indivíduos em ao menos um nível abaixo do classificado pela %MGBIS.

Na presente amostra, a idade foi a única que não apresentou correlação com o GER, seja na amostra feminina ou masculina. Isso ocorreu porque a faixa etária foi restringida propositalmente, dessa forma, a baixa variabilidade de idade entre os indivíduos impossibilitou a avaliação da mesma sobre o GER. No entanto, é sabido que a idade correlaciona-se negativamente com o GER (BYRNE et al., 2005; MCMURRAY et al., 2014).

Assim como observado por McMurray et al (2014) e outros (BYRNE et al., 2005; BOSY-WESTPHAL et al., 2008), o IMC e o peso se correlacionaram positiva e fortemente com o GER. Esse dado também foi observado na tabela 4 quando o GER aumenta com o aumento do IMC e, conseqüentemente, do peso corporal.

Algumas das diferenças em GER observada entre os sexos e entre as categorias de IMC podem estar relacionadas com uma menor presença de massa muscular (MLG), a exemplo do sexo feminino frente ao masculino e das categorias subnutrido e eutrófico frente ao sobrepeso e obeso.

O GER é dependente da quantidade de tecido metabolicamente ativo presente em um indivíduo, principalmente aquele relacionado com a MLG (MULLER et al., 2002). Isso ocorre, como demonstrado em alguns estudos, porque a massa corporal total é composta tanto de MLG como de MG, porém a última não contribui significativamente para a atividade metabólica energética, a não ser quando presente em quantidades muito elevadas (HEYMSFIELD et al., 2002; MULLER et al., 2002; MELZER et al., 2007).

No que se refere ao desenvolvimento de equações de predição, Muller et al (2004) desenvolveu equações de predição utilizando um tamanho amostral de 2528 indivíduos. Suas equações conseguiram predizer o GER de forma adequada. O grande tamanho amostral provavelmente foi uma das causas da elevada qualidade das equações desenvolvidas, refletida em R^2 elevados.

Porém, vale ressaltar que em seu trabalho, Muller et al (2004) utilizou-se de banco de dados com mensurações de GER por CI e composição corporal por BIA com equipamentos e aplicadores diversos. Tendo em vista que diferentes equipamentos de CI e BIA geram resultados distintos (MULASI et al., 2015;

SINGER e SINGER, 2016; OSHIMA et al., 2016), a qualidade da base de dados da presente tese é superior a utilizada por Muller, tendo em vista que apenas um equipamento de CI e de BIS foram utilizados e sempre a mesma pessoa foi responsável pela aplicação dos testes.

Anjos et al (2013) desenvolveu duas equações, uma para cada sexo, tendo como amostra 529 participantes (190 homens e 339 mulheres). O R^2 dessas equações foi elevado, de 0,83. Tendo em vista que o tamanho amostral não foi muito diferente do utilizado no presente trabalho, provavelmente, a melhor predição se fez por meio do emprego de uma metodologia diferente (*Surveyreg*) para o desenvolvimento das equações.

No presente estudo, as equações desenvolvidas apresentaram R^2 baixos, o que impossibilita sua aplicação na prática clínica, tendo em vista que o maior R^2 foi de 0,39, ou seja, explica 39% da variabilidade das medidas observadas no GER, um valor muito baixo para aplicação como fórmula preditora.

Partindo para a análise da adequação das equações mais usuais de predição do GER, descritas na tabela 2, observa-se que tanto para a amostra total (figura 24) como para os subgrupos estratificados pelo IMC (figuras 27,30, 33 e 36) e pelo %MGBIS (figuras 39, 42, 45 e 48), as equações com os maiores percentuais da amostra dentro dos limites de adequação foram a de Owens, Henry-Rees e Livingston-Kohlstadt 2. Já as fórmulas com os menores percentuais da amostra dentro dos limites de adequação foram as de Ireton-Jones, FAO/WHO/ONU 2 e Frankenfield 1, com destaque para a equação de Ireton-Jones, cujos valores da amostra dentro dos limites de adequação foram em torno de 0%, na maioria das análises.

Porém, mesmo as equações que obtiveram os maiores percentuais da amostra dentro dos limites de adequação o fizeram em menos de 50% da população, demonstrando que não são capazes de predizer corretamente o GER em mais da metade do público no qual foram aplicadas, apresentando baixa acurácia.

Analisando as subestimativas e superestimativas, observou-se que na amostra total (figuras 25 e 26) e nos demais subgrupos estratificados pelo IMC (figuras 28,29, 31, 32, 34, 35, 37 e 38) e pelo %MGBIS (figuras 43, 44, 46, 47, 49 e 50), com exceção do subgrupo %MGBIS 1 (figuras 40 e 41), menos de 10% da amostra teve o GERp subestimado. Já, mais de 50% da amostra teve o GERp superestimado. Assim, as equações apresentaram tendência à superestimação.

O grupo %MGBIS 1 foi o único que apresentou mais de 10% da amostra com GERp subestimado, no caso, 20% pela equação de Owens. No que se refere a superestimativas, foi o único grupo com menos de 50% da amostra com GERp superestimado, no caso, 47% da amostra pelas equações de Owens e Mifflin-St Jeor. Mesmo assim, o percentual da amostra cujos valores de GERp levaram a superestimação foi muito superior àquele percentual cujos valores de GERp resultaram em subestimação. Dessa forma, também se observa, nesse grupo, uma tendência das equações de predição superestimarem os valores de GER.

As equações de Ireton-Jones, FAO/WHO/ONU 2 e Frankenfield 1 foram as que apresentaram o maior percentual da amostra com valores de GERp superestimados, seja na amostra total ou nos subgrupos estratificados pelo IMC e pela %MGBIS.

No que se refere à análise da adequação das equações de predição do GER entre os subgrupos estratificados pelo IMC, observa-se que nos grupos subnutrido e eutrófico as porcentagens da amostra dentro dos limites de adequação, tendo em vista todas as equações de predição, foram em torno de 15% a 30%. Já para os subgrupos sobrepeso e obeso, esses percentuais aumentam discretamente para em torno de 20% a 40%.

Com relação à subestimação do GERp, observa-se que conforme aumenta a classificação pelo IMC maior é o número de equações que subestimam os valores de GER. No entanto, o percentual da amostra cujos valores de GERp são subestimados se mantém muito baixo entre os subgrupos, em torno de 5 a 10%.

Já para as superestimativas, todas as equações apresentaram percentuais elevados da amostra com GERp superestimando valores do GERm em todos os

subgrupos. Porém, com o aumento da classificação pelo IMC, menores são os percentuais da amostra que sofrem superestimação, mas, estes valores são altos em todos os subgrupos, sendo superiores a 50% da amostra para qualquer equação de predição em qualquer categoria do IMC.

No que se refere à análise da adequação das equações de predição do GER entre os subgrupos estratificados pelo %MGBIS, percebe-se que para a subgrupo %MGBIS 1 a maioria das equações de predição predizem adequadamente o GER em torno de 30% a 40% da amostra. Já para os demais subgrupos, esse número é ao redor de 20%.

Para as análises das subestimativas, observa-se que o subgrupo %MGBIS 3 é o com maior número de equações que subestimam o GER. Já ao que se refere ao percentual da amostra cujas equações de predição subestimam o GER, o subgrupo %MGBIS1 é o que possui os maiores valores e o subgrupo %MGBIS 4 os menores. No entanto, os valores percentuais da amostra cujo GER é subestimado pelas equações é bem baixo em todos os subgrupos e equações: de 2% a 10%.

No que se refere às superestimativas, todas as equações em todas as categorias de %MGBIS superestimaram o GER, sendo que para o subgrupo %MGBIS 1, a maioria das equações superestimou os valores de GER em torno de 40% da amostra. Para os demais subgrupos, esse valor foi ao redor de 70%. Mas, estes valores são altos em todos os subgrupos, sendo superiores a 45% da amostra para qualquer equação de predição em qualquer categoria.

A baixa adequação das equações de predição, seja na amostra total ou nos subgrupos classificados de acordo com o IMC ou %MGBIS, ocorre, provavelmente, porque as equações aqui analisadas apresentam em suas fórmulas variáveis de natureza antropométrica (peso e altura), não levando em consideração os diversos tipos de massas corporais (MLG, MG e MCC) que compõe o peso corporal. Além disso, foram desenvolvidas em público etnicamente distinto daquele ao qual foram aplicadas. Assim, como o GER depende dos tecidos que compõe a massa corporal total, cuja distribuição é afetada também por fatores étnicos, predizê-lo baseando-se apenas em variáveis antropométricas tem levado a baixos valores de

adequação (JOHNSTONE et al., 2005; HALL et al., 2011; HEYMSFIELD et al., 2012; PSOTA e CHEN, 2013; MACMURRAY et al., 2014).

Para Anjos et al (2013a), as equações de Schofield, Henry-Rees e Harris-Benedict também superestimaram os valores de GER mensurado por CI em indivíduos brasileiros de ambos os sexos, com idade média de 42,6 anos para os homens e 44,9 anos para as mulheres. Quando analisado nos subgrupos estratificados pelo IMC, assim como no presente estudo, as 3 equações de predição superestimaram o GER em todas as categorias.

Com relação à adequação das equações de predição, para Anjos et al (2013a), a equação de Schofield apresentou 0% da amostra masculina de 20 a 30 anos dentro dos limites de adequação, sendo seu correspondente para a amostra feminina em 10%. Comparando com os dados apresentados por esta tese para a amostra geral, independente do sexo, esse valor foi próximo a 15%, similar ao encontrado por Anjos. Já para a equação de Henry-Rees, esses valores foram de 21,2% para a amostra masculina de 20 a 30 anos e seu correspondente para a população feminina em 34,6%, sendo a equação com os melhores percentuais de adequação dentre as 3 analisadas. Para a presente tese, o valor correspondente na amostra geral foi próximo (30%) e a equação de Henry-Rees foi a segunda melhor dentre as 11 analisadas. Para a equação de Harris-Benedict, os respectivos valores, no estudo de Anjos, foram de 0% e 1,7%, para a amostra feminina e masculina, bem inferiores ao resultado apresentado pelo presente trabalho no que se refere à amostra geral (15%), muito provavelmente devido à maior faixa etária (20 a 40 anos) e ao perfil igualitário entre os tamanhos amostrais para os 3 últimos subgrupos do IMC, divergindo da amostra de Anjos.

A equação de Schofield (SCHOFIELD, 1985), recomendada para ser usada internacionalmente pela *World Health Organization*, também tem resultado em superestimação do GER em diversos outros estudos, tanto no Brasil como em regiões da Europa e Estados Unidos (MÜLLER et al., 2004; O'RIORDAN et al., 2010; MIYAKE et al., 2011; ANJOS et al., 2013; ROSADO et al., 2014; JÉSUS et al., 2015).

Uma provável causa da superestimação observada nessa equação, e também nas demais, é a utilização de amostras não representativas da população mundial, sendo em sua grande parte constituída por etnias europeias ou da América do Norte (SCHOFIELD, 1985).

Como já informado na sessão “Introdução”, a etnia influencia o GER e representa um grande fator de erro na aplicação das equações de predição desenvolvidas e recomendadas pela *World Health Organization* (WEIJS, 2008; ABE et al., 2012; MACMURRAY et al., 2014).

Henry e Rees, por outro lado, utilizaram como amostra pessoas que viviam em regiões tropicais para a formulação de suas equações de predição, pressupondo assim uma melhor representatividade das populações usualmente esquecidas (HENRY e REES, 1991). Dessa forma, as equações propostas pelos autores geraram resultados de GER mais baixos do que aqueles quando do uso da equação de Schofield, e de outras. Porém, ainda apresentaram baixa adequação no presente estudo, assim como observado por outras análises (WAHRLICH e ANJOS, 2011c; ANJOS et al., 2013; ROSADO et al., 2014; JÉSUS et al., 2015).

A equação de Harris-Benedict ainda é muito utilizada no cenário clínico. No entanto, sua capacidade de predição tem sido demonstrada como muito baixa por diversos estudos (FRANKENFIELD et al., 2005; TSENG et al., 2011; FRANKENFIELD, 2013; MILLER et al., 2013; SONG et al., 2014; WILLIS et al., 2015).

A equação de Owen (OWEN et al., 1986) foi a que obteve, nesse estudo, os melhores percentuais da amostra dentro dos limites de adequação, juntamente com a equação de Henry-Rees, dado corroborado pelo encontrado por Siervo et al (2003) mas distinto daquele apresentado por Frankenfield et al (2003) e Weijs (2008), para os quais a equação de Mifflin-St Jeor (MIFFLIN et al., 1990) seria a indicada para indivíduos norte americanos eutróficos, com sobrepeso e obesos.

Um estudo que analisou a acurácia de diversas equações em predizer o GER em indivíduos com obesidade obteve baixos resultados de adequação: a

grande maioria das equações predisse adequadamente o GER em menos de 30% da amostra e a de Owens, em particular, em menos de 20% (WILMS et al., 2010).

No presente estudo, para a mostra geral, a equação de Owens predisse adequadamente o GER em 36% da amostra e, para os obesos, em 41,5%. Essa divergência entre os dados encontrados é possivelmente devido ao fato de Wilms et al (2010) ter analisado indivíduos com grau de obesidade maior (grau III) do que aqueles analisados no atual trabalho. Dessa forma, a adequação da equação de Owens foi menor porque houve uma maior porcentagem da amostra com subestimação dos valores de GER quando comparado aos valores aqui apresentados.

Resultado parecido é observado no estudo de Willis et al (2015), no qual a equação de Owens esteve adequada em 73% da amostra masculina e em 51% da feminina, porém subestimou os valores de GER em 24% dos homens e em 44% das mulheres. Os percentuais de adequação são parecidos com os observados no presente estudo para o subgrupo obeso (independente do sexo). Novamente, os percentuais da amostra com subestimativa são maiores que os analisados nessa tese, exatamente porque o grupo analisado por Willis et al (2015) teve como IMC máximo 41kg/m^2 , valor bem acima da amostra aqui analisada.

Essa equação (OWEN et al, 1986) foi desenvolvida com indivíduos cuja classificação média do IMC foi próxima a do presente estudo, portanto, justifica-se sua melhora acurácia e menor subestimação do GER.

A equação de Ireton-Jones (IRETON-JONES, 1989), por sua vez, obteve os menores porcentagens da amostra dentro dos limites de adequação e os maiores percentuais com superestimativa. Provavelmente, teve sua acurácia muito baixa exatamente porque a mesma foi desenvolvida tendo como amostra indivíduos obesos internados para realização de cirurgia bariátrica cujo grau de obesidade foi muito superior ao do público aqui utilizado.

Um estudo desenvolvido com brasileiros obesos encontrou que a equação de Ireton-Jones resultava em grandes erros de estimativa a nível individual, com intervalos de confiança muito grandes, superestimando os valores de GER

(OLIVEIRA et al., 2012), resultado similar ao encontrado por Horie et al (2011) e Alves et al (2009).

A equação de WHO/FAO/ONU 1 e 2 foram baseadas em 7173 indivíduos adultos e foram publicadas em 1985. Porém, não está bem informado se obesos foram incluídos na base de dados, tão pouco sua porcentagem de representatividade.

Henry (2005) reexaminou os dados utilizados para o desenvolvimento das equações da WHO/FAO/ONU e concluiu que estas foram enviesadas pela presença de um grupo considerável de homens jovens italianos (1/4 da amostra). Esses homens eram soldados com melhor composição corporal e condição física que a média populacional e mundial. Isso, em sua opinião, seria o grande fator da baixa adequação observada quando do emprego dessa equação, bem como a sua grande capacidade de superestimar o GER (HASSOM et al., 2011; FRANKENFIELD et al., 2013; JÉSUS et al., 2015), como também observado na presente análise.

No que se refere às análises entre as variáveis geradas pelos dois equipamentos de bioimpedância elétrica (figuras 51 a 176; tabelas 10 a 18), observamos que tanto na amostra total como em todos os subgrupos estratificados pelo IMC e quase todos os estratificados pelo %MGBIS, todas as medidas fornecidas para cada variável gerada pela BIS e pela BIA apresentam-se significativamente diferentes. Assim sendo, os equipamentos não geram resultados iguais ou semelhantes para nenhuma das variáveis.

Tanto na amostra total (tabela 10, figuras 51 a 64) como em cada subgrupo estratificado pelo IMC (tabelas 11 a 14, figuras 65 a 120) e por %MGBIS (tabelas 15 a 18, figuras 121 a 176), a variável mais concordante de acordo com o ICC foi a R e as menos concordantes foram o AF e a MG.

De acordo com as análises de Bland-Altman, tanto na amostra total como nos subgrupos estratificados pelo IMC e pelo %MG (a exceção do %MGBIS 1: R e MCC), a maior média da diferença entre os dois equipamentos ocorreu para a variável MLG e R. Já a menor média das diferenças, tanto para a amostra total

como para os subgrupos estratificados pelo IMC e pelo %MGBIS, ocorreu para a variável AF e em alguns subgrupos também para as variáveis MCC, MG e Xc.

As superestimativas da BIA frente a BIS, tanto na amostra total como nos subgrupos estratificados pelo IMC e pelo %MGBIS, ocorreu para a ACT e MLG. Já as subestimativas se concentraram, tanto na amostra total como nos subgrupos estratificados pelo IMC e pelo %MGBIS, nas variáveis MG, AF, R e Xc.

As correlações entre os dados gerados pela BIS e pela BIA, tanto na amostra total como nos subgrupos estratificados pelo IMC e pelo %MGBIS, foram elevadas, demonstrando que apesar de não concordantes, as medidas se correlacionam de forma forte. As maiores correlações ocorreram para as variáveis R e ACT e as menores para a MLG e MCC, na amostra total e estratificada pelo IMC, e para Xc e MG nos subgrupos estratificados pelo %MGBIS.

Fazendo uma análise intragrupo no que se refere aos subgrupos estratificados pelo IMC, observa-se nos gráficos gerados por Bland-Altman que a média das diferenças entre as variáveis analisadas por BIA e BIS aumenta como o aumento do IMC: para MLG temos uma diferença de 4,1 kg, 5,8 kg, 10 kg e 18 kg; para R temos uma diferença de 5,1 ohm, 2,5 ohm, 4,1 ohm e 4,6 ohm; da menor para a maior classificação por IMC, respectivamente. O mesmo ocorrendo para os subgrupos estratificados pelo %MGBIS: para a MLG temos uma diferença de 1,3 kg, 5,7 kg, 8,1 kg e 16 kg; para R temos uma diferença de 6,1 ohm, 3,4 ohm, 3,9 ohm e 4,6 ohm; da menor para a maior classificação por %MGBIS, respectivamente.

Quando comparado as análises por Bland-Altman entre os subgrupos estratificados pelo IMC com aqueles classificados pelo %MGBIS, observa-se que a média das diferenças entre as análises de BIS e BIA é maior para quase todas as variáveis nos grupos categorizados pela composição corporal. O mesmo ocorre para os coeficientes de correlação entre os dados gerados por BIA e BIS: para quase todas as variáveis, os maiores coeficientes de correlação encontram-se nos grupos estratificados pelo %MGBIS. Assim, percebe-se que a classificação pela composição corporal apresenta subgrupos mais homogêneos do que quando da classificação por IMC.

Da mesma forma, como nos dados apresentados por essa tese, Raimann et al (2014) e Furstenberg et al (2011) apresentaram menor precisão da BIA no que diz respeito à superestimação das massas mais hidratadas, como o caso da massa livre de gordura, e melhor acurácia da BIS para avaliar o conteúdo de água corporal. No caso desses dois projetos, as discordâncias foram maiores devido ao público alvo possuir desequilíbrio hídrico (pacientes com doença renal), o que não estava presente na amostra aqui avaliada. Porém, as divergências entre os dois equipamentos ainda assim foram passíveis de observação e consideravelmente grandes.

Seoane et al (2015) também encontrou que a análise de fluidos corporais gerada pela BIS e BIA são fortemente correlacionadas, porém, que a concordância entre ambas também seria forte, discordando dos achados nessa tese. Para Seoane et al (2015), as diferenças existentes entre os valores gerados por BIS e BIA são pequenas. A BIS, em sua visão, não seria suficientemente vantajosa frente à BIA, salvo em caso de avaliações em situações de desequilíbrio hídrico, como pacientes renais.

Essa visão não se confirma na presente tese, na qual observou-se, não para os fluidos corporais, mas para as massas corporais avaliadas, diferenças de até 18 quilos, o que, em termos clínicos, é algo considerável e que não pode ser desprezado.

Essas conclusões divergentes podem estar relacionadas às equações aplicadas para mensuração dos tecidos por meio dos dados de ACT, AE e AI avaliados pelos equipamentos de BIA e BIS. Uma vez que Seoane et al (2015) e outros (YORK et al., 2009; GAW et al., 2011) encontraram que a AE pode ser medida de forma acurada a qualquer frequência abaixo de 20 kHz e que a ACT pode ser medida de forma equivalente em qualquer frequência acima de 140 kHz. Dessa forma, a extrapolação a frequências mais altas, providas apenas pela BIS, não geraria dados mais fidedignos. Assim, restam como parâmetros de divergência as equações utilizadas pelos equipamentos para predição das massas corporais. Porém, o acesso a tal informação não foi possível, uma vez que os fabricantes não disponibilizaram tais dados.

7. LIMITAÇÕES

7.1 Tamanho amostral

Para o presente estudo, no que se refere ao angariamento de voluntários, houve grande dificuldade para obtenção de indivíduos subnutridos saudáveis, ou seja, que não possuíssem nenhum dos critérios de exclusão mencionados na sessão “Metodologia”.

Isso se deve, como já justificado anteriormente, à baixa prevalência de indivíduos com $IMC < 18,5 \text{ kg/m}^2$, com ausência de patologias, no Brasil, em especial na região sudeste (IBGE, 2010).

O baixo tamanho amostral, tanto de voluntários subnutridos como daqueles com %MGBIS1, foram fatores limitantes para o desenvolvimento de equações para esses grupos, uma vez que o método estatístico e matemático requer um número mínimo de amostras para ser implementado com qualidade.

No que se refere ao desenvolvimento de equações para os demais grupos, apesar de um tamanho amostral superior ao logrado para os grupos subnutrido e %MGBIS1, ainda assim mostrou-se insuficiente para o alcance de um R^2 considerado adequado para aplicação no cenário clínico (R^2 entre 0,50 e 0,70). Vale ressaltar que para o desenvolvimento de equações de predição, o tamanho amostral influencia fortemente na qualidade dos dados gerados.

Porém, análises estatísticas outras, como o emprego de metodologias diferentes para o desenvolvimento das equações de predição, que não o método *Stepwise*, ainda podem ser utilizadas na avaliação dos dados, com a possibilidade de melhora das predições.

Tendo em vista o prazo para o desenvolvimento e conclusão do projeto, não houve tempo adicional para reiniciar-se a coleta de mais voluntários visando uma melhora no desenvolvimento das equações de predição. No entanto, o tamanho amostral não inviabilizou as demais análises e resultados aqui, tão pouco responder aos objetivos propostos.

7.2 CI e suas limitações

A CI é um exame de grande custo, seja para adquirir o equipamento, seja para sua manutenção. Além disso, necessita de profissionais treinados para o seu correto manuseio e interpretação dos resultados, além da colaboração adequada do paciente para a correta mensuração do GER.

No presente estudo, o profissional aplicador do procedimento foi o mesmo durante todo projeto e também o responsável pelas análises e cálculos realizados, sendo treinado para tal, dessa forma reduzindo possíveis vieses.

A colaboração dos sujeitos foi vigiada durante toda a realização do exame e posteriormente confirmada através das mensurações de VO_2 , VCO_2 e RQ.

Para a mensuração correta do GER por CI necessita-se que os pressupostos básicos sejam respeitados. Esses pressupostos foram bem descritos na sessão “Metodologia”, quando do preparo para o exame de CI, bem como quando dos fatores de exclusão.

Porém, assume-se aqui que a verificação dos critérios de exclusão bem como do preparo ocorreu apenas na forma de entrevista: não foram utilizados exames bioquímicos ou registros médicos. Tal escolha ocorreu devido a restrições orçamentárias. Contudo, procedeu-se a verificação dos critérios de inclusão, exclusão e preparo para coleta em 4 períodos: quando do angariamento para participação no estudo, 1 semana antes da realização da coleta, 2 dias antes e no momento da coleta. Dessa forma, pretendeu-se reduzir as limitações do método de triagem utilizado por meio do cruzamento das informações fornecidas. Sujeitos cujos dados foram inconsistentes, quando das 4 entrevistas, foram excluídos.

Vazamento de gases pela máscara devem ser evitados porque comprometem a qualidade e acurácia dos dados. Neste estudo, tal fato foi evitado por meio de teste realizado antes do início da CI, observando-se o vazamento ou não de gases. Quando do vazamento, reposicionamento da máscara e uso de fitas adesivas eram empregados.

O desconforto causado pela máscara também é um fator limitante da CI e, mais precisamente, do tipo de equipamento empregado. Para diminuir tal efeito, os voluntários experimentavam a máscara antes mesmo do início da aplicação dos questionários visando se acostumarem com o acessório.

Equipamentos para mensuração do GER por CI em indivíduos com respiração espontânea são menores, pois não possuem uma câmara para mistura de gases, porém geram resultados menos estáveis do que aparelhos com câmara de mistura de gases (OSHIMA et al., 2016).

Três componentes do *hardware* desempenham um papel importante: os analisadores de O₂ e CO₂ e o medidor de vazão. Sua acurácia, precisão e reprodutibilidade são críticas para CI e são influenciadas por fatores tais como manutenção e calibração adequados. Além disso, o tempo de reação dos analisadores de gás é importante: a confiabilidade do *software* para sincronizar os sinais dos analisadores de gás e o medidor de vazão expiratório, permitindo cálculos contínuos, se faz necessário para precisão dos dados, uma vez que pequenos erros no alinhamento das informações adquiridas podem levar a grandes diferenças nos resultados (OSHIMA et al., 2016). No presente estudo, tais fatores limitantes foram diminuídos pela correta manutenção do equipamento e pela calibração automática e manual.

7.3 BIS e suas limitações

Um dos grandes limitantes da BIS (e BIA) na avaliação da composição corporal é a suposição de que o corpo é um condutor de tamanho uniforme e com geometria e composição constantes. A partir dessa suposição são obtidos os dados bioelétricos (os quais são utilizados para posterior obtenção dos dados biológicos de composição corporal, especialmente a ACT) e suas relações com o formato e tamanho do corpo (KYLE et al., 2004a; LUKASKI, 2013).

Esse pressuposto de que o corpo humano é um cilindro único e simétrico com composição homogênea e área de secção transversal uniforme não é fisiologicamente preciso, uma vez que o corpo humano é melhor descrito como sendo constituído por 5 cilindros distintos: 2 braços, 1 tronco e 2 pernas (JAFFRIN

e MOREL, 2008). Além disso, o tronco contribui muito pouco para a resistência do corpo inteiro (~ 10%), mas possui um volume de condução substancial (~ 50%) (KYLE et al., 2004a; SHAFERET al., 2009).

Pressupõe-se que qualquer alteração no volume de fluido ou adiposidade na região do tronco terá uma influência menor nas medidas analisadas, já que possui grande volume, mas pouca contribuição para a resistência total corporal. Esses pressupostos são provavelmente violados na obesidade e condições associadas à sobrecarga de líquidos (KYLE et al, 2004b).

Somado a isso, a MLG é usualmente derivada da ACT: segue-se outro pressuposto, o de que a MLG é constantemente hidratada em 73,2% (JAFFRIN e MOREL, 2008). Porém, a hidratação da MLG demonstrou ser significativamente maior em indivíduos com obesidade (LEVITT et al., 2010) e sobrecarga de líquidos (RAIMANN et al., 2014).

Valores fixos para resistividade específica dos compartimentos AE e AI e constantes para densidade e forma corporal são utilizados nas equações presentes nos equipamentos de BIS. Estas constantes são apropriadas para vários formatos e tipos de composição corporal, mas tem-se provado não ser real em indivíduos com grande %MG ou desequilíbrio de fluidos (COX-REIJVEN e SOETERS, 2000; MAGER et al., 2008), nos quais as superestimação da MLG e ACT, quando comparado a métodos padrão outro, aumenta positivamente com a maior adiposidade apresentada.

8. CONCLUSÕES

Foram desenvolvidas 2 equações para a amostra total, uma para cada sexo, e uma equação para cada sexo em cada subgrupo de IMC e %MGBIS, a exceção dos grupos subnutrido e %MGBIS 1, uma vez que o baixo número de indivíduos representantes dessas duas categorias impossibilitou o desenvolvimento das fórmulas.

As equações para a amostra total apresentaram maior R^2 , provavelmente devido ao maior número amostral utilizado para desenvolvê-las. Porém, todas as equações apresentaram R^2 abaixo de 0,50, o que limita seu uso na prática clínica.

Tal resultado pode ser atribuído a um tamanho amostral insuficiente ao desenvolvimento de equações de predição de melhor qualidade ou a escolha do método estatístico de análise dos dados. Nova abordagem para o desenvolvimento de equações a partir dos dados coletados será utilizada visando melhora de sua acurácia.

No que se refere à correlação das variáveis epidemiológicas, antropométricas e de composição corporal com o GER, observou-se que na amostra total, em ambos os sexos, as maiores correlações ocorreram para o peso, IMC, MG e MTA.

As equações de predição do GER mais usuais apresentaram baixa acurácia, uma vez que nenhuma foi capaz de predizer o GER de forma adequada em 50% ou mais da amostra, seja na amostra total ou nos subgrupos estratificados.

Todas as equações tenderam a superestimar os valores de GER e subestimativas aconteceram em pequeno percentual. Dentre as fórmulas analisadas, as equações de Owens, Henry-Rees e Livingston-Kohlstadt 2 foram as que apresentaram maior percentual da amostra dentro dos limites de adequação e as Ireton-Jones, FAO/WHO/ONU 2 e Frankenfield 1 as que resultaram os menores percentuais.

Na análise de concordância entre as classificações do estado nutricional por meio do IMC e dos %MG gerados por BIA e BIS, observa-se uma maior concordância em nível de obesidade. O IMC tende a classificar os indivíduos um ou mais níveis abaixo daquele logrado pela utilização do %MGBIS e a classificação por %MGBIA, por sua vez, resulta em um nível abaixo daquele quando do uso da classificação por %MGBIS. Dessa forma, IMC e %MGBIA subestimam a classificação do estado nutricional quando comparados à classificação por %MGBIS.

Nas análises de concordância entre os dados gerados por BIS e BIA, todos foram significativamente diferentes na amostra total e em todos os subgrupos analisados. Assim, observamos que o tamanho corporal aparece como um fator de confusão na distinção de massas corporais analisadas por BIA, uma vez que o

quanto maior o IMC ou %MGBIS maiores são os vieses entre as análises de BIA e BIS. Porém, a distribuição e a quantidade de água corporal total é um fator limitante de maior força para a BIA, já que as maiores diferenças, tanto para a amostra total como para os subgrupos estratificados por IMC ou pelo %MGBIS, ocorre para as variáveis ACT e MLG, o tecido mais hidratado dentre aqueles avaliados por bioimpedância elétrica.

Estas informações corroboram para a necessidade do desenvolvimento de equações de predição de GER mais acuradas para a população brasileira, bem como o uso correto das já existentes, tendo em vista seus fatores limitantes e sua baixa adequação.

Além disso, pontua-se a classificação incorreta do estado nutricional por meio da aplicação do IMC ou da análise de composição corporal BIA, tendo em vista as subestimativas geradas e os fatores limitantes, mesmo em indivíduos saudáveis. Alerta-se para vieses ainda piores quando da avaliação de indivíduos portadores de patologias, principalmente àquelas relacionadas ao desbalanço hídrico, à grande adiposidade e à composição corporal anômala.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE, T.; BEMBEN, M. G.; KONDO, M. et al. Comparison of skeletal muscle mass to fat-free mass ratios among different ethnic groups. **J Nutr Health Aging.**, v. 16, n. 6, p. 534 – 538, 2012.

ADZIKA NSATIMBA, P. A.; PATHAK, K.; SOARES, M. J. Ethnic differences in resting metabolic rate, respiratory quotient and body temperature: a comparison of Africans and European Australians. **Eur J Nutr.**, v. 55, p. 1831 - 1838, 2015.

ANJOS, L. A.; TEIXEIRA, F. C.; WAHRLICH, V. et al. Body fat percentage and body mass index in a probability sample of an adult urban population in Brazil. **Cad. Saúde Pública.**, v. 29, p. 73 - 81, 2013b.

ANJOS, L. A.; WAHRLICH, V.; VASCONCELLOS, M. T. L. BMR in a Brazilian adult probability sample: the Nutrition, Physical Activity and Health Survey. **Public Health Nutr.**, v. 17, p. 853 – 860, 2013a.

ALVES, V. G.; DA ROCHA, E. E.; GONZALEZ, M. C. et al. Assesement of resting energy expenditure of obese patients: Comparison of indirect calorimetry with formulae. **Clin Nutr.**, v. 3, p. 299 – 304, 2009.

BYRNE, N. M.; HILLS, A. P.; HUNTER, G. R. et al. Metabolic equivalent: one size does not fit all. **J Appl Physiol.**, v. 3, p. 1112 – 1119, 2005.

BOSY-WESTPHAL, A.; WOLF, A.; BUHRENS, F. et al. Familial influences and obesity-associated metabolic risk factors contribute to the variation in resting energy expenditure: the Kiel Obesity Prevention Study. **Am J Clin Nutr.**, v. 6, p. 1695 – 1701, 2008.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **National Diabetes Prevention Program**, 2012. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/diabetes/prevention/index.htm>>. Acesso em: 01 out. 2015.

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

COX-REIJVEN, P. L.; SOETERS, P. B. Validation of bio-impedance spectroscopy: effects of degree of obesity and ways of calculating volumes from measured resistance values. **Int J Obes Relat Metab Disord.**, v. 24, p. 271 – 280, 2000.

DURMIĆ, T.; DJELIĆ, M.; SUZIĆ LAZIĆ, J.; et al. Insights into body composition adaptation: should we reconsider the use of body mass index in some sports? **J. Sports Med. Phys. Fitness.**, 2015.

FIACCADORI, E.; MORABITO, S.; CABASSI, A.; REGOLISTI, G. Body cell mass evaluation in critically ill patients: killing two birds with one stone. **Critical Care.**, v. 18, n. 3, p. 139, 2014.

FIACCADORI, E.; REGOLISTI, G.; MAGGIORE, U. Specialized nutritional support interventions in critically ill patients on renal replacement therapy. **Curr Opin Clin Nutr Metab Care.**, v. 16, p. 217 – 224, 2013.

FRANKENFIELD, D. C.; ROWE, W. A.; SMITH, J. S. et al. Validation of several established equations for resting metabolic rate in obese and nonobese people. **Journal of the American Dietetic Association**, vol. 103, p. 1152 - 1159, 2003.

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

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

FINKELSTEIN, E. A.; FIEBELKORN, I. C.; WANG, G. State-level estimates of annual medical expenditures attributable to obesity. **Obes Res.**, v. 12, p. 18–24, 2004.

FURSTENBERG, A.; DAVENPORT, A. Comparison of multifrequency bioelectrical impedance analysis and dual-energy X-ray absorptiometry assessments in outpatient hemodialysis patients. **Am J Kidney Dis.**, v. 57, p. 123 – 129, 2011.

GALLAGHER, D.; HEYMSFIELD, S. B.; HEO, M.; et al. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 3, p. 694 - 701, 2000.

GAW, R.; BOX, R.; CORNISH, B. Bioimpedance in the assessment of unilateral lymphedema of a limb: the optimal frequency. **Lymphatic Research and Biology.**, v. 9, n. 2, p. 93 – 99, 2011.

HALL, K. D.; SACKS, G.; CHANDRAMOHAN, D.; CHOW, C. C. et al. Quantification of the effect of energy imbalance on bodyweight. **Lancet.**, v. 378, n. 9793, p. 826 – 837, 2011.

HARRIS, J. A.; BENEDICT, F. G. A biometric study of human basal metabolism. **Proc Natl Acad Sci USA.**, v. 4, n. 370 – 373, 1918.

HASSON, R. E.; HOWE, C. A.; JONES, B. L. et al. Accuracy of four resting metabolic rate prediction formulas: effects of sex, body mass index, age, and race/ethnicity. **J Sci Med Sport.**, v. 14, p. 344 - 351, 2011.

HENRY, C. J. K. Basal metabolic rate studies in humans: measurement and development of a new equation. **Public Health Nutr.**, v. 8, p. 1133 – 1152, 2005.

HENRY, C. J.; REES, D. G. New predictive equations for the estimation of basal metabolic rate in tropical peoples. **Eur J Clin Nutr.**, v. 45, n. 4, p. 1777 – 1785, 1991.

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

HEYMSFIELD, S. B.; THOMAS, D.; BOSY-WESTPHAL, A. et al. Evolving Concepts on Adjusting Human Resting Energy Expenditure Measurements for Body Size. **Obes Rev.**, v. 13, p. 1001 – 1014, 2012.

HEYMSFIELD, S. B. Anthropometric measurements: application in hospitalized patients. **Infusionstherapie.**, v. 17, p. 48 - 51, 1990.

HORIE, L. M.; GONZALEZ, M. C.; TORRINHAS, R. S. et al. New specific equation to estimate resting energy expenditure in severely obese patients. **Obesity.**, v. 19, p. 1090 – 1094, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009** – POF. Rio de Janeiro, 2010.

IRETON-JONES, C. S. Evaluation of energy expenditures in obese patients. **Nutr Clin Pract.**, v. 4, n. 4, p. 127 – 129, 1989.

ISMAEL, S.; SAVALLE, M.; TRIVIN, C.; et al. The consequences of sudden fluid shift on body composition in critically ill patients. **Crit Care.**, v. 18, n. 2, 2014.

JAFFRIN, M. Y.; MOREL, H. Body fluid volumes measurements by impedance: a review of bioimpedance spectroscopy (BIS) and bioimpedance analysis (BIA) methods. **Med Eng Phys.**, v. 30, p.1257 – 1269, 2008.

JOHNSTONE, A. M.; MURISON, S. D.; DUNCAN, J. S.; et al. Factors influencing variation in basal metabolic rate include fat-free mass, fat mass, age and circulating thyroxine but not sex, circulating leptin, or triiodothyronine. **Am J Clin Nutr.**, v. 82, p. 941 - 948, 2005.

JOINT, F. A. O. et al. Energy and protein requirements: Report of a joint FAO/WHO/UNU expert Consultation. **Energy and Protein Requirements: Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation.**, 1985.

JÉSUS, P.; ACHAMRAH, N.; GRIGIONI, S. 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. **Clinical Nutrition.**, v. 34, p. 529 – 535, 2015.

KAGAWA, M.; KERR, D.; UCHIDA, H. et al. Differences in the relationship between BMI and percentage body fat between Japanese and Australian-Caucasian young men. **Br. J. Nutr.**, v. 95, p. 1002 – 1007, 2006.

KORTH, O.; BOSY-WESTPHAL, A.; ZSCHOCHE, P.; et al. Influence of methods used in body composition analysis on the prediction of resting energy expenditure. **Eur J Clin Nutr.**, v. 61, p. 582 - 589, 2007.

KRÜGER, R. L.; LOPES, A. L.; GROSS, J. S.; et al. Validação de equações de predição da taxa metabólica basal em sujeitos eutróficos e obesos. **Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.**, v. 17, n. 1, 2015.

KYLE, U. G.; BOSAEUS, I.; DE LORENZO, A. D.; et al. Bioelectrical impedance analysis – parte I: utilización in clinical practice. **ESPEN Guidelines.**, v. 23, 1430 - 1453, 2004a.

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

KYLE, U. G.; GENTON, L.; MENTHA, G.; et al. Reliable bioelectrical impedance analysis estimate of fat-free mass in liver, lung and heart transplant patients. **JPEN.**, v. 25, p. 45 – 51, 2001.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. **Biometrics.**, v. 33, n. 1, p. 159 – 174, 1977.

LEVITT, D. G.; BECKMAN, L. M.; MAGER, J. R. et al. Comparison of DXA and water measurements of body fat following gastric bypass surgery and a

physiological model of body water, fat, and muscle composition. **J Appl Physiol.**, v.109, p. 786 – 795, 2010.

LIVINGSTON, E. H.; KOHLSTADT, I. Simplified resting metabolic rate-predicting formulas for normal-sized and obese individuals. **Obes Res.**, v. 13, p. 255 – 262, 2005.

LUKASKI, HC. Evolution of bioimpedance: a circuitous journey from estimation of physiological function to assessment of body composition and a return to clinical research. . **Eur. J. Clin. Nutr.**, v. 67, 2013.

MACMURRAY, R. G.; SOARES, J.; CASPERSEN, C. J.; et al. Examining Variations of Resting Metabolic Rate of Adults: A Public Health Perspective. **Med Sci Sports Exerc.**, v. 46, n. 7, p. 1352 – 1358, 2014.

MAGER, J. R.; SIBLEY, S. D.; BECKMAN, T. R. et al. Multifrequency bioelectrical impedance analysis and bioimpedance spectroscopy for monitoring fluid and body cell mass changes after gastric bypass surgery. **Clin Nutr.**, v. 27, p. 832 – 841, 2008.

MAFRA, D.; FARAGE, N. E. O Papel do Tecido Adiposo na Doença Renal Crônica. **J Bras Nefrol.**, v. 28, p. 108 - 113, 2006.

MELZER, K.; LAURIE KARSEGARD, V.; GENTON, L. et al. Comparison of equations for estimating resting metabolic rate in healthy subjects over 70 years of age. **Clin Nutr.**, v. 4, p. 498 – 505, 2007.

MIYAKE, R.; TANAKA, S.; OHKAWARA K et al. Validity of predictive equations for basal metabolic rate in Japanese adults. **J Nutr Sci Vitaminol.**, v. 57, p. 224 – 232, 2011.

MCDONIEL, S. O. A systematic review on use of a handheld indirect calorimeter to assess energy needs in adults and children. **Int J Sport Nutr.**, v. 17, p. 491 - 500, 2007.

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

MILLER, S. B. S.; MILLIRON, B. J.; WOOLF, K. Common Prediction Equations Overestimate Measured Resting Metabolic Rate in Young Hispanic Women. **Top Clin Nutr.**, v. 28, n. 2, p. 120 – 135, 2013.

MULASI, U.; KUCHNIA, A. J.; COLE, A. J. et al. Bioimpedance at the Bedside: Current Applications, Limitations, and Opportunities. **Nutrition in Clinical Practice.**, v. 30, p. 180 – 193, 2015.

MULLER, M. J.; BOSY-WESTPHAL, A.; KUTZNER, D. et al Metabolically active components of fat-free mass and resting energy expenditure in humans: recent lessons from imaging technologies. **Obes Rev.**, v. 3, p. 113 – 122, 2002.

MÜLLER, M. J.; BOSY-WESTPHAL, A.; KLAUS, S.; et al. World Health Organization equations have shortcomings for predicting resting energy expenditure in persons from a modern, affluent population: generation of a new reference standard from a retrospective analysis of a german database of resting energy expenditure. **Am J Clin Nutr.**, v. 80, p. 1379 - 1390, 2004.

NGUYEN, T. T.; ADAIR, L. S.; HE, K. et al. Optimal cutoff values for overweight: using body mass index to predict incidence of hypertension in 18- to 65-year-old Chinese adults. **J. Nutr.**, v. 138, p. 1377 – 1382, 2008.

NIELSEN, S.; HENSRUD, D. D.; ROMANSKI, S.; et al. Body composition and resting energy expenditure in humans: role of fat, fat-free mass and extracellular fluid. **Int J Obes.**, v. 24, p.1153 - 1157, 2000.

OLIVEIRA, B. A. P.; NICOLETTI, C. F.; GARDIM, C. B.; ANDRADE, V. L.; et al. Comparisons between predictive equations of resting metabolic rate and indirect calorimetry in obese teenagers. **Rev. Chil. Nutr.**, v. 41, n. 2, 2014.

OLIVEIRA, F. C.; ALVES, R. D.; ZUCONI, C. P.; et al. Agreement between different methods and predictive equations for resting energy expenditure in overweight and obese Brazilian men. **J Acad Nutr Diet.**, v. 112, p. 1415 - 1420, 2012.

O'RIORDAN, C. F.; METCALF, B. S.; PERKINS, J. M. et al. Reliability of energy expenditure prediction equations in the weight management clinic. **The British Dietetic Association Ltd. J Hum Nutr Diet.**, v. 23, p. 169 – 175, 2010.

OSHIMA, T.; BERGER, M. M.; WAELE, E. et al. Indirect calorimetry in nutritional therapy. A position paper by the ICALIC study group. **Clin. Nutr.**, p. 1 – 12, 2016.

OWEN, O. E.; HOLUP, J. L.; D'ALESSIO, D. A.; et al. A reappraisal of the caloric requirements of men. **Am J Clin Nutr.**, v. 46, p. 875 – 885, 1986.

PETRI, C.; MASCHERINI, G.; BINI, V.; et al. Integrated total body composition versus Body Mass Index in young athletes. **Minerva Pediatr.**, 2016.

PSOTA, T.; CHEN, K. Y. Measuring energy expenditure in clinical populations rewards and challenges. **Eur J Clin Nutr.**, v. 67, p. 436 – 442, 2013.

RAIMANN, J. G.; ZHU, F.; WANG, J.; et al. Comparison of fluid volume estimates in chronic hemodialysis patients by bioimpedance, direct isotopic, and dilution methods. **Kidney Int.**, v. 4, p. 898 – 908, 2014.

RAO, Z. Y.; WU, X. T.; LIANG, B. M.; et al. Comparison of five formulas for estimating resting energy expenditure in Chinese young, normal weight healthy adults. **Eur J Med Res.**, v. 11, p. 17 - 26, 2012.

RAZAK, F.; ANAND, S. S.; SHANNON, H. et al. Defining obesity cut points in a multiethnic population. **Circulation.**, v. 115, p. 2111- 2118, 2007.

ROCCO, J. R. *Semiologia Médica*. **Elsevier.**, 1 ed, Rio de Janeiro, p. 137, 2010.

RODRIGUES, A. E.; MANCINI, M. C.; DALCANALE, L. et al. Characterization of metabolic resting rate and proposal of a new equation for a female Brazilian population. **Arquivos brasileiros de endocrinologia e metabologia.**, 2010.

ROMERO-CORRAL, A.; SOMERS, V. K.; SIERRA-JOHNSON, J. et al. Accuracy of body mass index in diagnosing obesity in the adult general population. **Int. J. Obes.**, v. 32, p. 959 – 966, 2008.

ROZA, A. M.; SHIZGAL, H. M. The Harris Benedict equation reevaluated: resting energy requirements and the body cell mass. **Am J Clin Nutr.**, v. 40, p. 168, 1984.

RUSH, E. C.; GOEDECKE, J. H.; JENNINGS, C. BMI, fat and muscle differences in urban women of five ethnicities from two countries. **Int. J. Obes.**, v. 31, p. 1232 – 1239, 2007.

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

SÁNCHEZ-CASTILLO, C.P.; VELÁZQUEZ-MONROY, O.; BERBER, A. et al. Anthropometric cutoff points for predicting chronic diseases in the Mexican National Health Survey 2000. **Obes. Res.**, v. 11, p. 442 – 451, 2003.

SEOANE, F.; ABTAHI, S.; ABTAHI, F. Mean Expected Error in Prediction of total Body Water: A True Accuracy Comparison between Bioimpedance Spectroscopy and Single Frequency Regression Equations. **BioMed. Research International**, p. 1 – 11 2015.

SIERVO, M.; BOSCHI, V.; FALCONI, C. Which REE prediction equation should we use in normal-weight, overweight and obese women? **Clinical Nutrition**, v. 22, p. 193 - 204, 2003.

SINGER, P.; SINGER, J. Clinical Guide for the Use of Metabolic Carts: Indirect Calorimetry—No Longer the Orphan of Energy Estimation. **Nutrition in Clinical Practice.**, v. 31, p. 30 -38, 2016.

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

SHAFFER, K. J.; SIDERS, W. A.; JOHNSON L. K. et al. Validity of segmental multiple-frequency bioelectrical impedance analysis to estimate body composition of adults across a range of body mass indexes. **Nutrition.**, v. 25, p. 25 – 32, 2009.

SONG, T.; VENKATARAMAN, K.; GLUCKMAN, P.; et al. Validation of prediction equations for resting energy expenditure in Singaporean Chinese men. **Obesity Research & Clinical Practice.**, v. 8, p. 283 – 290, 2014.

SUND-LEVANDER, M.; FORSBERG, M. C.; WAHREN, L. K. Normal oral, rectal, tympanic and axillary body temperature in adult men and women: a systematic literature review. **Scand J Caring Sci.**, v. 2, p. 122 – 128, 2002.

TAMAYO-OROZCO, J.; TLATOA-RAMÍREZ, H.; VELÁZQUEZ-VERDUZCO, A., et al. Body Composition Analysis Applied to Different Sports Practices: Focus in Perspectives for Research and Clinical Outcomes in Regular, Elite, and Professional High-Performance Athletes. **J. Clin. Densitom.**, v. 1, n. 2, 2016.

TERUEL-BRIONES, J. L.; FERNÁNDEZ-LUCAS, M.; RUIZ-ROSO, G.; et al. Analysis of concordance between the bioelectrical impedance vector analysis and the bioelectrical impedance spectroscopy in haemodialysis patients. **Nefrologia.**, v. 3, p. 389 – 395, 2012.

TRUMBO, P.; et al. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. **Journal of the American Dietetic Association.**, v. 102, n. 11, p. 1621 - 1630, 2002.

TSENG, C. K.; HSU, H. S.; HO, C.; et al. Predictive formula of resting energy expenditure in obese adult Taiwanese. **Obes Res Clin Pract.**, v. 5, p 313 - 319, 2011.

VOLP, A. C. P.; OLIVEIRA, E. F. C.; ALVES, M. R. D.; et al. Energy expenditure components and evaluation methods. **Nurición Hospitalaria.**, v. 26, n. 3, 2011.

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

WAHRLICH, V.; ANJOS, L. A. Validação de equações de predição da taxa metabólica basal em mulheres residentes em Porto Alegre, RS, Brasil. **Rev Saúde Pública.**, v. 35, p. 39 - 45, 2001a.

WAHRLICH V.; ANJOS, L. A. Basal metabolic rate of men and women living in tropical and temperate regions of Brazil. **Ann Nutr Metabol.**, v.45, p. 169, 2001c.

WANG, L. Weight discrimination: one size fits all remedy? **Yale L J.**, v. 117, n. 8, p 1900 – 1945, 2008.

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

WILLIS, E. A.; HERRMANN, S. D.; PTOMEY, L. T.; et al. Predicting energy expenditure in young adults. **Obes Res Clin Pract.**, v. 10, p. 304 – 314, 2015.

WILMS, B.; SCHMID, S. M.; ERNST, B. et al. Poor prediction of resting energy expenditure in obese women by established equations. **Metabolism Clinical and Experimental**, v. 59, p. 1181 – 1189, 2010.

WORD HEALTH ORGANIZATION. **Physical status: the use and interpretation of anthropometry.** Report of a WHO Expert Committee., 1996.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Obesity: preventing and managing the global epidemic. **WHO Technical Report Series**, 2000.

WRIGHT, T. G.; DAWSON, B.; JALLEH, G.; et al. Accuracy of resting metabolic rate prediction in overweight and obese Australian adults. **Obes Res Clin Pract.**, 2015.

YORK, S. I.; WARD, L. C.; CZERNIEC, S. et al. Single frequency versus bioimpedance spectroscopy for the assessment of lymphedema. **Breast Cancer Research and Treatment.**, v. 117, n. 1, p. 177 – 182, 2009.

10. ANEXOS

10.1 Questionário de dados pessoais, clínicos e de verificação da realização do pré-preparo para coleta

Número da coleta:	Data da coleta:		
Nome completo:			
CPF:	RG:	Nacionalidade:	
Sexo: Feminino () Masculino ()			
Data de nascimento: ____/____/____ Idade:			
Profissão:		Grau de escolaridade:	
Telefones: Residencial:()		Celular:()	
Endereço eletrônico:			
Endereço: Rua:		Número:	
Complemento:		Bairro:	
Cidade:		Estado:	País:
CEP:			
Presença de patologias atuais:			
Antecedentes pessoais:			
Cirurgias realizadas:			
Ficou doente nos últimos 15-30 dias? SIM () NÃO () doença:			
sintomas:		duração:	
Teve febre nos últimos 15-30 dias? ()Sim ()Não			

Tomou vacina nos últimos 30 dias? ()Sim ()Não

Medicamentos em uso:

Perda de Peso recente? () SIM () NÃO

Quantos kilos? % perda de peso Tempo:

Faz uso de reposição hormonal? ()Sim ()Não

Uso de Corticosteroide ou Medicamentos anabólicos? ()Sim ()Não

Menopausa? ()Sim ()Não

Presença de Diabetes Mellitus? ()Sim ()Não

Hipo ou Hipertireoidismo? ()Sim () Não

Câncer? ()Sim ()Não

Falência Renal, Hepática ou Cardíaca? ()Sim ()Não

Hipertensão Pulmonar? ()Sim ()Não

Tabagista? ()Sim ()Não ()Ex tabagista – quanto tempo?

Está realizando dieta para perda de peso?()Sim ()Não

Avaliação do estado de hidratação

Mucosas ressecadas e pele? ()Sim ()Não OBS:

Presença de edemas? ()Sim ()Não OBS:

Temperatura corporal (antes de iniciar coleta):

Tempo de Jejum (*mínimo 12 horas*): ()

Última vez que fez uso de bebida alcoólica (*mínimo 24 horas*): ()

Última vez que tomou café ou bebida cafeinada (*mínimo 24 horas*): ()

Seguimento de dieta usual (*mínimo 1 semana*): ()

Última vez que realizou atividade física (*mínimo 24 horas*): ()

Horas de sono no dia anterior (*mínimo 8 horas*): ()

Bexiga vazia? ()Sim () Não

Uso de roupas leves? ()Sim ()Não

Presença de próteses ou marcapasso? ()Sim ()Não

10.2 Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Nome da pesquisa: “Equações de predição de gasto energético de repouso por meio de dados gerados por avaliações de bioimpedância.”

O Sr.(a) está sendo convidado(a) para participar de um estudo que quer avaliar a quantidade de músculo, gordura e água presente no seu corpo, por meio de dois aparelhos, que serão testados quanto a sua precisão, além do total de energia que o seu corpo gasta durante o período de um dia.

Os resultados poderão ajudar na avaliação mais detalhada do seu estado nutricional e no cálculo de quanto de energia o seu corpo gasta diariamente.

O que será feito?

Caso aceite participar, após assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, o Sr. (a) precisará:

- Quando comparecer para a realização da pesquisa, responder a um questionário com seus dados pessoais, presença de doenças, uso de medicamentos e se usa marcapasso ou tem próteses metálicas no corpo;
- Terá de estar de jejum de 12 horas, não ter praticado atividade ou exercício físico nas últimas 24 horas, não ter ingerido bebida alcoólica ou bebida que contenha café nas últimas 24 horas e autorizar a avaliação de suas medidas corporais (peso e altura), a medição da temperatura corporal com o uso de termômetro e verificação de retenção de líquidos nos pés e mãos;
- Realizaremos também um exame chamado bioimpedância, indolor e relativamente rápido, para saber o quanto de músculo, gordura e água está presente no seu corpo. Esse exame será realizado por dois equipamentos que se diferenciam pela precisão de seus resultados. São equipamentos que passam uma corrente elétrica bem fraca que não é percebida pelo seu corpo e que não causará nenhum prejuízo e perigo à saúde;
- Além disto, vamos fazer um exame que se chama calorimetria indireta e que mede a energia que seu corpo gasta durante todo o dia. Para este exame você deverá permanecer em repouso por 30 minutos antes do início do teste. Durante o

exame você deverá respirar em uma máscara por 20 minutos, o que pode trazer um pequeno desconforto.

Riscos

Os riscos ou desconfortos dessa pesquisa são considerados mínimos. Este estudo não lhe trará nenhum tipo de discriminação individual ou coletiva. O principal desconforto está relacionado ao jejum de 8 horas que antecederá a realização dos exames por bioimpedância e pela calorimetria indireta, e o uso por 20 minutos da máscara no exame de calorimetria indireta. Outro possível incômodo é a necessidade de aproximadamente 1 hora para realização dos 4 procedimentos: preenchimento de formulário com informações pessoais, as duas avaliações por bioimpedância e a avaliação por calorimetria indireta.

Benefícios

Sua participação será importante para que possamos saber qual o melhor aparelho para avaliar composição corporal, mostrando quantidades de gordura, água e músculo no corpo, e encontrar uma fórmula matemática que calcule o gasto de energia, sem precisar usar o aparelho da máscara (calorimetria indireta).

Despesas e compensações

Você receberá o valor gasto com transporte para ida e volta do HC-FMRP, onde serão feitas as medidas. Como você virá em jejum, receberá um lanche após a coleta de dados.

Forma de acompanhamento, assistência e indenização

Os pesquisadores se comprometem a tratar no complexo HC-FMRP quaisquer danos à saúde decorrente direta ou indiretamente da pesquisa. Fica assegurado ao Sr. (a) demandar por indenização por eventuais danos à saúde decorrente da pesquisa conforme as leis do país. A aceitação em participar do estudo não implica renúncia a esse direito.

Acesso aos resultados

É garantido o direito de acesso aos resultados pelo Sr. (a) em todas as etapas do projeto.

Direito a confidencialidade

As informações obtidas nesse estudo serão tratadas de forma anônima e somente os investigadores terão acesso a esses dados, que serão mantidos de forma estritamente confidencial, garantindo o sigilo e privacidade do voluntário. A possibilidade de quebra de sigilo é mínima. A divulgação dos resultados da pesquisa ocorrerá sem identificação dos voluntários.

O Sr. (a) pode concordar ou não em participar da pesquisa e serão fornecidos todos os esclarecimentos que precisar, em qualquer etapa do estudo. Poderá se recusar a participar ou retirar seu consentimento a qualquer momento da pesquisa e caso isso ocorra, não acarretará em nenhum prejuízo no seu atendimento no serviço. Terá também a garantia de sigilo dos resultados e de todas as informações a seu respeito.

Poderei esclarecer dúvidas a qualquer momento, assim me coloco a disposição pelo telefone (16) 9 8816 0825 ou por e-mail natbella@ymail.com e natalia.bellafronte@usp.br. Se o Sr. (a) tiver alguma dúvida ou consideração sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do HC-FMRP-USP no telefone (16) 3602-2228.

Caso concorde em participar da pesquisa e após esclarecimentos ou dúvidas, 2 vias do termo serão assinadas pelo senhor (a) e pelo pesquisador e todas as páginas serão rubricadas. O Sr. (a) ficará com uma via e a outra será arquivada nesse centro de pesquisa.

Eu, _____, RG do participante _____, declaro ter compreendido o termo de consentimento acima e concordo em participar voluntariamente da pesquisa: “Equações de predição de gasto energético de repouso por meio de dados gerados por avaliações de bioimpedância.”

Data:

Participante: _____

Pesquisadora Responsável: _____

Natália Tomborelli Bellafronte – (16) 9 8816 0825

Orientadora da pesquisa: _____

Paula Garcia Chiarello – (16) 36 02 3097

10.3 Aprovação Comitê de Ética em Pesquisa

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Equações de predição de gasto energético de repouso por meio de dados gerados por avaliações de bioimpedância.

Pesquisador: Natália Tomborelli Bellafronte

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 43283415.3.0000.5440

Instituição Proponente: Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP -

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.039.385

Data da Relatoria: 26/03/2015

Apresentação do Projeto:

A utilização da bioimpedância elétrica para análise da composição corporal disponibiliza dados mais fidedignos de composição corporal para serem utilizados na elaboração de equações mais acuradas que predizem o Gasto Energético de Repouso, proporcionando estimativas mais adequadas das necessidades nutricionais do que as atualmente presentes.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo do presente estudo é desenvolver equações preditivas de Gasto Energético de Repouso em sujeitos subnutridos, eutróficos e com excesso de peso, por meio de dados de composição corporal obtidos por análises de Impedância bioelétrica de frequência simples e Impedância bioelétrica multifrequência.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não haverá riscos aos participantes da pesquisa. A determinação da composição corporal e do gasto energético ajudará no desenvolvimento de terapia nutricional mais adequada e individualizada.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O presente projeto apresenta fundamentação teórica adequada, objetivo bem definido, critérios

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO
Bairro: MONTE ALEGRE CEP: 14.046-900
UF: SP Município: RIBEIRÃO PRETO
Telefone: (16)3633-2228 Fax: (16)3633-1144 E-mail: cep@hcrp.usp.br

Continuação do Parecer: 1.036.365

de inclusão e pertinentes e a metodologia não clara.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresenta Folha de rosto adequada. O TCLE é conciso e objetivo, apresenta descrição suficiente dos procedimentos assim como identificação dos riscos e desconfortos esperados, com linguagem adequada.

Recomendações:

NA PLATAFORMA BRASIL E PROJETO DE PESQUISA:

Segundo a resolução 466/12 toda pesquisa que envolve seres humanos apresenta riscos, mesmo que mínimos. Incluir os riscos ou desconfortos para o participante da pesquisa em realizar os exames/testes;

-Esclarecer como será o recrutamento dos participantes, se o recrutamento for por meio de cartaz ou meios de comunicação, o texto deverá ser enviado para apreciação do CEP.

-Esclarecer onde serão realizadas as avaliações dos participantes da pesquisa;

NO TCLE:

-As assinaturas, do participante da pesquisa e pesquisador, deverão ser colhidas no momento da aplicação do TCLE. Desde modo, recomenda-se retirar a assinatura da orientadora do termo.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto e à luz da Resolução CNS 466/2012, o projeto de pesquisa encontra-se em pendência.

Solicita-se que as respostas sejam enviadas através de uma carta constando, de forma ordenada, as respostas dos itens de consideração deste parecer, destacando as alterações realizadas e as possíveis localizações no Projeto e no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

O Projeto e TCLE contendo as modificações solicitadas devem ser apresentados na forma de novos documentos contendo nos rodapés de cada página a identificação (número) da nova versão, com a respectiva data de modificação dos referidos documentos.

Ao adicionar as novas versões, favor não excluir os documentos já anexados.

Situação do Parecer:

Pendente

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO
Bairro: MONTE ALEGRE CEP: 14.048-900
UF: SP Município: RIBEIRÃO PRETO
Telefone: (16)3633-2228 Fax: (16)3633-1144 E-mail: cep@hcrp.usp.br

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA
FACULDADE DE MEDICINA DE
RIBEIRÃO PRETO DA USP -

Continuação do Parecer: 1.038.365

Necessita Aprovação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Favor verificar as considerações constantes no Parecer Consubstanciado do CEP.

RIBEIRÃO PRETO, 28 de Abril de 2015

Assinado por:
MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA
(Coordenador)

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO

Bairro: MONTE ALEGRE

CEP: 14.048-900

UF: SP

Município: RIBEIRÃO PRETO

Telefone: (16)3602-2228

Fax: (16)3633-1144

E-mail: cep@hcrp.usp.br

10.4 Equipamentos utilizados

10.4.1 Bioimpedância elétrica multifrequencial por espectroscopia

Fig. 177. Posicionamento BIS. *Fonte:* <<<http://bcm-fresenius.com/>>>

Fig. 178. Equipamento Body Composition Monitor – BCM, BIS. *Fonte:* <<<http://bcm-fresenius.com/>>>

Fig. 179. Diferença entre BIA e BIS. *Fonte:* <<<http://bcm-fresenius.com/10.htm>>>

10.4.2 Bioimpedância elétrica simples (unifrequencial)

Fig. 180. Posicionamento BIA. *Fonte:* <<<http://www.rjlsystems.com/documentation/how-electrodes-are-placed-on-the-hand-and-foot/>>>

Fig. 181. Equipamento RJL - Quantum II, BIA. *Fonte:* <<<http://www.rjlsystems.com/products/quantum-iv/#section=description>>>

10.4.3 Calorimetria Indireta

Fig. 183. Posicionamento CI. *Fonte:* <<<http://inbrasport.com.br/produto/vo2/>>>

Fig. 184. Equipamento VO2000-CI. *Fonte:* <<<http://inbrasport.com.br/produto/vo2/>>>