



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA**

Nayrana Soares do Carmo Reis

Comparação de diferentes métodos na avaliação da massa livre de gordura e massa gorda nos pacientes em diálise.

Tese apresentada à Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutora em Fisiopatologia em Clínica Médica.

Orientador: Prof. Dr. Pasqual Barretti
Coorientadores: Profa. Dra. Francieli Cristina Delatim Vannini
Prof. Dr. Luis Cuadrado Martin

Nayrana Soares do Carmo Reis

Comparação de diferentes métodos na avaliação da massa livre de gordura e massa gorda nos pacientes em diálise.

Tese apresentada à Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutora em Fisiopatologia em Clínica Médica.

Orientador: Prof. Dr. Pasqual Barretti

Coorientadores: Profa. Dra. Francieli Cristina Delatim Vannini

Prof. Dr. Luis Cuadrado Martin

Botucatu

2019

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: LUCIANA PIZZANI-CRB 8/6772

Reis, Nayrana Soares do Carmo.

Comparação de diferentes métodos na avaliação da massa livre de gordura e massa gorda nos pacientes em diálise / Nayrana Soares do Carmo Reis. - Botucatu, 2019

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina de Botucatu

Orientador: Pasqual Barretti

Coorientador: Francieli Cristina Delatim Vannini

Coorientador: Luis Cuadrado Martin

Capes: 40101002

1. Antropometria. 2. Diálise. 3. Nutrição. 4. Composição corporal.

Palavras-chave: Absortometria de raio-X de dupla energia; Antropometria; Bioimpedância; Diálise; Nutrição.

Nayrana Soares do Carmo Reis

Comparação de diferentes métodos na avaliação da massa livre de gordura e massa gorda nos pacientes em diálise.

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutora em Fisiopatologia em Clínica Médica

Orientador: Prof. Dr. Pasqual Barretti

Comissão examinadora

Profa. Dra. Lilian Cuppari
Universidade Federal de São Paulo

Prof. Dr. José Abrão Cardeal da Costa
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo

Dra. Marina Nogueira Berbel Bufarah
Faculdade de Medicina de Botucatu - Universidade Estadual Paulista

Dr. Rogério Carvalho de Oliveira
Faculdade de Medicina de Botucatu - Universidade Estadual Paulista

Botucatu, _____ de _____ de _____



Dedicatória

À *Deus*, minha fortaleza e força, onde encontro cuidado e proteção constantes e a quem devoto toda a minha adoração.

Ao meu esposo, *Fabício*, que me alegra e me dá forças a cada novo dia.

Aos *pacientes*, que possibilitaram a realização desse trabalho.



Agradecimientos

Ao meu esposo *Fabício Reis*, pelo amor, incentivo e apoio incondicional. Seu companheirismo foi indispensável ao longo do desenvolvimento deste trabalho. Obrigada pela paciência e compreensão com minha ausência durante essa jornada.

Aos meus pais, *Altemir e Lurdes*, por terem desprendido amor, cuidado e esforços durante toda a minha trajetória. Muitas foram as renúncias que me forneceram base para chegar até aqui.

Aos meus irmãos, *Thyara e Paulo*, pela parceria, cumplicidade e por sempre acreditarem em mim. As palavras de incentivo foram de grande valia para me impulsionar a viver este sonho. Eu tenho sorte de ter irmãos como vocês!

Ao meu orientador, *Dr. Pasqual Barretti*, pela grande responsabilidade em minha formação profissional. Obrigada por sua orientação, confiança, apoio e disponibilidade que foi além do que o dever impõe. Meu exemplo de competência e dedicação.

À minha coorientadora, *Francieli Vannini*, pela orientação, incentivo e amizade. Cumprir este percurso com uma companheira como você deixou a estrada muito mais agradável e proveitosa. Obrigada pela contribuição intelectual, estímulo e carinho. Um dos melhores frutos desta tese foi sua amizade.

Ao meu coorientador, *Dr. Luís Cuadrado*, por todos os ensinamentos transmitidos e pela contribuição científica no meu processo de aprendizado.

À amiga *Maryanne Zilli*, por ter ido além da amizade e ter contribuído ativamente durante a difícil coleta de dados. Obrigada pela generosidade, convívio enriquecedor e parceria bem-sucedida nesta pesquisa e na vida.

Ao *Rogério Carvalho*, pelo auxílio constante na análise e interpretação dos resultados. Nunca mediu esforços sanar todas as minhas dúvidas. É uma alegria e honra o seu aceite para ser banca desta tese.

Aos professores *Daniela Ponce* e *Marcos Miniccuci*, que por meio das contribuições durante o exame de qualificação enriqueceram o conteúdo deste trabalho. Muita admiração por vocês!

À *equipe médica e multiprofissional* da Unidade de Diálise do HC-FMB, médicos, nutricionistas, enfermeiras, psicólogas, assistente social, técnicos de enfermagem, aprimorandas, secretárias e demais funcionários, pela dedicação e competência, possibilitando o crescimento de toda equipe.

A todos os funcionários do setor de Densitometria óssea, em especial à *Ana Lúcia*, pela colaboração e disponibilidade constantes.

Ao *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)* pela concessão da bolsa de doutorado e apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para que eu chegasse até aqui. Foi uma trajetória dura, mas, em nenhum momento, uma trajetória solitária.



Epígrafe

"Dizem que antes de um rio entrar no mar, ele treme de medo. Olha para trás, para toda jornada que percorreu, para os cumes, as montanhas, para o longo caminho sinuoso que trilhou através de florestas e povoados, e vê à sua frente um oceano tão vasto, que entrar nele nada mais é do que desaparecer para sempre. Mas não há outra maneira. O rio não pode voltar. Ninguém pode voltar. Voltar é impossível na existência. O rio precisa se arriscar e entrar no oceano. Somente ao entrar no oceano o medo irá desaparecer, porque apenas então o rio saberá que não se trata de desaparecer no oceano, mas de tornar-se oceano".

Khalil Gibran



Resumo

RESUMO

REIS, N.S.C. **Comparação de diferentes métodos na avaliação da massa livre de gordura e massa gorda nos pacientes em diálise.** 2019. 93f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, 2019.

INTRODUÇÃO: A depleção proteico-energética está relacionada à piora da qualidade de vida e menor sobrevivência do paciente em diálise. A avaliação da composição corporal, especialmente da massa livre de gordura (MLG) e massa gorda (MG), é importante para a predição de desfechos nesses indivíduos. O objetivo deste trabalho foi comparar as medidas de MLG e MG obtidas por antropometria, bioimpedância unifrequencial (BIAUNI) e bioimpedância multifrequencial (BIAMULT), utilizando a densitometria de raio-X de dupla energia (DXA) como padrão de referência, em pacientes submetidos a tratamento dialítico. **CASUÍSTICA E MÉTODOS:** Estudo transversal realizado com pacientes adultos em tratamento regular por hemodiálise (HD) ou diálise peritoneal (DP). As avaliações foram realizadas por antropometria, BIAUNI, BIAMULT e DXA no mesmo momento. Para comparação entre os valores obtidos por esses métodos com a DXA foram utilizados testes de correlação de Person (r), Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC) e análise de concordância de Bland-Altman. **RESULTADOS:** A casuística foi composta de 112 pacientes adultos (62 em HD e 50 em DP) com média de idade de $55,5 \pm 14,5$ anos (HD) e $55,1 \pm 16,3$ anos (DP). Os grupos (HD e DP) foram semelhantes quanto à maioria das características, embora pacientes em DP tenham apresentado maior índice de hiperidratação (OH) ($0,8 \pm 1,1$ vs. $-0,9 \pm 1,3$, $p < 0,001$), maior percentual de OH/AEC (água extracelular) ($5,0 \pm 7,2\%$ vs. $-7,4 \pm 11,7\%$, $p < 0,001$) e menor concentração de albumina sérica ($3,6 \pm 0,4$ g/dl vs. $4,0 \pm 0,4$ g/dl, $p < 0,001$). Considerando a amostra de pacientes de ambos os grupos, todos os métodos apresentaram forte correlação ($r > 0,7$) e excelente reprodutibilidade ($ICC \geq 0,75$) em comparação com a DXA. No diagrama de Bland-Altman, a BIAUNI apresentou concordância na avaliação dos compartimentos para a amostra de pacientes em DP, com ausência de viés proporcional ($p > 0,05$) e com viés sistemático para MLG (viés = $-0,5 \pm 4,9$, IC95% $-1,8$ a $0,9$, $p = 0,506$) e para MG ($0,3 \pm 4,6$, $p = 0,543$). Esse método subestimou a MLG (viés = $3,1 \pm 3,6$, $p < 0,001$) e superestimou a MG (viés = $-2,3 \pm 3,3$, $p < 0,001$) em pacientes tratados por HD. A BIAMULT não apresentou viés de proporcionalidade na avaliação da MLG, mas os valores obtidos na amostra geral subestimaram esse compartimento corporal em $5,2 \pm 5,6$ kg ($p < 0,001$) e $2,5 \pm 5,4$ kg ($p = 0,002$) em HD e DP, respectivamente. Tanto a avaliação de MLG e MG por antropometria quanto a avaliação da MG por BIAMULT apresentaram viés proporcional, caracterizando estas avaliações como imprecisas em relação à DXA. **CONCLUSÕES:** A BIAUNI foi o único método preciso na avaliação da MLG e MG, quando considerados apenas os pacientes em DP. Por se tratar de equipamento de baixo custo, não avaliador dependente e menor viés sistemático quando comparada a BIAMULT, pode ser também recomendada preferencialmente na avaliação de pacientes em HD.

Palavras chaves: Nutrição. Desnutrição. Doença renal crônica. Diálise. Hemodiálise. Diálise peritoneal. Antropometria. Bioimpedância. Absortometria de raio-X de dupla energia.



Abstract

ABSTRACT

REIS, N.S.C. Comparison of different methods in the assessment of fat-free mass and fat mass in dialysis patients. 2019. 93f. Thesis (Doctorate) – Medical School of São Paulo State University (UNESP), Botucatu, 2019.

INTRODUCTION: Protein-energy wasting is related to impairment of quality of life and lower survival of dialysis patients. The evaluation of body composition, especially fat free mass (MLF) and fat mass (MG), is important for the prediction of outcomes in these individuals. The objective of this study was to compare the MLG and MG measurements obtained by anthropometry, unifrequency bioimpedance (BIAUNI) and multifrequency bioimpedance (BIAMULT), using Dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) as the reference method in patients submitted to dialysis treatment. **MATERIAL AND METHODS:** A cross-sectional study with adult patients undergoing regular hemodialysis (HD) or peritoneal (PD) dialysis. The evaluations were performed by anthropometry, BIAUNI, BIAMULT and DXA at the same time. To compare the values obtained by these methods with DXA, we used correlation tests of Person (r), Intraclass Correlation Coefficient (ICC) and Bland-Altman concordance analysis. **RESULTS:** The sample consisted of 112 adult patients (62 in HD and 50 in PD) with mean age of 55.5 ± 14.5 years (HD) and 55.1 ± 16.3 years (PD). The groups HD and DP were similar for most of the characteristics, although patients with PD had a higher hyperhydration index (OH) (0.8 ± 1.1 vs. -0.9 ± 1.3 , $p < 0.001$), higher OH/extracellular water (ECW) ($5.0 \pm 7.2\%$ vs. $-7.4 \pm 11.7\%$, $p < 0.001$) and a lower serum albumin concentration (3.6 ± 0.4 g/dl vs. 4.0 ± 0.4 g/dl, $p < 0.001$). Considering the sample of patients from both groups, all methods showed a strong correlation ($r > 0.7$) and excellent reproducibility ($ICC > 0.75$) compared to DXA. In the Bland-Altman diagram, BIAUNI showed agreement in the evaluation of compartments for the PD patient sample, with no proportional bias ($p > 0.05$) and with systematic bias for MLG (-0.5 ± 4.9 , 95% CI -1.8 to 0.9 , $p = 0.506$) and for MG (0.3 ± 4.6 , $p = 0.543$). This method underestimated MLG (bias = 3.1 ± 3.6 , $p < 0.001$) and overestimated the MG (bias = -2.3 ± 3.3 , $p < 0.001$) in HD-treated patients. BIAMULT did not present a proportionality bias in the MLG assessment, but the values obtained, in the total sample, underestimated this body compartment at 5.2 ± 5.6 kg ($p < 0.001$) and 2.5 ± 5.4 kg ($p = 0.002$) in HD and DP, respectively. Both the assessment of MLG and MG by anthropometry and the evaluation of MG by BIAMULT presented proportional bias, characterizing these evaluations as imprecise in relation to DXA. **CONCLUSIONS:** BIAUNI was the only accurate method for assessing MLG and MG, when only PD patients were considered. Because it is a low-cost equipment, not evaluator dependent, and with a less systematic bias when compared to BIAMULT, it can also be recommended in the evaluation of HD patients.

Key words: Nutrition. Malnutrition. Chronic kidney disease. Dialysis. Hemodialysis. Peritoneal dialysis. Anthropometry. Bioimpedance. Dual energy x-ray absorptometry.



Lista de Ilustrações

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1- Modelo de compartimentalização corporal utilizado pela DXA que divide o corpo em massa magra, conteúdo mineral ósseo e massa gorda. A MLG é composta pela soma entre massa magra e conteúdo mineral ósseo.... 36
- Figura 2- Modelo de compartimentalização corporal utilizado por parâmetros antropométricos que divide o corpo em massa magra e massa gorda. A MLG é composta pela massa magra..... 37
- Figura 3- Modelo de compartimentalização corporal utilizado por BIAUNI que divide o corpo em tecido metabólico, tecido ósseo, água intracelular, água extracelular e massa gorda. A MLG é composta pela somatória do tecido metabólico, tecido ósseo, água intracelular e água extracelular 38
- Figura 4- Modelo de compartimentalização corporal utilizado por BIAMULT que divide o corpo em massa tecidual magra, massa tecidual adiposa e índice de hiperidratação. A MLG é composta pela somatória da massa tecidual magra e índice de hiperidratação 39
- Figura 5- Diagrama de Concordância de Bland-Altman para MLG e MG mensurados por parâmetros antropométricos nos pacientes do estudo segundo a modalidade de tratamento dialítico 48
- Figura 6- Diagrama de Concordância de Bland-Altman para MLG e MG mensurados por BIAUNI nos pacientes do estudo segundo a modalidade de tratamento dialítico 51
- Figura 7- Diagrama de Concordância de Bland-Altman para MLG e MG mensurados por BIAMULT nos pacientes do estudo segundo a modalidade de tratamento dialítico..... 54
- Figura 8- Algoritmo de decisão para avaliação dos compartimentos corporais nos pacientes do estudo segundo a modalidade de tratamento dialítico 64



Lista de Tabelas

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Características demográficas e clínicas dos participantes do estudo segundo a modalidade de tratamento dialítico e sexo.....	43
Tabela 2- Estado de hidratação e parâmetros nutricionais e laboratoriais dos participantes do estudo segundo a modalidade de tratamento dialítico e sexo.....	44
Tabela 3- Coeficientes de Correlação de Pearson (r) entre a composição corporal mensurada por DXA, parâmetros antropométricos, BIAUNI e BIAMULT nos participantes do estudo segundo a modalidade de tratamento dialítico e sexo.....	45
Tabela 4- Coeficiente de correlação intraclass (ICC) entre as medidas obtidas por DXA, parâmetros antropométricos, BIAUNI e BIAMULT na avaliação da composição corporal nos pacientes do estudo segundo a modalidade de tratamento dialítico	46
Tabela 5- Concordância entre as medidas obtidas por DXA e parâmetros antropométricos na avaliação da composição corporal nos pacientes do estudo divididos em subgrupos segundo a modalidade de tratamento dialítico	47
Tabela 6- Concordância entre as medidas obtidas por DXA e BIAUNI na avaliação da composição corporal nos pacientes do estudo divididos em subgrupos segundo a modalidade de tratamento dialítico	50
Tabela 7- Concordância entre as medidas obtidas por DXA e BIAMULTI na avaliação da composição corporal nos pacientes do estudo divididos em subgrupos segundo a modalidade de tratamento dialítico	53
Tabela 8- Regressão linear múltipla para MLG do DXA com variáveis preditoras nos pacientes do estudo segundo a modalidade de tratamento dialítico	56
Tabela 9- Regressão linear múltipla para MG do DXA com variáveis preditoras nos pacientes do estudo segundo a modalidade de tratamento dialítico	57



Lista de Quadros

LISTA DE QUADROS

Quadro 1-	Equações de predição para a MLG e MG em pacientes em HD baseados na CMB, BIAUNI E BIAMULT	58
Quadro 2-	Equações de predição para a MLG e MG em pacientes em DP baseados na CMB, BIAUNI E BIAMULT	58



Lista de Abreviaturas

LISTA DE ABREVIATURAS

BIA	Bioimpedância elétrica
BIAMULT	Bioimpedância multifrequencial
BIAUNI	Bioimpedância unifrequencial
CB	Circunferência do braço
CMB	Circunferência muscular do braço
DC	Dobras cutâneas
DRC	Doença renal crônica
DP	Diálise peritoneal
DPE	Depleção proteico-energética
DXA	Densitometria de raio-X de dupla energia
HD	Hemodiálise
IMC	Índice de massa corporal
ISRM	Sociedade Internacional de Nutrição e Metabolismo Renal (International Society of Renal Nutrition and Metabolism)
MG	Massa gorda
MLG	Massa livre de gordura
MM	Massa magra
OH	Índice de hiperidratação (Overhydration index)
PA	Pressão arterial
PEW	Protein energy wasting
TRS	Terapia renal substitutiva



Sumário

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	25
2. HIPÓTESE	30
3. OBJETIVOS	32
3.1 - Geral	32
3.2 - Específicos	32
4. CASUÍSTICA E MÉTODOS	34
4.1 - Delineamento	34
4.2 - Pacientes	34
4.3 - Coleta de dados	35
4.3.1 Absortometria de raio-X de dupla energia (DXA)	35
4.3.2 Antropometria	36
4.3.3 Bioimpedância unifrequencial (BIAUNI)	38
4.3.4 Bioimpedância multifrequencial (BIAMULT)	39
4.3.5 Análise Estatística	40
5. RESULTADOS	43
5.1 - Características gerais da população	43
5.2 - Avaliação da concordância entre parâmetros antropométricos e DXA	46
5.3 - Avaliação da concordância entre a bioimpedância unifrequencial (BIAUNI) e DXA	49
5.4 - Avaliação da concordância entre a bioimpedância multifrequencial (BIAMULT) e DXA	52
5.5 - Equações para estimar a composição corporal	55
6. DISCUSSÃO	60
7. CONCLUSÃO	66
REFERÊNCIAS	68
ANEXOS	74
APÊNDICES	78



Introdução

1 INTRODUÇÃO

Apesar dos avanços científicos e tecnológicos que tornaram a terapia renal substitutiva (TRS) segura e mundialmente difundida, ainda se observa elevada mortalidade na população de pacientes tratados por diálise, da ordem de 18,2% ao ano no Brasil¹ e de 28% nos Estados Unidos², sendo as doenças cardiovasculares a principal causa de morte.^{3,4}

Uma condição fortemente associada aos desfechos clínicos adversos e taxas aumentadas de hospitalização e morte nesses pacientes é a presença de depleção proteico-energética, que tem sido descrita em 13 a 51%^{5,6} dos pacientes cronicamente dialisados. A depleção nutricional foi descrita como fator preditor independente da mortalidade por todas as causas e por doenças cardiovasculares.⁷

Em pacientes com doença renal crônica (DRC), a depleção proteico-energética é caracterizada por perda progressiva de peso, depleção do tecido adiposo e da massa muscular corporal, bem como redução das proteínas séricas, como albumina, pré-albumina e transferrina.^{8,9} Neste contexto, a Sociedade Internacional de Nutrição e Metabolismo Renal (ISRNM) propôs o termo “protein energy wasting” (PEW), cujo diagnóstico é realizado por meio da avaliação de um conjunto de marcadores nutricionais, em que três de quatro critérios devem estar presentes, tais como: critérios bioquímicos, diminuição da massa corporal total, massa muscular reduzida, e ingestão alimentar insuficiente.^{8,10} Recente metanálise¹¹ conduzida pela ISRNM e envolvendo 90 estudos observacionais observou que o PEW é um fenômeno comum e que ocorre em 8 a 54% dos pacientes em diálise.

Embora o PEW esteja fortemente associado a desfechos adversos em pacientes em diálise, alguns autores sugerem que a associação geralmente ocorre quando processos inflamatórios ou comorbidades também estão presentes.^{8,12} Em coorte realizada com 973 pacientes em HD acompanhados por oito anos, observou-se que tanto o PEW quanto o aumento da proteína C-reativa sérica foram associados a maior risco de mortalidade cardiovascular e por todas as causas.¹²

Por outro lado, maiores valores do índice de massa corporal (IMC) têm sido associados à maior sobrevida em indivíduos com DRC em tratamento de

diálise, resultado oposto ao que ocorre na população geral. Esse fenômeno tem sido referido como “paradoxo da obesidade”.¹³ Kalantar-Zadeh et al.¹⁴ acompanharam por dois anos cerca de 55 mil pacientes em hemodiálise (HD) e encontraram forte associação de maior IMC com menor taxa de mortalidade. No entanto, as causas dessa proteção ainda não estão bem esclarecidas, já que o IMC não traz informações precisas sobre a composição corporal e os estudos existentes fornecem conclusões controversas a cerca de qual compartimento corporal exerce maior efeito protetor da mortalidade na população de pacientes em diálise.¹⁵

Alguns autores têm observado associações entre a massa magra (MM) e a sobrevida de pacientes em diálise.^{15,16} Em coorte que seguiu 121.762 pacientes em HD por até 5 anos¹⁶, os autores observaram que o declínio na creatinina sérica (marcador de massa muscular) parece ser um preditor de mortalidade mais forte do que a perda de peso corporal. Deste modo, os indivíduos que tiveram redução de peso, mas com concentrações de creatinina sérica aumentadas, apresentaram taxas de mortalidade mais baixas do que aqueles cujo peso aumentou, mas a concentração de creatinina sérica diminuiu, sugerindo que a quantidade de massa muscular poderia ser uma explicação para o paradoxo da obesidade reportado nesses pacientes.¹⁶

Por sua vez, Kalantar-Zadeh et al.¹⁷, em estudo de coorte que acompanhou 535 pacientes em HD por 30 meses, observaram que baixa porcentagem (%) de gordura corporal e perda de gordura ao longo do tempo foram associadas a maior mortalidade, mesmo após ajuste para massa muscular e inflamação.

Esse contexto evidencia a importância da avaliação da composição corporal para o acompanhamento e predição de desfecho em pacientes com DRC tratados por diálise. Existem várias ferramentas para avaliação dos compartimentos corporais e diagnóstico nutricional, destacando-se a absorptometria de raio-X de dupla energia (DXA), considerada método de referência capaz de estimar de maneira confiável a massa óssea, gordura e músculo do corpo todo.¹⁸ Entretanto, poucas unidades de diálise têm acesso a esse equipamento, pois requer instalações de medicina radiológica, gerando alto custo para sua execução.¹⁹

Ainda que a validade da DXA para a mensuração da composição corporal em pacientes em diálise tenha sido questionada devido à sua dificuldade em distinguir a hiperidratação da MM por assumir uma constante de hidratação, estudos mostraram que alterações na volemia não afetaram as medições da massa gorda (MG) em pacientes em HD.²⁰

Dentre os métodos de avaliação nutricional mais acessíveis estão a análise por antropometria e bioimpedância elétrica (BIA). No entanto, não há consenso sobre qual destes métodos é capaz de aferir de maneira fidedigna a quantidade de massa livre de gordura (MLG) e MG na população dialítica.

A antropometria é o método de maior aplicabilidade na prática clínica e em estudos epidemiológicos que envolvem grandes amostras. É caracterizada pela facilidade de execução, baixo custo e menores restrições para a sua utilização²¹, separando o corpo em dois compartimentos, a MG e a MLG. No entanto, suas medidas devem ser observadas com cautela na população dialítica, já que podem ser afetadas pela retenção hídrica comum nesses pacientes.²²

A BIA é considerada um método não invasivo e com custo relativamente baixo. É realizada por meio de aparelho de fácil manuseio, portátil, que não requer operador altamente treinado, apresentando resultados reprodutíveis. No entanto, também pode sofrer influências do estado de hidratação, especialmente nos pacientes em HD crônica, que normalmente acumulam de 1 a 4 litros entre as sessões¹⁰. Do ponto de vista técnico, os modelos de BIA podem ser separados em duas categorias principais, a bioimpedância de única frequência (BIAUNI) e de múltiplas frequências (BIAMULT). Frequentemente, a BIAUNI separa o corpo em cinco compartimentos (tecido metabólico, tecido ósseo, água intracelular, água extracelular e massa gorda)²³, enquanto a BIAMULT utiliza divisão de três componentes (massa tecidual magra, massa tecidual adiposa e índice de hiperidratação (OH)).²⁴

Bross et al.¹⁰, ao comparar métodos de avaliação nutricional em HD, verificaram que a dobra cutânea tricipital e equação de Kushner (que utilizou dados de BIAUNI), apresentaram boa precisão para estimar a % de MG quando comparadas com a DXA.¹⁰ Entretanto, ao avaliar 30 pacientes submetidos à HD,

Kamimura et al.²⁵ observaram que a % de gordura obtida por dobras cutâneas apresentou melhores resultados na comparação com a DXA do que a BIAUNI. Este resultado foi semelhante com os obtidos por Rodrigues et al.²⁶, pelos quais a dobra cutânea tricipital, mas não a BIAMULT, apresentou valores concordantes com a pletismografia por deslocamento de ar.

Em estudo que avaliou 104 pacientes em diálise peritoneal (DP), Furstenberg & Davenport¹⁹ concluíram que a BIAMULT pode ser ferramenta útil na determinação do estado nutricional desses indivíduos. Porém, poucos estudos avaliaram e compararam a confiabilidade dos valores obtidos por BIAUNI e BIAMULT. Em estudo recente, Lim et al.²⁷ relataram que a BIA de múltipla frequência se mostrou ferramenta válida na avaliação do tecido adiposo de pacientes em HD. No entanto, a BIAUNI apresentou resultados mais satisfatórios que a multifrequencial na avaliação da MM no estudo de Donadio et al.²⁸, que utilizou a DXA como referência.

Desta forma, além da carência de estudos, especialmente brasileiros e latino-americanos, que compararam diferentes métodos de avaliação da composição corporal de pacientes com DRC tratados por diálise, os estudos existentes fornecem conclusões contraditórias acerca de qual método pode ser utilizado de maneira mais confiável.

Como o estado nutricional e a composição corporal influenciam no risco de óbito de pacientes com DRC tratados por diálise, seu diagnóstico e a monitorização da sua evolução, por meio de métodos que forneçam informações fidedignas, com fácil acesso e boa reprodutibilidade, são aspectos cruciais para o manejo clínico desses indivíduos, visto que a DXA, padrão de referência, não faz parte da rotina clínica na grande maioria dos centros de diálise.



Hipótese

2 HIPÓTESE

A avaliação da composição corporal, MLG e MG, por meio de métodos utilizados na prática clínica, como antropometria, BIAUNI e BIAMULT, são concordantes com a DXA em pacientes submetidos a tratamento de HD e DP. Logo, poderiam ser utilizados de maneira fidedigna e intercambiável nestas mensurações.



Objetivos

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

Comparar as medidas de MLG e MG obtidas por antropometria, BIAUNI e BIAMULT, utilizando a DXA como padrão de referência, em pacientes com DRC submetidos a tratamento dialítico por HD e DP.

3.2 Específicos

Identificar diferenças na avaliação dos compartimentos corporais entre essas modalidades de TRS.

Desenvolver equações de predição para estimar a MLG e MG com base nos métodos avaliados que não apresentaram concordância com a DXA.

Casuística e Métodos

4 CASUÍSTICA E MÉTODOS

4.1 Delineamento

Estudo de secção transversal, unicêntrico, realizado em pacientes portadores de DRC em tratamento crônico por HD e DP na Unidade de Diálise do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu. Os pacientes incluídos foram submetidos a uma única avaliação da composição corporal (MLG e MG) por antropometria, BIAUNI, BIAMULT e pela DXA. Foi avaliada a concordância entre as medidas de MLG e MG obtidas por todos os métodos de avaliação, utilizando a DXA como método de referência.

4.2 Pacientes

O cálculo do tamanho amostral foi realizado por meio do software SigmaStat versão 3.5, baseado em um estudo piloto que estimou um coeficiente de correlação mínimo de 0,6 entre os métodos testados e a DXA. Foi considerado poder estatístico de 0,9 e erro alfa de 0,05, sendo necessários 25 pacientes em cada grupo. Antes do início, esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Medicina de Botucatu (CAAE 39704314.3.0000.5411) (ANEXO A) e todos os indivíduos incluídos no estudo assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE A).

Foram considerados elegíveis para o estudo pacientes com idade igual ou superior a 18 anos, em tratamento regular de diálise por no mínimo três meses, três vezes por semana na HD ou sete dias por semana na DP. Não foram incluídos pacientes portadores de marca-passo, desfibriladores implantados, com amputação de membros, hérnia abdominal grave ou outras condições que impossibilitassem a avaliação nutricional por todos os métodos utilizados.

Os dados demográficos (idade, sexo e cor da pele), clínicos (doença renal de base, diagnóstico de diabetes mellitus), laboratoriais e dialíticos (modalidade de

TRS, tempo de tratamento) foram obtidos a partir dos prontuários médicos e registros da Unidade de Diálise.

4.3 Coleta de dados

A coleta dos dados ocorreu no período de janeiro de 2016 a agosto de 2018. As avaliações foram realizadas cerca de trinta minutos após o término da sessão nos pacientes em HD e sem a presença de líquido na cavidade abdominal nos pacientes em DP. Todas as mensurações da composição corporal (DXA, antropometria, BIAUNI e BIAMULT) foram realizadas em um intervalo máximo de duas horas, no mesmo dia, por único avaliador treinado. A DXA foi realizada por técnico de raio-X especializado.

As medidas do peso corporal (kg) e estatura (cm) foram realizadas utilizando a balança digital Filizola *Personal®* com estadiômetro (capacidade máxima de 180kg e variação mínima de 100 gramas). Com base nos dados obtidos foi calculado IMC (kg/m^2). A pressão arterial (PA) foi aferida no mesmo momento da avaliação dos compartimentos corporais, seguindo as recomendações da VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão.²⁹

Os pacientes incluídos no estudo realizaram:

4.3.1 Absortometria de raio-X de dupla energia (DXA)

A MLG e MG foram quantificadas pela DXA por meio do aparelho da marca Hologic®, Discovery A. Inicialmente, foi realizado o *scanner* total do corpo obtendo-se imagens de todas as áreas. Posteriormente, foi realizada análise segmentar de membro inferior direito, esquerdo, pelve, coluna lombar, coluna torácica, membro superior direito e esquerdo, tórax, pescoço e crânio. A DXA utiliza um modelo de compartimentalização corporal que divide o corpo em três seguimentos: MM, conteúdo mineral ósseo e massa gorda (figura 1).

O software integrado calculou de forma total o conteúdo de MM (kg), MG (kg), conteúdo mineral ósseo (kg), índice de massa magra (kg/m^2) e índice de massa

gorda (kg/m^2). Para a avaliação da MLG foi considerado: $\text{MLG_DXA (kg)} = \text{MM (kg)} + \text{conteúdo mineral ósseo (kg)}$ (figura 1). A partir destas variáveis, foram calculados os percentuais de MLG e de MG (%MLG e %MG, respectivamente).

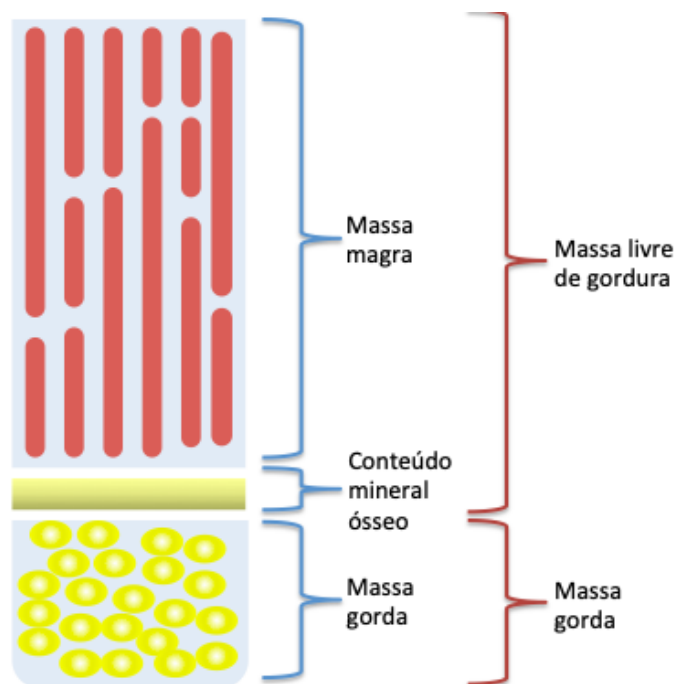


Figura 1. Modelo de compartimentalização corporal utilizado pela DXA que divide o corpo em massa magra, conteúdo mineral ósseo e massa gorda. A MLG é composta pela soma entre massa magra e conteúdo mineral ósseo.

Abreviações: DXA, Densitometria de raio x de dupla energia; MLG, Massa livre de gordura.

Fonte: Material elaborado pelo autor.

Os laudos da DXA foram realizados por radiologista do corpo docente da Faculdade de Medicina de Botucatu.

4.3.2 Antropometria

As medidas antropométricas foram mensuradas no lado aposto ao acesso de diálise (vascular ou peritoneal) em ambas as terapias, sendo aferidas: dobra cutânea tricipital (mm), dobra cutânea bicipital (mm), dobra cutânea subescapular (mm), dobra cutânea supra-ilíaca (mm) e circunferência do braço (cm). Para estas aferições, utilizou-se o adipômetro da marca *Lange®* e fita métrica inextensível da

marca TBW®. A descrição das técnicas para realização das medidas encontra-se no APÊNDICE B.

Por meio dos dados obtidos foram calculados a circunferência muscular do braço (CMB) e o % de gordura corporal (%GC). Para o cálculo dessas variáveis foi utilizado o *software* de Apoio à Nutrição Nutwin – UNIFESP. As fórmulas utilizadas pelo programa para os cálculos encontram-se no APÊNDICE B.

A MLG (kg) foi calculada por meio de fórmula preditiva baseada na CMB (Noori et al.³⁰) e a MG (kg) foi obtida por meio da somatória das quatro dobras cutâneas (DC) ($MG_DC\ (kg) = [\%GC \times \text{peso}\ (kg)] / 100$). Os parâmetros antropométricos dividem o corpo conforme modelo de dois compartimentos, MM e MG (figura 2).

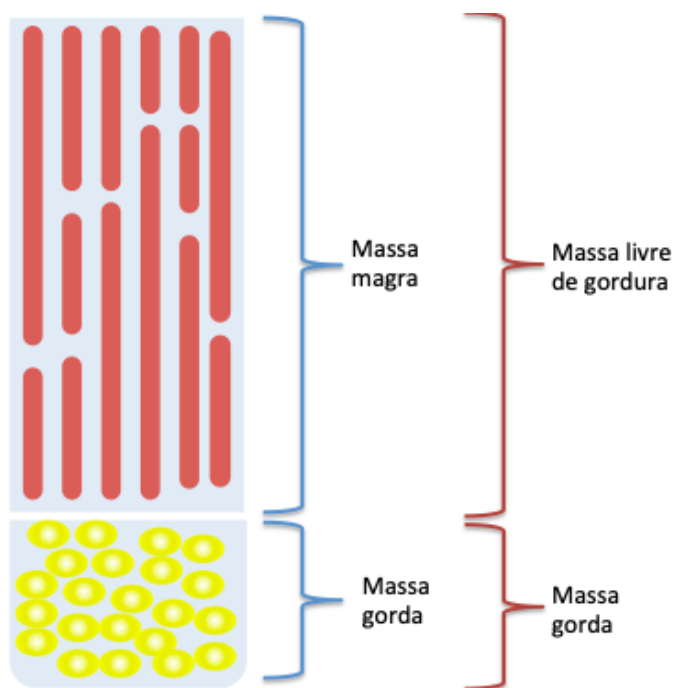


Figura 2. Modelo de compartimentalização corporal utilizado por parâmetros antropométricos que divide o corpo em massa magra e massa gorda. A MLG é composta pela massa magra.
Abreviações: DXA, Densitometria de raio x de dupla energia; MLG, Massa livre de gordura.
Fonte: Material elaborado pelo autor.

4.3.3 Bioimpedância unifrequencial (BIAUNI)

A análise por BIAUNI foi realizada por meio do analisador clínico da composição e hidratação Corporal da marca *Biodynamics®*, modelo 450. Este aparelho emite uma corrente elétrica de baixa intensidade (800 μ A, 50 kHz – frequência única), que separa os compartimentos corporais em cinco componentes: tecido metabólico, tecido ósseo, água intracelular, água extracelular e massa gorda. As estimativas dos compartimentos corporais foram realizadas por software fornecido pelo fabricante.

Foram obtidos os valores de: MM (kg), MG (kg) e ângulo de fase. As fórmulas utilizadas para a avaliação da composição corporal neste aparelho foram baseadas nas propostas por Kushner & Schoeller.³¹ Para a avaliação da MLG foram considerados os valores de MM, que consiste na somatória do tecido metabólico, tecido ósseo, água intracelular e água extracelular (figura 3).

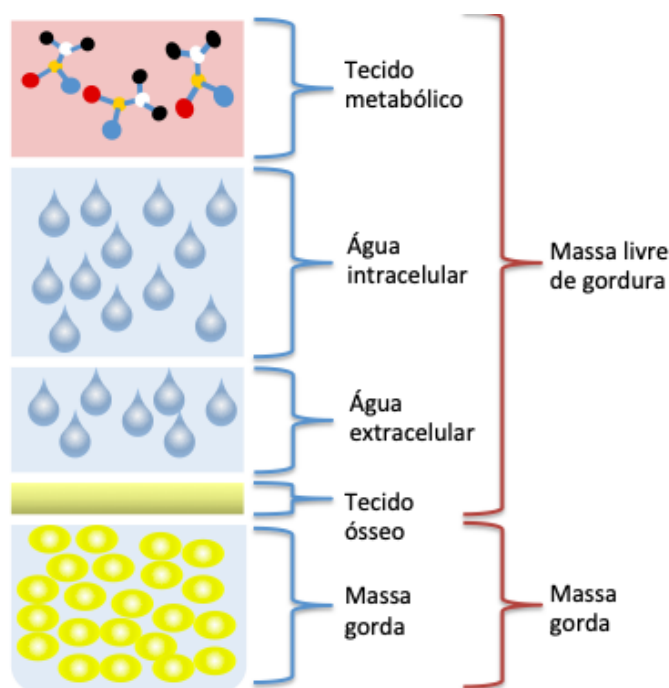


Figura 3. Modelo de compartimentalização corporal utilizado por BIAUNI que divide o corpo em tecido metabólico, tecido ósseo, água intracelular, água extracelular e massa gorda. A MLG é composta pela somatória do tecido metabólico, tecido ósseo, água intracelular e água extracelular. Abreviações: DXA, Densitometria de raio x de dupla energia; MLG, Massa livre de gordura. Fonte: Material elaborado pelo autor.

Os procedimentos de preparo e de execução do exame de BIAUNI estão descritos no APÊNDICE C.

4.3.4 Bioimpedância multifrequencial (BIAMULT)

A análise por BIAMULT foi realizada utilizando o monitor de composição corporal por espectroscopia da marca Fresenius Medical Care®, modelo *Body Composition Monitor* (BCM). Este aparelho mede a resposta elétrica de 50 diferentes tipos de frequências entre 5 a 1000 kHz e separa os compartimentos corporais em 3 componentes: massa tecidual magra, massa tecidual adiposa e índice de hiperidratação (figura 4). As estimativas dos compartimentos corporais foram realizadas por software fornecido pelo fabricante, cujo as fórmulas utilizadas foram baseadas nas propostas por Moissl et al³².

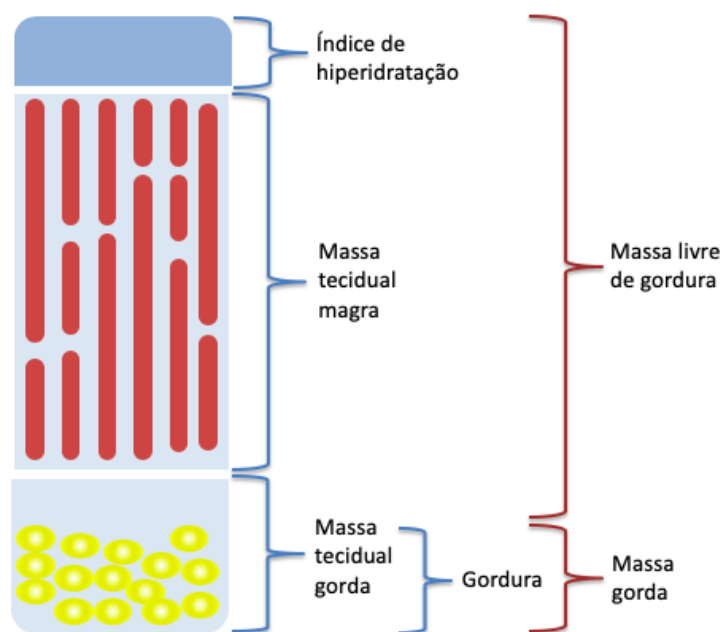


Figura 4. Modelo de compartmentalização corporal utilizado por BIAMULT que divide o corpo em massa tecidual magra, massa tecidual adiposa e índice de hiperidratação. A MLG é composta pela somatória da massa tecidual magra e índice de hiperidratação.

Abreviações: DXA, Densitometria de raio x de dupla energia; MLG, Massa livre de gordura.

Fonte: Material elaborado pelo autor.

Foram considerados os valores de: OH (litros), água extracelular (litros), gordura (kg) e ângulo de fase na frequência de 50 kHz. A MLG foi calculada por meio da fórmula: $MLG_BIAMULT\ (kg) = \text{peso corporal}\ (kg) - \text{gordura}\ (kg)$. A MG (kg) foi considerada equivalente aos valores de gordura corporal (kg). Os procedimentos de preparo e de execução estão descritos no APÊNDICE C.

4.3.5 Análise Estatística

Os resultados foram expressos como média $\pm$ desvio-padrão, mediana (variação interquartilica) ou porcentagem quando apropriado. Variáveis contínuas de distribuição normal foram analisadas usando teste t de Student, enquanto para as de distribuição não normal foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney. O teste do Qui-quadrado foi utilizado para a comparação de variáveis categóricas.

Foram considerados métodos testados: antropometria (CMB e %CG), BIAUNI e BIAMULT. Os valores de MLG (kg) e MG (kg) obtidos por todos os métodos testados foram confrontados com os valores da DXA, padrão de referência. A força de correlação entre as medidas foi calculada utilizando o coeficiente de correlação de Pearson.

A concordância entre os métodos foi realizada por meio do coeficiente de correlação intraclassa (ICC) e análise de Bland-Altman. Para o ICC, foram considerados: $ICC < 0,4$, reprodutibilidade pobre; $0,4 \leq ICC < 0,75$, reprodutibilidade satisfatória; e $ICC \geq 0,75$, reprodutibilidade excelente.³³ A análise de Bland-Altman foi realizada por meio da avaliação dos vieses sistemático e de proporcionalidade entre os valores obtidos pelos métodos testados e a DXA.

O viés sistemático foi avaliado por meio do teste t de Student para uma amostra, verificando se a média das diferenças entre os métodos seria igual a “0”. Já o viés de proporcionalidade foi avaliado por meio da regressão linear para determinar se a diferença entre os métodos era influenciada tendenciosamente pela magnitude da medida, considerando a diferença dos valores ($\text{Diferença} = DXA - \text{método testado}$) como variável dependente e a média entre eles ($\text{média} = (DXA + \text{método testado}) / 2$) como variável independente. Foi considerado viés positivo

quando $p < 0,05$ para ambos os vieses, e a presença de viés de proporcionalidade classificou o método como não concordante com a DXA na avaliação dos compartimentos corporais.

A representação gráfica do diagrama de Bland-Altman foi mostrada por meio de diagramas de dispersão, onde as linhas contínuas em vermelho correspondem a média das diferenças entre os métodos testados e a DXA, sendo as tracejadas o seu intervalo de confiança. As linhas tracejadas pretas representam os limites de concordância com 95% de confiabilidade (média das diferenças $\pm 2 \times$ desvio padrão).

As análises foram realizadas considerando dois grupos distintos: grupo HD e grupo DP. Em ambos, foi considerada a população total e análise de subgrupos, nos quais os pacientes foram divididos com relação ao sexo, mediana da idade e mediana do IMC.

A análise de regressão linear foi usada para selecionar preditores no desenvolvimento de novas equações para quantificação da MLG e MG. Nestas análises, MLG_DXA e MG_DXA foram consideradas com variáveis dependentes. O software utilizado foi o IBM SPSS STATISTICS versão 23 e o critério de significância estatística correspondeu a um valor de $p < 0,05$.



Resultados

5 RESULTADOS

5.1 Características gerais da população

A casuística foi composta por 112 indivíduos, sendo 62 em HD e 50 em DP. As características demográficas e clínicas dos pacientes incluídos segundo a modalidade dialítica (HD e DP) e sexo estão descritas na tabela 1. Os pacientes apresentaram média de idade similar em ambos os grupos, com $55,5 \pm 14,5$ anos e $55,1 \pm 16,3$ anos para HD e DP, respectivamente. Os grupos foram semelhantes quanto a maioria das características, com predomínio do sexo masculino na HD (56,4%) e sexo feminino na DP (54,0%). O grupo DP apresentou maior proporção de indivíduos que se autodeclararam brancos (90% vs. 71%, $p=0,014$) e menor tempo de tratamento dialítico [9(5-17) vs. 31(17-62) meses, $p<0,001$].

Tabela 1. Características demográficas e clínicas dos participantes do estudo segundo a modalidade de tratamento dialítico e sexo

	HEMODIÁLISE				DIÁLISE PERITONEAL			
	Total (n=62)	Homens (n=35)	Mulheres (n=27)	p	Total (n=50)	Homens (n=23)	Mulheres (n=27)	p
Idade (anos)	$55,5 \pm 14,5$	$56,7 \pm 14,1$	$53,9 \pm 15,1$	0,453	$55,1 \pm 16,3$	$54,4 \pm 15,4$	$55,7 \pm 17,3$	0,787
Cor da pele (%) *								
Branca	71,0	71,4	70,4	0,699	90,0	100,0	85,2	0,316
Preta	4,8	2,9	7,4		2,0	0,0	3,7	
Parda	22,6	22,9	22,2		2,0	0,0	7,4	
Amarela	1,6	2,9	0,0		6,0	0,0	3,7	
Escolaridade (< 9 anos de estudo)	75,8	71,4	81,5	0,355	64,0	65,2	65,4	0,990
Tempo de diálise (meses)*	31 (17-62)	26 (15-63)	38 (17-61)	0,943	9 (5-17)	7 (5-14)	11 (6-18)	0,163
Doença de base (%)								
DM	27,4	25,7	29,6	0,332	22,0	30,4	14,8	0,658
HAS	27,4	25,7	29,6		16,0	21,7	37,5	
GNC	17,7	20,0	14,8		16,0	8,7	22,2	
Outras	27,5	28,6	26,0		46,0	39,2	25,5	
DM (%)	33,9	31,4	37,0	0,644	30,0	34,8	25,9	0,496
PAS	130 (120-143)	120 (110-140)	140 (120-150)	0,358	140 (120-160)	140 (120-170)	140 (120-150)	0,285
PAD	80 (70-90)	80 (70-90)	80 (70-90)	0,871	80 (70-100)	80 (70-100)	80 (70-100)	0,889

Dados expressos em médias $\pm$ desvio padrão, mediana (variação interquartilica) ou frequências. Teste t de Student, Mann-Whitney ou Qui-quadrado. *Variável com valor de p significativo para comparação entre HD e DP. $p<0,05$. Abreviações: DM, Diabetes Mellitus; GNC, Glomérulo Nefrite Crônica; HAS, Hipertensão Arterial Sistêmica; PAD, Pressão Arterial Diastólica; PAS, Pressão Arterial Sistólica.

A tabela 2 expressa estado de hidratação e parâmetros nutricionais e laboratoriais nos dois grupos de estudo. Pacientes em DP apresentaram maior OH ($0,8 \pm 1,1$ vs. $-0,9 \pm 1,3$, $p < 0,001$), maior percentual de OH/AEC ($5,0 \pm 7,2\%$ vs. $-7,4 \pm 11,7\%$, $p < 0,001$) e menor concentração de albumina sérica ($3,6 \pm 0,4$ g/dl vs. $4,0 \pm 0,4$ g/dl, $p < 0,001$). Não houve diferença entre os grupos HD e DP com relação às demais variáveis.

Tabela 2. Estado de hidratação e parâmetros nutricionais e laboratoriais dos participantes do estudo segundo a modalidade de tratamento dialítico e sexo

	HEMODIÁLISE				DIÁLISE PERITONEAL			
	Total (n=62)	Homens (n=35)	Mulheres (n=27)	p	Total (n=50)	Homens (n=23)	Mulheres (n=27)	p
OH*	$-0,9 \pm 1,7$	$-0,7 \pm 2,1$	$-1,2 \pm 1,1$	0,456	$0,8 \pm 1,1$	$0,9 \pm 1,1$	$0,7 \pm 1,1$	0,517
OH/AEC (%) *	$-7,4 \pm 11,7$	$-5,6 \pm 13,4$	$-9,9 \pm 8,8$	0,154	$5,0 \pm 7,2$	$5,0 \pm 6,0$	$5,0 \pm 8,2$	0,975
IMC (kg/m ²)	$25,4 \pm 4,6$	$24,9 \pm 3,5$	$26,0 \pm 5,7$	0,397	$25,8 \pm 4,3$	$26,9 \pm 4,1$	$24,8 \pm 4,3$	0,079
MLG_DXA (%)	$70,9 \pm 7,7$	$75,4 \pm 6,2$	$65,0 \pm 5,0$	0,001	$69,7 \pm 6,1$	$72,9 \pm 6,0$	$67,3 \pm 5,0$	0,001
MG_DXA (%)	$29,1 \pm 7,7$	$24,6 \pm 6,2$	$35,0 \pm 5,0$	0,001	$30,1 \pm 6,1$	$27,1 \pm 6,0$	$32,7 \pm 5,0$	0,001
ITM_DXA (kg/m ²)	$18,0 \pm 2,6$	$18,8 \pm 1,9$	$17,0 \pm 3,1$	0,009	$18,0 \pm 2,7$	$19,6 \pm 2,6$	$16,7 \pm 2,0$	<0,001
ITG_DXA (kg/m ²)	$7,7 \pm 3,0$	$6,4 \pm 2,3$	$9,4 \pm 3,1$	0,001	$7,8 \pm 2,5$	$7,3 \pm 2,3$	$8,3 \pm 2,5$	0,184
Albumina (g/dl) *	$4,0 \pm 0,4$	$4,0 \pm 0,4$	$3,9 \pm 0,5$	0,140	$3,6 \pm 0,4$	$3,8 \pm 0,4$	$3,5 \pm 0,4$	0,012
Creatinina (mg/dl)	$9,7 \pm 2,9$	$10,7 \pm 2,9$	$8,4 \pm 2,3$	0,001	$9,1 \pm 2,9$	$9,9 \pm 3,1$	$8,4 \pm 2,6$	0,078
Hemoglobina (g/dl)	$11,3 \pm 1,7$	$11,3 \pm 1,4$	$11,2 \pm 2,0$	0,888	$11,1 \pm 1,8$	$11,8 \pm 2,0$	$10,5 \pm 1,3$	0,008
CT (mg/dl)	146 ± 42	139 ± 42	156 ± 41	0,113	151 ± 31	142 ± 33	$160 \pm 27,8$	0,042
PCR (mg/dl)	$0,7$ (0,5-1,4)	$0,6$ (0,5-1,2)	$0,7$ (0,5-1,5)	0,555	$0,6$ (0,5-0,9)	$0,5$ (0,5-1,1)	$0,6$ (0,5-0,9)	0,925

Dados expressos em média $\pm$ desvio padrão ou mediana (variação interquartilica). Teste t de Student ou Teste Mann-Whitney. *Variável com valor de p significativo para comparação entre HD e DP. $p < 0,05$.

Abreviações: AEC, Água extracelular; CT, Colesterol total; DXA, Densitometria de raio x de dupla energia; HDL-c, Lipoproteína de alta densidade; IMC, Índice de massa corporal; ITG, Índice de tecido gordo; ITM, Índice de tecido magro; MG, Massa gorda; MLG, Massa livre de gordura; OH, Índice de hiperidratação; PCR, Proteína C reativa; TG, Triglicerídeo; %, percentual.

O IMC médio foi de $25,4 \pm 4,6$ kg/m² e $25,8 \pm 4,3$ kg/m² em HD e DP, respectivamente. Por meio da DXA, o grupo HD apresentou % médio de MLG de $70,9 \pm 7,7\%$ e de MG de $29,1 \pm 7,7\%$ e, no grupo DP, a média do % de MLG foi de $69,7 \pm 6,1\%$ e de MG foi $30,1 \pm 6,1\%$. Conforme esperado, quando as populações foram divididas por sexo, observou-se diferença significativa de %MLG e %MG entre homens e mulheres, independente da terapia de diálise (tabela 2). Em ambos os grupos, o sexo feminino apresentou menor %MLG ($65,0 \pm 5,0\%$ e $67,3 \pm 5,0\%$) e maior %MG ($35,1 \pm 5,0\%$ e $32,7 \pm 5,0\%$) para HD e DP, respectivamente ($p < 0,001$).

Apenas no grupo HD houve diferença significativa dos valores séricos de creatinina com relação ao sexo, sendo que pacientes do sexo feminino apresentaram menores valores quando comparados ao sexo masculino ($8,4 \pm 2,3$ mg/dl vs. $10,7 \pm 2,9$ mg/dl, $p=0,001$), indicando menor MM, como previsto (tabela 2). No grupo DP, os valores médios de albumina ($3,8 \pm 0,4$ g/dl vs. $3,5 \pm 0,4$ g/dl, $p=0,012$) e hemoglobina ($11,8 \pm 2,0$ g/dl vs. $10,5 \pm 1,3$ g/dl, $p=0,008$) séricas foram significativamente maiores no sexo masculino. Estes, também apresentaram menores valores médios de colesterol total sérico quando comparados aos de mulheres do mesmo grupo (142 ± 33 mg/dl vs. $160 \pm 27,8$ mg/dl, $p=0,042$).

A tabela 3 mostra os coeficientes de correlação de Pearson entre a composição corporal mensurada por DXA e pelos demais métodos avaliados no estudo. Na população geral de ambos os grupos estudados (HD e DP), todos os métodos apresentaram forte correlação com o padrão de referência ($r > 0,7$).

Tabela 3. Coeficientes de Correlação de Pearson (r) entre a composição corporal mensurada por DXA, parâmetros antropométricos, BIAUNI e BIAMULT nos participantes do estudo segundo a modalidade de tratamento dialítico e sexo

	HEMODIÁLISE			DIÁLISE PERITONEAL		
	Total (n=62)	Homens (n=35)	Mulheres (n=27)	Total (n=50)	Homens (n=23)	Mulheres (n=27)
PARÂMETROS ANTROPOMÉTRICOS						
Massa livre de gordura (kg)						
DXA vs. CMB	0,71	0,89	0,92	0,84	0,82	0,94
Massa gorda (kg)						
DXA vs. DC	0,92	0,89	0,94	0,78	0,70	0,86
BIOIMPEDÂNCIA UNIFREQUENCIAL						
Massa livre de gordura (kg)						
DXA vs. BIAUNI	0,92	0,85	0,92	0,91	0,80	0,90
Massa gorda (kg)						
DXA vs. BIAUNI	0,91	0,89	0,92	0,80	0,67	0,93
BIOIMPEDÂNCIA MULTIFREQUENCIAL						
Massa livre de gordura (kg)						
DXA vs. BIAMULT	0,80	0,71	0,73	0,88	0,79	0,76
Massa gorda (kg)						
DXA vs. BIAMULT	0,87	0,86	0,91	0,80	0,71	0,89

Dados expressos em r, teste de correlação de Pearson. $p < 0,001$.

Abreviações: BIAMULT, Bioimpedância multifrequencial; BIAUNI, Bioimpedância unifrequencial; CMB, Circunferência muscular do braço; DC, Dobras cutâneas; DXA, Densitometria de raio x de dupla energia.

5.2 Avaliação da concordância entre parâmetros antropométricos e DXA.

Quando considerada a população total em ambos os grupos (HD e DP), a reprodutibilidade das medidas antropométricas avaliadas por meio do ICC foi considerada excelente ($ICC \geq 0,75$) para os dois compartimentos corporais quando comparadas com a DXA (tabela 4).

Tabela 4. Coeficiente de correlação intraclasse (ICC) entre as medidas obtidas por DXA, parâmetros antropométricos, BIAUNI e BIAMULT na avaliação da composição corporal nos pacientes do estudo segundo a modalidade de tratamento dialítico

	HEMODIÁLISE			DIÁLISE PERITONEAL		
	Total (n=62)	Homens (n=35)	Mulheres (n=27)	Total (n=50)	Homens (n=23)	Mulheres (n=27)
PARÂMETROS ANTROPOMÉTRICOS						
Massa livre de gordura (kg)						
DXA vs. CMB	0,75	0,67	0,87	0,85	0,76	0,88
Massa gorda (kg)						
DXA vs. DC	0,95	0,93	0,96	0,85	0,79	0,92
BIOIMPEDÂNCIA UNIFREQUENCIAL						
Massa livre de gordura (kg)						
DXA vs. BIAUNI	0,93	0,87	0,93	0,95	0,88	0,95
Massa gorda (kg)						
DXA vs. BIAUNI	0,93	0,90	0,95	0,88	0,79	0,96
BIOIMPEDÂNCIA MULTIFREQUENCIAL						
Massa livre de gordura (kg)						
DXA vs. BIAMULT	0,82	0,69	0,78	0,93	0,88	0,81
Massa gorda (kg)						
DXA vs. BIAMULT	0,85	0,81	0,88	0,84	0,79	0,89

Dados expressos em r, teste de correlação de Pearson. $p < 0,001$.

Abreviações: BIAMULT, Bioimpedância multifrequencial; BIAUNI, Bioimpedância unifrequencial; CMB, Circunferência muscular do braço; DC, Dobras cutâneas; DXA, Densitometria de raio x de dupla energia; IC, Intervalo de confiança.

No entanto, foi observado presença de viés proporcional ($p < 0,05$) por meio da análise de Bland-Altman (tabela 5), caracterizando os métodos como não concordantes com a DXA e imprecisos na avaliação dos compartimentos corporais na amostra total em ambos os grupos.

Tabela 5. Concordância entre as medidas obtidas por DXA e parâmetros antropométricos na avaliação da composição corporal nos pacientes do estudo divididos em subgrupos segundo a modalidade de tratamento dialítico

	HEMODIÁLISE				DIÁLISE PERITONEAL				
	Viés sistemático		p	Viés proporcional	Viés sistemático		p	Viés proporcional	
	Viés	IC 95%			Viés	IC 95%			
TOTAL (n=62 em HD e n=50 em DP)									
Massa livre de gordura (kg)									
DXA vs. CMB	2,6±6,5	0,9 a 4,2	0,003	<0,001	1,2±6,5	-0,6 a 3,1	0,191	<0,001	
Massa gorda (kg)									
DXA vs. DC	0,3±3,6	-0,6 a 1,2	0,491	<0,001	-1,1±5,4	-2,6 a 0,5	0,174	0,005	
HOMENS (n=35 em HD e n=23 em DP)									
Massa livre de gordura (kg)									
DXA vs. CMB	7,4±3,2	6,3 a 8,5	<0,001	0,001	6,6±5,7	4,2 a 9,1	<0,001	0,019	
Massa gorda (kg)									
DXA vs. DC	1,5±3,5	0,3 a 2,7	0,019	0,072	-1,0±7,0	-4,0 a 2,0	0,493	0,019	
MULHERES (n=27 em HD e n=27 em DP)									
Massa livre de gordura (kg)									
DXA vs. CMB	-3,7±3,6	-5,2 a -2,3	<0,001	<0,001	-3,4±2,1	-4,2 a -2,6	<0,001	0,016	
Massa gorda (kg)									
DXA vs. DC	-1,2±3,3	-2,5 a 0,1	0,076	0,028	-1,1±3,6	-2,5 a 0,3	0,133	0,223	
IDADE < 56 ANOS (n=31 em HD e n=24 em DP)									
Massa livre de gordura (kg)									
DXA vs. CMB	2,4±7,0	-0,2 a 4,9	0,067	<0,001	1,6±7,4	-1,5 a 4,7	0,309	<0,001	
Massa gorda (kg)									
DXA vs. DC	0,8±4,2	-0,7 a 2,4	0,282	0,004	-0,6±7,3	-3,7 a 2,4	0,674	0,010	
IDADE ≥ 56 ANOS (n=31 em HD e n=26 em DP)									
Massa livre de gordura (kg)									
DXA vs. CMB	2,8±6,1	0,5 a 5,0	0,018	0,003	0,9±5,7	-1,4 a 3,2	0,428	<0,001	
Massa gorda (kg)									
DXA vs. DC	-0,2±2,9	-1,2 a 0,9	0,712	0,025	-1,4±2,7	-2,5 a -0,3	0,012	0,220	
ÍNDICE DE MASSA CORPORAL < 25kg/m ² (n=31 em HD e n=24 em DP)									
Massa livre de gordura (kg)									
DXA vs. CMB	1,7±7,1	-0,9 a 4,3	0,201	<0,001	-1,2±4,7	-3,2 a 0,8	0,235	<0,001	
Massa gorda (kg)									
DXA vs. DC	1,0±3,3	-0,2 a 2,2	0,112	0,001	0,1±2,7	-1,0 a 1,3	0,841	0,442	
ÍNDICE DE MASSA CORPORAL ≥ 25kg/m ² (n=31 em HD e n=26 em DP)									
Massa livre de gordura (kg)									
DXA vs. CMB	3,5±5,8	1,3 a 5,6	0,002	<0,001	3,4±7,2	0,5 a 6,3	0,022	<0,001	
Massa gorda (kg)									
DXA vs. DC	-0,3±3,8	-1,7 a 1,1	0,633	0,044	-2,1±6,9	-4,9 a 0,6	0,128	0,028	

Teste t Student e Regressão linear. p<0.05.

Abreviações: CMB, Circunferência muscular do braço; DC, Dobras cutâneas; DP, Diálise peritoneal; DXA, Densitometria de raio x de dupla energia; HD, Hemodiálise; IC, Intervalo de confiança.

A figura 5 expressa o diagrama de concordância de Bland-Altman para MLG e MG mensurados por parâmetros antropométricos nos grupos do estudo.

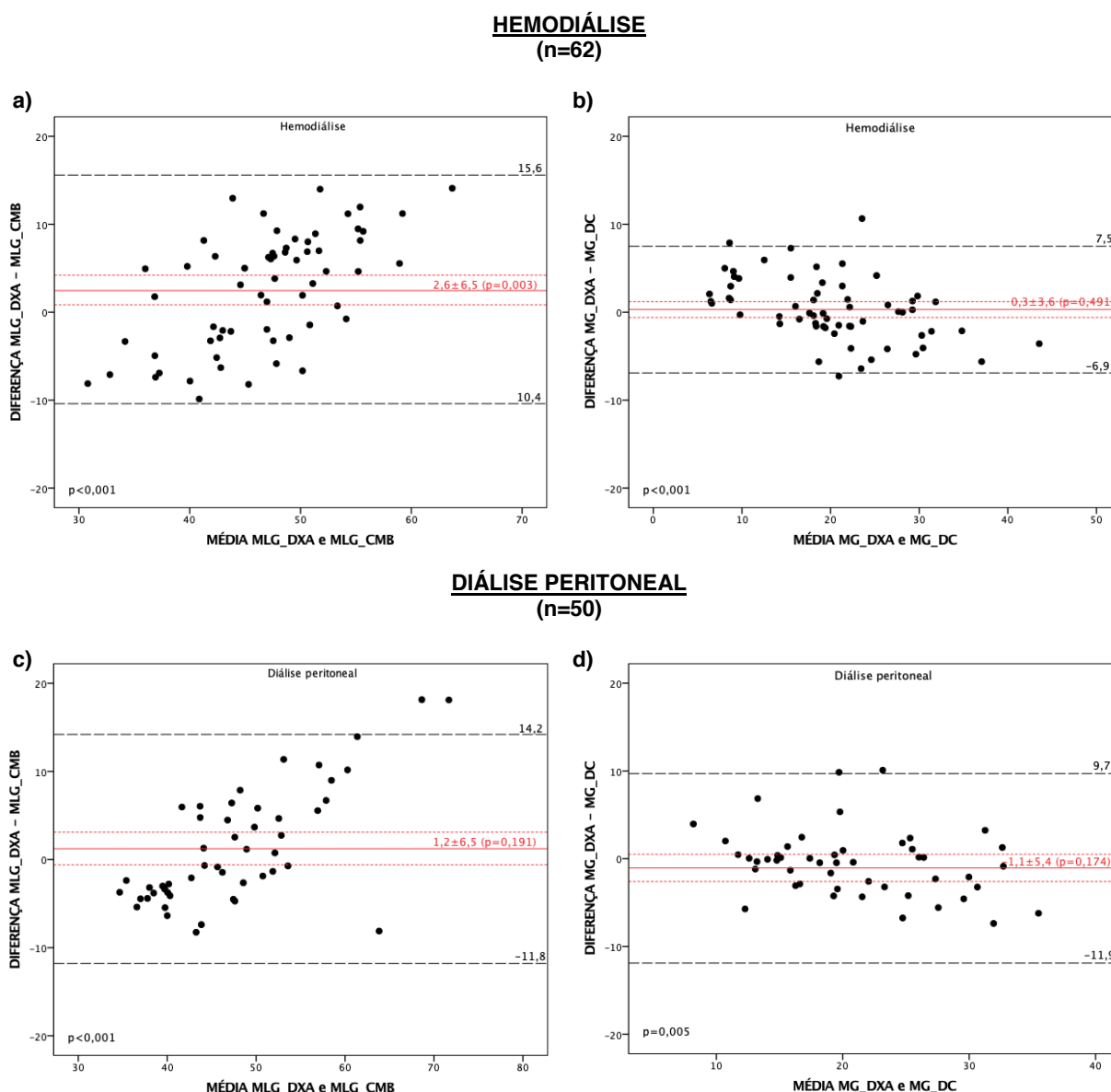


Figura 5. Diagrama de Concordância de Bland-Altman para MLG e MG mensurados por parâmetros antropométricos nos pacientes do estudo segundo a modalidade de tratamento dialítico. a) Diagrama de Bland-Altman para MLG mensurado por meio da CMB e DXA nos pacientes em HD; b) Diagrama de Bland-Altman para MG mensurado por meio das DC e DXA nos pacientes em HD; c) Diagrama de Bland-Altman para MLG mensurado por meio da CMB e DXA nos pacientes em DP; d) Diagrama de Bland-Altman para MG mensurado por meio das DC e DXA nos pacientes em DP. As linhas em vermelho representam a diferença entre os parâmetros antropométricos e a DXA, sendo as contínuas a média e as tracejadas o seu intervalo de confiança. As linhas pretas tracejadas representam os limites de acordo (média das diferenças ± 2 x desvio padrão) no intervalo de confiança de 95%.

Abreviações: CMB, Circunferência muscular do braço; DC, Dobras cutâneas; DP, Diálise peritoneal; DXA, Densitometria de raio x de dupla energia; HD, Hemodiálise; MG, Massa gorda; MLG, Massa livre de gordura.

Fonte: Material elaborado pelo autor.

Na análise de subgrupos (tabela 5), foi encontrada concordância com a DXA na avaliação da MG quando considerado somente indivíduos do sexo feminino em tratamento por DP. Nestes, os valores obtidos por meio das DC apresentaram ausência de viés sistemático (viés $-1,1 \pm 3,6$, IC95% $-2,5$ a $0,3$, $p=0,133$) e proporcional ($p=0,223$) em comparação com o padrão de referência. Precisão semelhante foi observado na avaliação da MG em indivíduos com $IMC < 25 \text{ kg/m}^2$ do mesmo grupo (viés sistemático $0,1 \pm 2,7$, IC95% $-1,0$ a $1,3$, $p=0,841$; viés proporcional $p=0,442$), em que as medidas foram concordantes com a DXA.

Em dois subgrupos foi observado a ocorrência de erro constante nas medidas da MG, com ausência de viés proporcional ($p > 0,05$): pacientes do sexo masculino tratados por HD, que apresentaram subestimação da MG em $1,5 \pm 3,5 \text{ kg}$ (IC 95% $0,3$ a $2,7$, $p=0,019$); e indivíduos com idade ≥ 56 anos no grupo DP, com superestimação deste compartimento corporal na avaliação por DC (viés $-1,4 \pm 2,7 \text{ kg}$, IC95% $-2,5$ a $-0,3$, $p=0,012$).

A representação gráfica das análises de concordância de Bland-Altman para parâmetros antropométricos e DXA nos diferentes subgrupos de pacientes em HD e DP está expressa no APÊNDICE D.

5.3 Avaliação da concordância entre a bioimpedância unifrequencial (BIAUNI) e DXA

A reprodutibilidade das medidas avaliadas por meio do ICC foi excelente para todas as avaliações de BIAUNI em comparação com o padrão de referência ($ICC \geq 0,75$, tabela 4). Na análise de Bland-Altman, observou-se ausência de viés de proporcionalidade ($p > 0,05$) quando considerada a população total de ambos os grupos (tabela 6).

Tabela 6. Concordância entre as medidas obtidas por DXA e BIAUNI na avaliação da composição corporal nos pacientes do estudo divididos em subgrupos segundo a modalidade de tratamento dialítico

	HEMODIÁLISE				DIÁLISE PERITONEAL			
	Viés sistemático		p	Viés proporcional	Viés sistemático		p	Viés proporcional
	Viés	IC 95%		p	Viés	IC 95%		p
TOTAL (n=62 em HD e n=50 em DP)								
Massa livre de gordura (kg)								
DXA vs. BIAUNI	3,1±3,6	2,2 a 4,1	<0,001	0,766	-0,5±4,9	-1,8 a 0,9	0,506	0,455
Massa gorda (kg)								
DXA vs. BIAUNI	-2,3±3,3	-3,1 a -1,5	<0,001	0,282	0,3±4,6	-0,9 a 1,7	0,543	0,053
HOMENS (n=35 em HD e n=23 em DP)								
Massa livre de gordura (kg)								
DXA vs. BIAUNI	3,4±3,8	2,1 a 4,7	<0,001	0,711	-0,4±6,7	-3,2 a 2,5	0,789	0,351
Massa gorda (kg)								
DXA vs. BIAUNI	-2,9±3,4	-4,0 a -1,7	<0,001	0,103	0 ±6,2	-2,6 a 2,7	0,973	0,187
MULHERES (n=27 em HD e n=27 em DP)								
Massa livre de gordura (kg)								
DXA vs. BIAUNI	2,8±3,2	1,5 a 4,1	<0,001	0,844	-0,5±2,6	-1,6 a 0,5	0,298	0,822
Massa gorda (kg)								
DXA vs. BIAUNI	-1,6±3,1	-2,8 a -0,3	0,015	0,481	0,7±2,6	-0,3 a 1,7	0,178	0,127
IDADE < 56 ANOS (n=31 em HD e n=24 em DP)								
Massa livre de gordura (kg)								
DXA vs. BIAUNI	2,6±3,4	1,4 a 3,9	<0,001	0,497	-0,5±6,3	-3,2 a 2,1	0,681	0,746
Massa gorda (kg)								
DXA vs. BIAUNI	-1,3±3,7	-2,7 a 0	0,051	0,325	0,7±6,0	-1,8 a 3,2	0,564	0,014
IDADE ≥ 56 ANOS (n=31 em HD e n=26 em DP)								
Massa livre de gordura (kg)								
DXA vs. BIAUNI	3,7±3,7	2,3 a 5,0	<0,001	0,907	-0,4±3,2	-1,7 a 0,9	0,535	0,332
Massa gorda (kg)								
DXA vs. BIAUNI	-3,3±2,7	-4,2 a -2,3	<0,001	0,815	0,1±2,8	-1,0 a 1,2	0,854	0,588
ÍNDICE DE MASSA CORPORAL < 25kg/m² (n=31 em HD e n=24 em DP)								
Massa livre de gordura (kg)								
DXA vs. BIAUNI	2,6±3,8	1,2 a 4,0	0,001	0,285	-0,7±3,0	-2,0 a 0,6	0,263	0,168
Massa gorda (kg)								
DXA vs. BIAUNI	-2,2±3,4	-3,5 a -1,0	0,001	0,145	0,8±3,0	-0,5 a 2,1	0,204	0,055
ÍNDICE DE MASSA CORPORAL ≥ 25kg/m² (n=31 em HD e n=26 em DP)								
Massa livre de gordura (kg)								
DXA vs. BIAUNI	3,7±3,2	2,5 a 4,8	<0,001	0,161	-0,2±6,2	-2,7 a 2,3	0,844	0,472
Massa gorda (kg)								
DXA vs. BIAUNI	-2,4±3,3	-3,6 a -1,2	<0,001	0,698	0±5,7	-2,3 a 2,3	0,980	0,128

Teste t Student e Regressão linear. p<0.05.

Abreviações: BIAUNI, Bioimpedância unifrequencial; DP, Diálise peritoneal; DXA, Densitometria de raio x de dupla energia; HD, Hemodiálise; IC, Intervalo de confiança.

A figura 6 expressa o diagrama de concordância de Bland-Altman para MLG e MG mensurados por BIAUNI nos grupos do estudo (HD e DP).

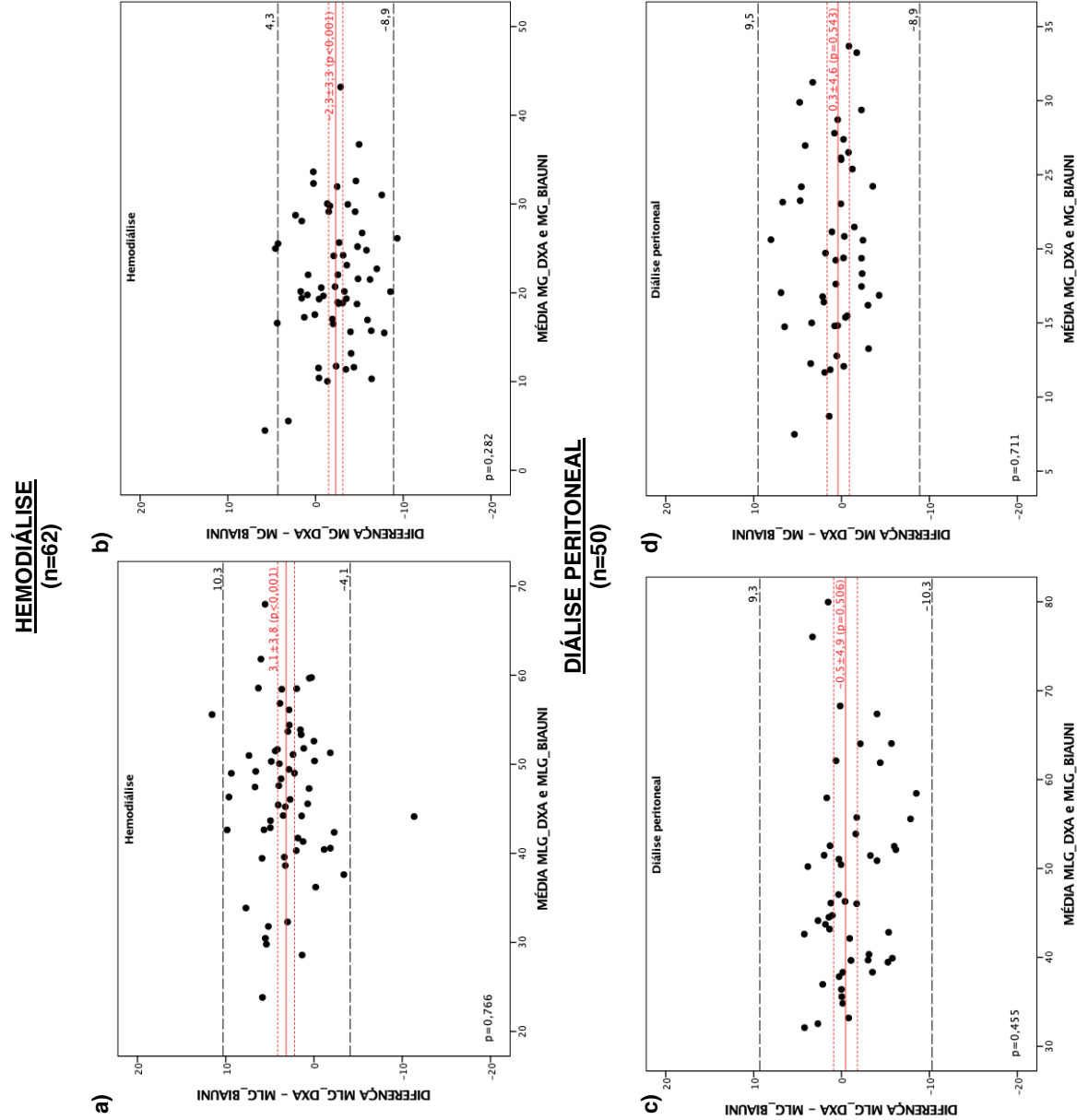


Figura 6. Diagrama de Concordância de Bland-Altman para MLG e MG mensurados por BIAUNI nos pacientes do estudo segundo a modalidade de tratamento dialítico. a) Diagrama de Bland-Altman para MLG mensurado por meio da BIAUNI e DXA nos pacientes em HD; b) Diagrama de Bland-Altman para MG mensurado por meio da BIAUNI e DXA nos pacientes em HD; c) Diagrama de Bland-Altman para MLG mensurado por meio da BIAUNI e DXA nos pacientes em DP; d) Diagrama de Bland-Altman para MG mensurado por meio da BIAUNI e DXA nos pacientes em DP. As linhas em vermelho representam a diferença entre a BIAUNI e a DXA, sendo as contínuas a média e as tracejadas o seu intervalo de confiança. As linhas pretas tracejadas representam os limites de acordo (média das diferenças $\pm$ 2 x desvio padrão) no intervalo de confiança de 95%.
Abreviações: BIAUNI, Bioimpedância unifrequencial; DP, Diálise peritoneal; DXA, Densitometria de raio x de dupla energia; HD, Hemodálise; MG, Massa gorda; MLG, Massa livre de gordura.
Fonte: Material elaborado pelo autor.

No grupo DP, a BIAUNI apresentou avaliação precisa dos compartimentos corporais, com ausência de viés sistemático para MLG (viés $-0,5 \pm 4,9$, IC95% $-1,8$ a $0,9$, $p=0,506$) e MG (viés $0,3 \pm 4,6$, IC95% $-0,9$ a $1,7$, $p=0,543$) (tabela 6 e figura 6). Este resultado se manteve na avaliação de subgrupos, com exceção da avaliação de pacientes com idade <56 anos, em que os valores obtidos foram influenciados tendenciosamente pela magnitude da medida (viés proporcionalidade, $p=0,014$) (tabela 6).

No entanto, apesar da ausência de viés de proporcionalidade, foi observado subestimação da MLG (viés $3,1 \pm 3,6$, IC95% $2,2$ a $4,1$, $p<0,001$) e superestimação da MG (viés $-2,3 \pm 3,3$, IC95% $-3,1$ a $-1,5$, $p<0,001$) quando considerados pacientes em tratamento por HD (tabela 6 e figura 6). Neste grupo, houve concordância somente nas medidas de MG em pacientes com idade <56 anos, não havendo diferença significativa entre as medidas obtidas por BIAUNI e DXA (viés $-1,3 \pm 3,7$, IC95% $-2,7$ a 0 , $p=0,051$).

A representação gráfica das análises de concordância de Bland-Altman para BIAUNI e DXA nos diferentes subgrupos de pacientes em HD e DP está expressa no APÊNDICE E.

5.4 Avaliação da concordância entre a bioimpedância multifrequencial (BIAMULT) e DXA.

A reprodutibilidade das medidas de MLG e MG por meio da BIAMULT foi considerada excelente na amostra total de HD e DP ($ICC \geq 0,75$, tabela 4).

Quando avaliada a concordância da MLG por meio da técnica de Bland-Altman, observou-se que não houve viés de proporcionalidade ($p>0,05$) em ambos os grupos estudados (tabelas 6 e 7; figura 7). No entanto, os valores obtidos por BIAMULT na amostra geral dos pacientes subestimaram este compartimento corporal em $5,2 \pm 5,6$ kg (IC95% $3,8$ a $6,6$, $p<0,001$) e $2,5 \pm 5,4$ kg (IC95% $0,9$ a $4,0$, $p=0,002$) em HD e DP, respectivamente (tabela 5).

Tabela 7. Concordância entre as medidas obtidas por DXA e BIAMULTI na avaliação da composição corporal nos pacientes do estudo divididos em subgrupos segundo a modalidade de tratamento dialítico

	HEMODIÁLISE				DIÁLISE PERITONEAL			
	Viés sistemático		Viés proporcional		Viés sistemático		Viés proporcional	
	Viés	IC 95%	p	p	Viés	IC 95%	p	p
TOTAL (n=62 em HD e n=50 em DP)								
Massa livre de gordura (kg)								
DXA vs. BIAMULT	5,2±5,6	3,8 a 6,6	<0,001	0,636	2,5±5,4	0,9 a 4,0	0,002	0,403
Massa gorda (kg)								
DXA vs. BIAMULT	-4,3±5,5	-5,7 a -2,9	<0,001	<0,001	-2,5±4,9	-3,9 a -1,1	0,001	0,005
HOMENS (n=35 em HD e n=23 em DP)								
Massa livre de gordura (kg)								
DXA vs. BIAMULT	5,8±5,3	4,0 a 7,6	<0,001	0,792	2,0±6,6	-0,9 a 4,8	0,166	0,527
Massa gorda (kg)								
DXA vs. BIAMULT	-5,0±5,2	-6,8 a -3,2	<0,001	<0,001	-2,2±5,8	-4,7 a 0,3	0,087	0,205
MULHERES (n=27 em HD e n=27 em DP)								
Massa livre de gordura (kg)								
DXA vs. BIAMULT	4,4±5,9	2,0 a 6,8	0,001	0,932	2,9±4,1	1,2 a 4,5	0,001	0,848
Massa gorda (kg)								
DXA vs. BIAMULT	-3,4±5,9	-5,7 a -1,0	0,006	<0,001	-2,8±4,1	-4,3 a -1,1	0,002	0,003
IDADE < 56 ANOS (n=31 em HD e n=24 em DP)								
Massa livre de gordura (kg)								
DXA vs. BIAMULT	4,3±4,8	2,5 a 6,1	<0,001	0,453	2,2±5,0	0,1 a 4,3	0,041	0,748
Massa gorda (kg)								
DXA vs. BIAMULT	-3,1±4,7	-4,9 a -1,4	0,001	<0,001	-2,0±4,4	-3,9 a -0,1	0,036	0,003
IDADE ≥ 56 ANOS (n=31 em HD e n=26 em DP)								
Massa livre de gordura (kg)								
DXA vs. BIAMULT	6,1±6,2	3,8 a 8,4	<0,001	0,836	2,7±5,8	0,4 a 5,1	0,025	0,164
Massa gorda (kg)								
DXA vs. BIAMULT	-5,4±6,1	-7,7 a -3,2	<0,001	0,001	-2,9±5,4	-5,1 a -0,7	0,011	0,222
ÍNDICE DE MASSA CORPORAL < 25kg/m² (n=31 em HD e n=24 em DP)								
Massa livre de gordura (kg)								
DXA vs. BIAMULT	3,4±4,3	1,8 a 5,0	<0,001	0,828	2,2±3,1	0,9 a 3,6	0,002	0,584
Massa gorda (kg)								
DXA vs. BIAMULT	-2,6±4,6	-4,3 a -1,0	0,003	0,006	-2,0±3,1	-3,3 a -0,7	0,004	0,003
ÍNDICE DE MASSA CORPORAL ≥ 25kg/m² (n=31 em HD e n=26 em DP)								
Massa livre de gordura (kg)								
DXA vs. BIAMULT	7,0±6,2	4,7 a 9,3	<0,001	0,601	2,7±6,9	-0,1 a 5,5	0,058	0,307
Massa gorda (kg)								
DXA vs. BIAMULT	-5,9±6,0	-8,1 a -3,7	<0,001	<0,001	-2,9±6,2	-5,4 a -0,4	0,024	0,023

Teste t Student e Regressão linear. p<0.05.

Abreviações: BIAMULT, Bioimpedância multifrequencial; DP, Diálise peritoneal; DXA, Densitometria de raio x de dupla energia; HD, Hemodiálise; IC, Intervalo de confiança.

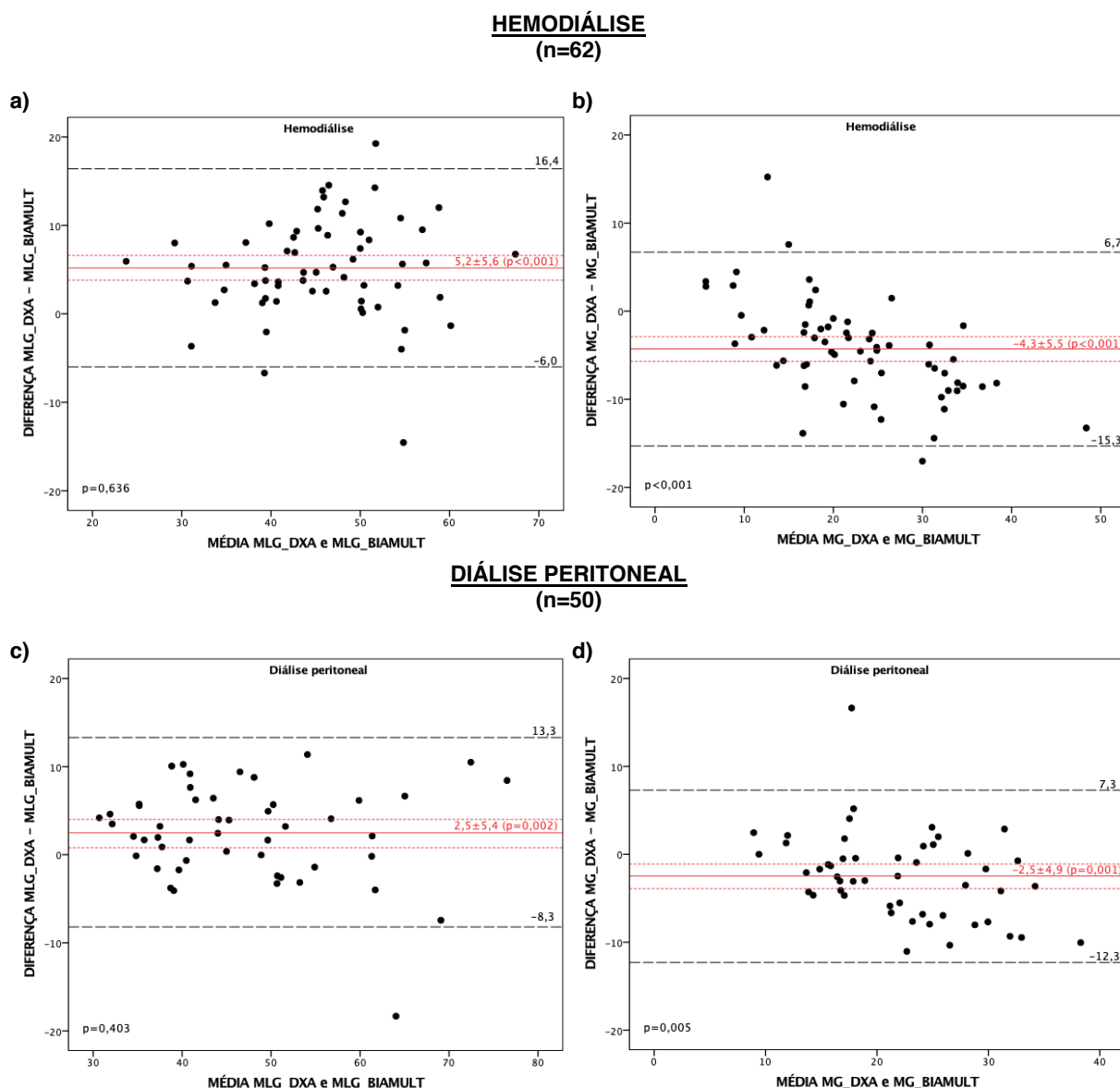


Figura 7. Diagrama de Concordância de Bland-Altman para MLG e MG mensurados por BIAMULT nos pacientes do estudo segundo a modalidade de tratamento dialítico. a) Diagrama de Bland-Altman para MLG mensurado por meio da BIAMULT e DXA nos pacientes em HD; b) Diagrama de Bland-Altman para MG mensurado por meio da BIAMULT e DXA nos pacientes em HD; c) Diagrama de Bland-Altman para MLG mensurado por meio da BIAMULT e DXA nos pacientes em DP; d) Diagrama de Bland-Altman para MG mensurado por meio da BIAMULT e DXA nos pacientes em DP. As linhas em vermelho representam a diferença entre a BIAUNI e a DXA, sendo as contínuas a média e as tracejadas o seu intervalo de confiança. As linhas pretas tracejadas representam os limites de acordo (média das diferenças $\pm 2 \times$ desvio padrão) no intervalo de confiança de 95%.

Abreviações: BIAMULT, Bioimpedância multifrequencial; DP, Diálise peritoneal; DXA, Densitometria de raio x de dupla energia; HD, Hemodiálise; MG, Massa gorda; MLG, Massa livre de gordura.

Fonte: Material elaborado pelo autor.

Exclusivamente nos subgrupos de homens e de pacientes com $IMC \geq 25 \text{ kg/m}^2$, ambos em DP, foi possível observar concordância entre este método e a DXA na avaliação da MLG (tabela 7).

Quando considerada a população total na avaliação da MG, a BIAMULT foi imprecisa tanto em HD quanto em DP, inviabilizando a sua utilização pela presença de viés de proporcionalidade ($p < 0,05$) (tabela 7 e figura 7). A análise de subgrupos expressou resultados semelhantes aos encontrados na população total, com exceção desta avaliação em homens e em pacientes com idade ≥ 56 anos tratados por DP (tabela 7). Em indivíduos do sexo masculino (DP), a BIAMULT mostrou concordância entre os valores obtidos e o padrão de referência, sem viés sistemático (viés $0 \pm 6,2$, IC95% -2,6 a 2,7, $p = 0,973$) e proporcional ($p = 0,187$). Já naqueles com idade ≥ 56 anos do mesmo grupo, apesar dos valores obtidos superestimarem a MG em $2,9 \pm 5,4 \text{ kg}$ ($p = 0,011$), não foi observado viés de proporcionalidade ($p = 0,222$).

A representação gráfica das análises de concordância de Bland-Altman para BIAMULT e DXA nos diferentes subgrupos de pacientes em HD e DP está expressa no APÊNDICE F.

5.5 Equações para estimar a composição corporal

Com a finalidade de minimizar os erros sistemáticos observados na maioria das avaliações, foram realizadas análises de regressão linear múltipla (tabelas 8 e 9) para desenvolver equações mais precisas na predição da MLG e MG em HD e DP.

Tabela 8. Regressão linear múltipla para MLG do DXA com variáveis preditoras nos pacientes do estudo segundo a modalidade de tratamento dialítico

MASSA LIVRE DE GORDURA - DXA								
HEMODIÁLISE (n=62)					DIÁLISE PERITONEAL (n=50)			
	Coeficientes não padronizados	Coeficientes padronizados	p	R ² ajust.	Coeficientes não padronizados	Coeficientes padronizados	p	R ² ajust.
MLG_CMB								
Constante	-10,600				-33,593			
Idade (anos)	-0,025	-0,040			0,015	0,021		
Sexo	-6,140	-0,338			-3,039	-0,137		
Peso (kg)	0,419	0,602	<0,001	0,896	0,470	0,649	<0,001	0,923
Altura (m)	18,485	0,167			31,446	0,262		
CMB (cm)	0,425	0,141			0,080	0,086		
MLG_BIAUNI								
Constante	-0,087				-			
Idade (anos)	-0,019	-0,031			-	-		
Sexo	-6,513	-0,358			-	-		
Peso (kg)	0,489	0,704	<0,001	0,889	-	-	-	-
Altura (m)	14,292	0,129			-	-		
AF (°)	0,342	0,048			-	-		
MLG_BIAMULT								
Constante	-31,097				-22,972			
Idade (anos)	0,074	0,118			0,039	0,057		
Sexo	-3,695	-0,203			-3,077	-0,139		
Peso (kg)	0,508	0,731	<0,001	0,939	0,498	0,688	<0,001	0,936
Altura (m)	18,733	0,169			15,886	0,132		
AF (°)	3,020	0,436			2,244	0,216		
OH (L)	2,193	0,418			2,011	0,200		

Regressão linear múltipla. p<0.05.

Abreviações: AF, Ângulo de fase; BIAMULT, Bioimpedância multifrequencial; BIAUNI, Bioimpedância unifrequencial; CMB, Circunferência muscular do braço; DXA, Densitometria de raio x de dupla energia; MLG, Massa livre de gordura; OH, Índice de hiperidratação.

As equações foram estabelecidas utilizando dados oriundos dos métodos testados em combinação com variáveis demográficas (idade, sexo, peso e altura) (quadros 1 e 2). Visto que, no grupo DP, os valores de MLG e MG obtidos por meio da BIAUNI foram concordantes com a DXA, não foi necessária a construção de fórmulas de ajustes para este método nesta população.

Tabela 9. Regressão linear múltipla para MG do DXA com variáveis preditoras nos pacientes do estudo segundo a modalidade de tratamento dialítico

MASSA GORDA - DXA								
	HEMODIÁLISE (n=62)				DIÁLISE PERITONEAL (n=50)			
	Coeficientes não padronizados	Coeficientes padronizados	p	R ² ajust.	Coeficientes não padronizados	Coeficientes padronizados	p	R ² ajust.
MG_DC								
Constante	-3,657				13,817			
Idade (anos)	0,014	0,027			0,013	0,033		
Sexo	3,060	2,202	<0,001	0,871	1,707	0,134	<0,001	0,829
Peso (kg)	0,335	0,580			0,345	0,827		
Altura (m)	-6,224	-0,067			-15,888	-0,230		
Σ DC	0,102	0,432			0,087	0,347		

Regressão linear múltipla. p<0.05.

Abreviações: BIAMULT, Bioimpedância multifrequencial; BIAUNI, Bioimpedância unifrequencial; DC, Dobras cutâneas; DXA, Densitometria de raio x de dupla energia; MG, Massa gorda.

As equações desenvolvidas para predição da MLG e MG, com base nos valores de DXA, para pacientes tratados por HD e DP, utilizando variáveis socioeconômicas e oriundas dos métodos testados estão expressas no quadro 1 e 2.

Quadro 1. Equações de predição para a MLG e MG em pacientes em HD baseados na CMB, BIAUNI E BIAMULT

HEMODIÁLISE
Massa livre de gordura
$MLG_{CMB/HD} = -10,6 - 0,025 \times \text{idade (anos)} - 6,14 \times \text{sexo (0 se H; 1 se M)} + 0,419 \times \text{peso (kg)} + 18,485 \times \text{estatura (m)} + 0,425 \times \text{CMB (cm)}.$
$MLG_{BIAUNI/HD} = -0,087 - 0,019 \times \text{idade (anos)} - 6,513 \times \text{sexo (0 se H; 1 se M)} + 0,489 \times \text{peso (kg)} + 14,292 \times \text{estatura (m)} + 0,342 \times \text{AF}$
$MLG_{BIAMULT/HD} = -31,097 + 0,074 \times \text{idade (anos)} - 3,695 \times \text{sexo (0 se H; 1 se M)} + 0,508 \times \text{peso (kg)} + 18,733 \times \text{estatura (m)} + 3,02 \times \text{AF (freq. 50)} + 2,193 \times \text{OH}$
Massa gorda
$MG_{DC/HD} = -3,657 - 0,014 \times \text{idade (anos)} + 3,06 \times \text{sexo (0 se H; 1 se M)} + 0,335 \times \text{peso (kg)} - 6,224 \times \text{estatura (m)} + 0,102 \times \sum \text{DC (mm)}.$
$MG_{BIAUNI/HD} = \text{Peso (kg)} - [-0,087 - 0,019 \times \text{idade (anos)} - 6,513 \times \text{sexo (0 se H; 1 se M)} + 0,489 \times \text{peso (kg)} + 14,292 \times \text{estatura (m)} + 0,342 \times \text{AF}]$
$MG_{BIAMULT/HD} = \text{Peso (kg)} - [-31,097 + 0,074 \times \text{idade (anos)} - 3,695 \times \text{sexo (0 se H; 1 se M)} + 0,508 \times \text{peso (kg)} + 18,733 \times \text{estatura (m)} + 3,02 \times \text{AF (freq. 50)} + 2,193 \times \text{OH}]$

Abreviações: AF, Ângulo de fase; BIAMULT, Bioimpedância multifrequencial; BIAUNI, Bioimpedância unifrequencial; CMB, Circunferência muscular do braço; DC, Dobras cutâneas; HD, Hemodiálise; H, Homens; M, Mulheres; MG, Massa gorda; MLG, Massa livre de gordura; OH, Índice de hiperidratação; $\sum$ DC, Somatório das dobras cutâneas (bicipital, tricipital, supra-ilíaca e subescapular).

Quadro 2. Equações de predição para a MLG e MG em pacientes em DP baseados na CMB, BIAUNI E BIAMULT

DIÁLISE PERITONEAL
Massa livre de gordura
$MLG_{CMB/DP} = -33,593 + 0,015 \times \text{idade (anos)} - 3,039 \times \text{sexo (0 se H; 1 se M)} + 0,47 \times \text{peso (kg)} + 31,446 \times \text{estatura (m)} + 0,08 \times \text{CMB (cm)}$
$MLG_{BIAUNI/DP} = MM_BIAUNI$
$MLG_{BIAMULT/DP} = -22,972 + 0,039 \times \text{idade (anos)} - 3,077 \times \text{sexo (0 se H; 1 se M)} + 0,498 \times \text{peso (kg)} + 15,886 \times \text{estatura (m)} + 2,244 \times \text{AF (freq. 50)} + 2,011 \times \text{OH}$
Massa gorda
$MG_{DC/DP} = -13,817 - 0,013 \times \text{idade(anos)} + 1,707 \times \text{sexo (0 se H; 1 se M)} + 0,345 \times \text{peso (kg)} - 15,888 \times \text{estatura(m)} + 0,087 \times \sum \text{DC (mm)}$
$MG_{BIAUNI/DP} = MG_BIAUNI$
$MG_{BIAMULT/DP} = \text{Peso (kg)} - [-22,972 + 0,039 \times \text{idade (anos)} - 3,077 \times \text{sexo (0 se H; 1 se M)} + 0,498 \times \text{peso (kg)} + 15,886 \times \text{estatura (m)} + 2,244 \times \text{AF (freq. 50)} + 2,011 \times \text{OH}]$

Abreviações: AF, Ângulo de fase; BIAMULT, Bioimpedância multifrequencial; BIAUNI, Bioimpedância unifrequencial; CMB, Circunferência muscular do braço; DC, Dobras cutâneas; DP, Diálise peritoneal; H, Homens; M, Mulheres; MG, Massa gorda; MLG, Massa livre de gordura; OH, Índice de hiperidratação; $\sum$ DC, Somatório das dobras cutâneas (bicipital, tricipital, supra-ilíaca e subescapular).



Discussão

6 DISCUSSÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a concordância das medidas de MLG e MG obtidas por métodos utilizados rotineiramente na prática clínica (antropometria, BIAUNI e BIAMULT) com a DXA, padrão de referência, em pacientes tratados por HD e DP. Segundo nosso conhecimento, este estudo foi o primeiro na literatura a reunir este conjunto de métodos, analisando essas duas amostras de TRS.

Os resultados encontrados mostraram que as correlações entre os métodos antropométricos e de BIA com a DXA foram fortes, o que é semelhante aos relatados por outros autores.^{10,30} No entanto, o coeficiente de correlação por si só não é suficiente para provar a equivalência de dois métodos, sendo necessária análises de concordância. Estas mostraram que, quando avaliada de forma cruzada com a DXA, a BIAUNI foi considerada fidedigna na avaliação da MLG e MG em pacientes em DP. Este achado é de grande importância tendo em vista que a quantificação dessas medidas corporais, bem como a sua evolução ao longo do tempo, são preditoras de desfechos nesses indivíduos.

Huang et al.³⁴, em estudo que acompanhou pacientes por oito anos, mostraram que maior MLG foi capaz de prever maior sobrevida da técnica dialítica e sobrevida geral em DP. Da mesma forma, Kang et al.³⁵ mostraram associação de baixa massa apendicular, avaliada por DXA, com mortalidade por todas as causas em pacientes incidentes nesta terapia dialítica. Em recente metanálise³⁶ que incluiu quatro estudos e mais de 50 mil pacientes de DP, os autores observaram maior risco de mortalidade em um ano para pacientes com menores valores de IMC. No entanto, o IMC *per se* não discrimina os componentes corporais (MG e MM), como pode ser obtido por métodos mais específicos.

Popovic et al.³⁷, ao avaliar a equivalência entre valores obtidos por BIAMULT e DXA em pacientes em DP, concluíram que houve concordância entre esses métodos na aferição dos compartimentos corporais para o conjunto de sujeitos, mas com grande variabilidade entre as avaliações individuais.

Cabe destacar que os resultados observados no presente estudo para pacientes em DP não podem ser extrapolados para a população em HD. Nesta

população, nenhum dos métodos testados, nem mesmo a BIAUNI, foi capaz de prever a MLG e MG. Uma hipótese é que os resultados da avaliação da composição corporal neste grupo possam ter sofrido influência do estado de hidratação.

Na HD a determinação do peso adequado é realizada habitualmente pela redução progressiva do peso corporal até se atingir o peso mínimo tolerado durante a sessão de diálise, o que é chamado rotineiramente de “peso seco”.³⁸ Desta forma, não é incomum a retirada excessiva de líquidos nestes indivíduos. Este fato pode promover estado de desidratação no pós diálise imediato, até que o paciente atinja a euvolemia gradativamente após a ingestão de fluidos. Como as avaliações neste grupo foram realizadas logo após o procedimento de HD, conforme recomendado literatura³⁹, os valores obtidos por todos os métodos testados podem ter sido influenciados pelo estado de hidratação.

Pacientes em DP apresentam menor variação no estado de hidratação pela característica contínua do procedimento.³⁸ Reforçando essa possibilidade, no presente estudo, o OH foi o único marcador que apresentou diferença significativa entre as modalidades de diálise, sendo que pacientes em HD apresentaram média de 1,7 litros abaixo do observado nos pacientes em DP. Em análise *post-hoc*, considerando apenas os pacientes em HD com OH > 1,1 litros, limite superior da normalidade na população saudável⁴⁰, observamos concordância entre a MLG e MG, medidos pela BIAUNI e BIAMULT com a DXA (dados não apresentados). Entretanto, o pequeno número de pacientes nessa condição (n=5) dificultou a interpretação dessas análises.

Reforçando essa possibilidade, Bross et al¹⁰ encontraram resultados concordantes na avaliação da MG por BIAUNI em relação à DXA, fornecendo estimativas consistentes da gordura corporal em HD. Deve-se ressaltar que as avaliações realizadas nesses pacientes ocorreram um dia após a HD, possivelmente atenuando o efeito da menor hidratação.

No referente à avaliação da MLG, as BIAs (BIAMULT no grupo DP e ambas no grupo HD) subestimaram essa medida (viés sistemático), apesar de não apresentarem viés de proporcionalidade. Como o erro existente ocorre de maneira sistemática, a mensuração da MLG por esses métodos também pode ser

considerada possível, desde que sejam realizados ajustes nos valores obtidos, tornando-os mais próximos daqueles demonstrados por DXA (pouco acessível na prática clínica). Este ajuste também pode ser considerado na utilização da BIAUNI para avaliar a MG nos pacientes em HD, que mostrou resultados superestimados deste compartimento, sem viés proporcional.

Donadio et al.²⁸ compararam BIAs de diferentes frequências em pacientes em HD e observaram que ambos os métodos, especialmente a BIAUNI, foram adequados para avaliar a composição corporal, relatando resultados associados com marcadores nutricionais e de acordo com a DXA. De modo semelhante, no presente trabalho, o diagrama de Bland-Altman expressou menor dispersão de valores na avaliação da MLG e MG por BIAUNI do que por BIAMULT em relação ao DXA, o que indica maior concordância. Apesar desses achados, esses autores²⁸ observaram que os valores de MLG foram ligeiramente menores de que na DXA, semelhante ao resultado encontrados no presente trabalho, em que houve subestimação da MLG por BIA, exceto BIAUNI na DP.

No presente estudo, as medidas antropométricas não foram concordantes com a DXA na avaliação de ambos os grupos avaliados. Apesar de alguns estudos mencionarem este método como mais preciso que a BIA^{26,41}, é bem estabelecido a existência de limitações inerentes a essa forma de aferição, em particular a grande variabilidade das medidas interobservadores.^{27,28} No entanto, a fim de minimizar esses erros, todas as avaliações neste estudo foram realizadas por um único avaliador treinado. Konings et al.⁴¹ observaram que a antropometria, apesar de mostrar relação significativa com a DXA, apresentou limites de acordo amplos, sendo afetada pelo estado hídrico.

Na análise de subgrupos realizada com pacientes em DP, observou-se concordância na aferição da MG por DC e DXA em indivíduos com IMC<25kg/m². Alguns autores não recomendam a medida de DC para avaliação da gordura corporal em indivíduos com maiores valores de IMC⁴³, tendo em vista que a precisão dessa técnica pode ser prejudicada pela dificuldade na aferição, decorrente da espessura do tecido adiposo. Esta possibilidade pode explicar os resultados encontrados no presente trabalho.

Assim, tendo em vista a pouca concordância observada neste estudo entre a maioria métodos utilizados na prática clínica com a DXA, foram construídas fórmulas preditivas para quantificação da MLG e MG em pacientes em HD e DP. A construção dessas fórmulas é de grande relevância tendo em vista a impossibilidade de avaliar os compartimentos corporais por um método de referência como a DXA, que não é uma ferramenta prática para uso de rotina devido à sua complexidade e alto custo; assim como, a utilidade em se determinar ajustes para os métodos disponíveis nos centro de diálise com a finalidade de diminuir o viés e aumentar a precisão das avaliações; e, finalmente, a possibilidade de considerar variáveis que, em conjunto, podem influenciar na distribuição destes componentes corporais (MLG e MG) em pacientes dialisados, como idade, sexo, peso e altura. No entanto, é importante destacar que a validação das novas equações ainda precisa ser realizada em uma amostra populacional maior e independente.

Desta forma, este estudo sugere o uso preferencial da BIAUNI na avaliação de MG e MLG na DP, sem a necessidade de ajustes. Na HD, este método também pode ser recomendado pela utilização de equipamento de custo relativamente baixo, fácil manuseio e que apresentou menor necessidade de ajuste que a BIAMULT. Na avaliação da MLG e MG de pacientes em HD deve-se ajustar o valor obtido em +3,2kg e -2.3kg, respectivamente. Por sua vez, a avaliação da MLG pela BIAMULT requer a utilização de maiores ajustes em ambos os grupos, DP e HD (+5,2kg para pacientes em HD e +2,5kg em DP). Considerando os resultados do presente estudo, foi elaborado algoritmo de decisão como proposta para avaliação dos compartimentos corporais em pacientes em diálise, considerando as diferentes técnicas utilizadas na rotina clínica.

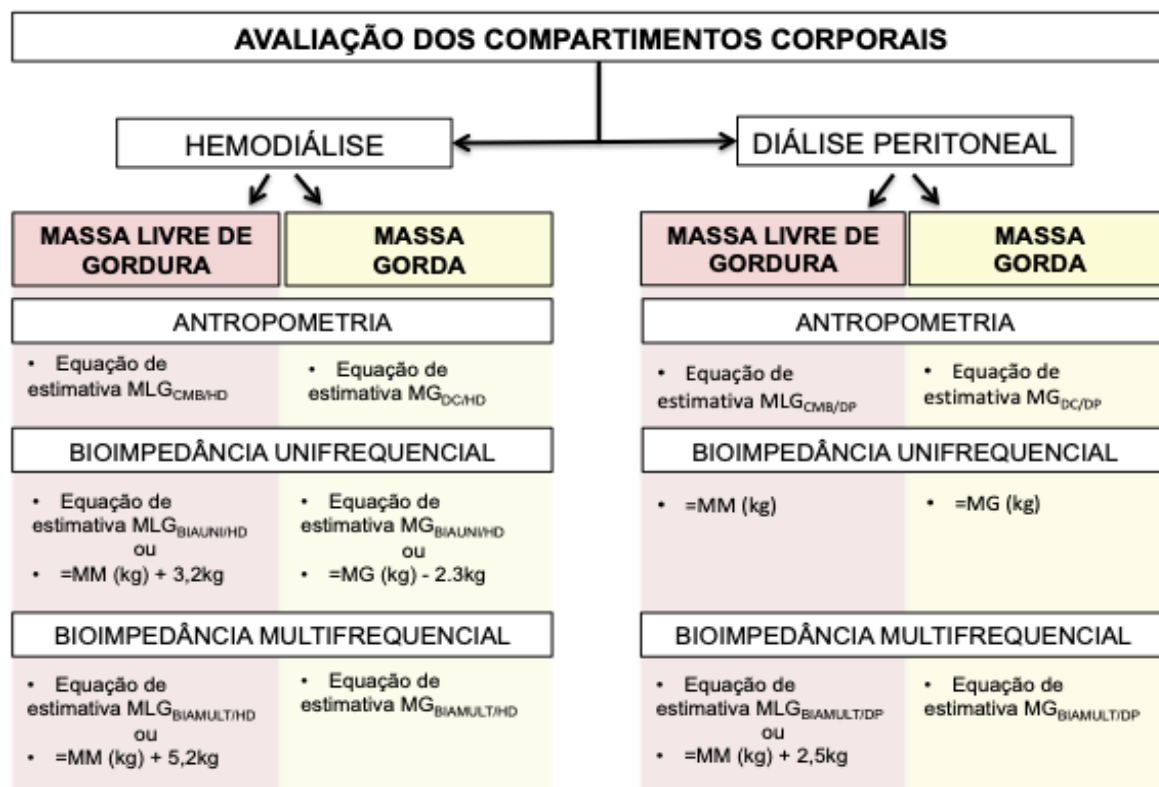


Figura 8. Algoritmo de decisão para avaliação dos compartimentos corporais nos pacientes do estudo segundo a modalidade de tratamento dialítico.

Abreviações: BIAMULT, Bioimpedância multifrequencial; BIAUNI, Bioimpedância unifrequencial; CMB, Circunferência muscular do braço; DC, Dobras cutâneas; DP, Diálise peritoneal; HD, Hemodiálise; MG, Massa gorda; MLG, Massa livre de gordura; MM, Massa magra.

Fonte: Material elaborado pelo autor.

Este estudo possui limitações, como a ausência de um padrão ouro na avaliação da MLG corporal em pacientes em diálise, já que a DXA assume um valor constante de hidratação para todos os indivíduos. Além disso, apenas indivíduos clinicamente estáveis foram incluídos no estudo, de modo que as equações propostas não podem ser aplicadas a totalidade dos pacientes, em particular os que não preenchem os critérios de inclusão deste trabalho.

Os pontos fortes estão relacionados ao momento em que as avaliações foram realizadas, com todas as medidas aferidas no mesmo dia, e a utilização de um único avaliador treinado. Além disso, a verificação da concordância não se limitou a avaliação do viés sistemático (como nos outros estudos existentes), mas também à análise objetiva do viés de proporcionalidade, constituindo em uma análise mais precisa para esse tipo de estudo.



Conclusão

7 CONCLUSÃO

Os resultados apresentados não confirmam a hipótese de concordância entre os métodos testados e a DXA na avaliação da composição corporal, com exceção da BIAUNI na avaliação da MLG e MG de pacientes em DP. Desta forma, recomenda-se o uso preferencial da BIAUNI na avaliação destas medidas em pacientes em DP.

Por se tratar de equipamento de baixo custo, não avaliador dependente e apresentar menor viés sistemático quando comparada a BIAMULT, a BIAUNI pode ser considerada como primeira escolha em pacientes em HD.



Referências

REFERÊNCIAS

1. Sesso RC, Lopes AA, Thomé FS, Lugon JR, Martins CT. Brazilian Chronic Dialysis Survey 2016. *J Bras Nefrol.* 2017;39(3):261-6.
2. United States Renal Data System [Internet]. Mortality. 2017 Annual Data Report [citado 11 Dez 2017]. Disponível em: <https://www.usrds.org/adr.aspx>
3. United States Renal Data System [Internet]. Relatório Anual 2011 dados. Atlas de End-Stage Renal Disease nos Estados Unidos [citado 9 Ago 2017]. Disponível em: <http://www.usrds.org/atlas.aspx>.
4. Bignotto LH, Kallás ME, Djouki RJT, Sassaki MM, Voss GO, Soto CL, et al. Achados eletrocardiográficos em pacientes com doença renal crônica em hemodiálise. *J Bras Nefrol.* 2012;34(3):235-42.
5. Qureshi AR, Alvestrand A, Danielsson A, Divino-Filho JC, Gutierrez A, Lindholm B, et al. Factors predicting malnutrition in hemodialysis patients: a cross-sectional study. *Kidney Int.* 1998;53(3):773–82.
6. Vegine PM, Fernandes ACP, Torres MRSG, Silva MIB, Avesani CM. Assessment of methods to identify protein-energy wasting in patients on hemodialysis. *J Bras Nefrol.* 2011;33(1):55–61.
7. Pupim LB, Caglar K, Hakim RM, Shyr Y, Ikizler TA. Uremic malnutrition is a predictor of death independent of inflammatory status. *Kidney Int.* 2004;66(5):2054–60.
8. Fouque D, Kalantar-Zadeh K, Kopple J, Cano N, Chauveau P, Cuppari L, et al. A proposed nomenclature and diagnostic criteria for protein-energy wasting in acute and chronic kidney disease. *Kidney Int.* 2008;73(4):391–8.
9. Avesani CM, Carrero JJ, Axelsson J, Qureshi AR, Lindholm B, Stenvinkel P. Inflammation and wasting in chronic kidney disease: partners in crime. *Kidney Int.* 2006;70(104):8–13.

10. Bross R, Chandramohan G, Kovesdy CP, Oreopoulos A, Noori N, Golden S, et al. Comparing body composition assessment tests in long-term hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis.* 2010;55(5):885–96.
11. Carrero JJ, Thomas F, Nagy K, Arogundade F, Avesani CM, Chan M, et al. Global prevalence of protein-energy wasting in kidney disease: a meta-analysis of contemporary observational studies from the International Society of Renal Nutrition and Metabolism. *J Ren Nutr.* 2018;28(6):380-92.
12. Ishii H, Takahashi H, Ito Y, Aoyama T, Kamoi D, Sakakibara T, et al. The Association of Ankle Brachial Index, Protein-Energy Wasting, and Inflammation Status with Cardiovascular Mortality in Patients on Chronic Hemodialysis. *Nutrients.* 2017;9(4):416.
13. Kalantar-Zadeh K, Streja E, Kovesdy CP, Oreopoulos A, Noori N, Jing J, et al. The obesity paradox and mortality associates with surrogates of body size. *Mayo Clin Proc.* 2010;85(11):991–1001.
14. Kalantar-Zadeh K, Kopple JD, Kilpatrick RD, McAllister CJ, Shinaberger CS, Gjertson DW, et al. Association of morbid obesity and weight change over time with cardiovascular survival in hemodialysis population. *Am J Kidney Dis.* 2005;46(3):489-500.
15. Noori N, Kovesdy CP, Dukkipati R, Kim Y, Duong U, Bross R, et al. Survival predictability of lean and fat mass in men and women undergoing maintenance hemodialysis. *Am J Clin Nutr.* 2010;92(5):1060-70.
16. Kalantar-Zadeh K, Streja E, Molnar MZ, Lukowsky LR, Krishnan M, Kovesdy CP, et al. Mortality prediction by surrogates of body composition: an examination of the obesity paradox in hemodialysis patients using composite ranking score analysis. *Am J Epidemiol.* 2012;175(8):793-803.
17. Kalantar-Zadeh K, Kuwae N, Wu DY, Shantouf RS, Fouque D, Anker SD, et al. Associations of body fat and its changes over time with quality of life and prospective mortality in hemodialysis patients. *Am J Clin Nutr.* 2006;83(2):202-10.

18. Locatelli F, Fouque D, Heimbürger O, Drüeke TB, Cannata-Andía JB, Hörl WH, et al. Nutritional status in dialysis patients: a European consensus. *Nephrol Dial Transplant*. 2002;17(4):563-72.
19. Fürstenberg A, Davenport A. Assessment of body composition in peritoneal dialysis patients using bioelectrical impedance and dual-energy x-ray absorptiometry. *Am J Nephrol*. 2011;33(2):150-6.
20. Formica C, Atkinson MG, Nyulasi I, McKay J, Heale W, Seeman E. Body composition following hemodialysis: studies using dual-energy X-ray absorptiometry and bioelectrical impedance analysis. *Osteoporos Int*. 1993; 3:192-7.
21. Vasques AC, Rosado L, Rosado G, Ribeiro R, Franceschini S, Geloneze B. Indicadores antropométricos de resistência à insulina / Anthropometric indicators of insulin resistance. *Arq Bras Cardiol*. 2010;95(1):114-23.
22. Zambra B, Huth A. Terapia nutricional em pacientes portadores de insuficiência renal crônica em hemodiálise. *Rev Contexto Saúde*. 2010;10(19):67-72.
23. Biodynamics Corporation [Internet]. Clinician desk reference for BIA Testing [citado 5 Dez 2018]. Disponível em: https://www.biodyncorp.com/pdf/clinician_desk_reference_bio.pdf.
24. Body Composition Monitor [Internet]. Innovation for better outcome [citado 5 Dez 2018]. Disponível em: http://www.fmc-my.com/pdf/body_composition_monitor/Body%20Composition%20Monitor.pdf.
25. Kamimura MA, Avesani CM, Cendoroglo M, Canziani MEF, Draibe SA, Cuppari L. Comparison of skinfold thicknesses and bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of body fat in patients on long term haemodialysis therapy. *Nephrol Dial Transplant*. 2003;18:101–5.
26. Rodrigues NC, Sala PC, Horie LM, Dias MC, Torrinhas RS, Romão JE Jr, et al. Bioelectrical impedance analysis and skinfold thickness sum in assessing body fat mass of renal dialysis patients. *J Ren Nutr*. 2012;22(4):409-15.

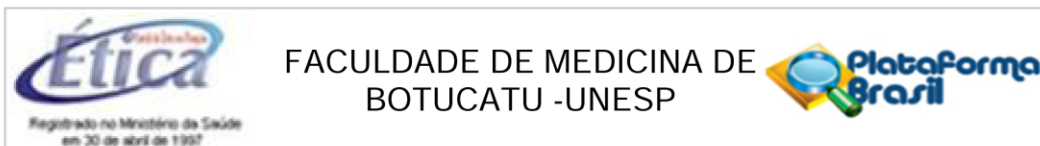
27. Lim PS, Chen CH, Zhu F, Kotanko P, Jeng Y, Hu CY, et al. Validating body fat assessment by bioelectric impedance spectroscopy in Taiwanese hemodialysis patients. *J Ren Nutr*. 2017;27(1):37-44.
28. Donadio C, Halim AB, Caprio F, Grassi G, Khedr B, Mazzantini M. Single- and multi-frequency bioelectrical impedance analyses to analyse body composition in maintenance haemodialysis patients: comparison with dual-energy x-ray absorptiometry. *Physiol Meas*. 2008;29(6):S517-24.
29. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Sociedade Brasileira de Hipertensão. Sociedade Brasileira de Nefrologia. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. *Arq Bras Cardiol*. 2010; 95(1):1-51.
30. Noori N, Kovesdy CP, Bross R, Lee M, Oreopoulos A, Benner D, et al. Novel equations to estimate lean body mass in maintenance hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis*. 2011;57(1):130-9.
31. Kushner RF, Schoeller DA. Estimation of total body water by bioelectrical impedance analysis. *Am Soc Clin Nutr*. 1986;44(3):417-24.
32. Moissl UM, Wabel P, Chamney PW, Bosaeus I, Levin NW, Bosy-Westphal A, et al. Body fluid volume determination via body composition spectroscopy in health and disease. *Physiol Meas*. 2006;27(9):921-33.
33. Fleiss J. Statistical methods for rates and proportions. New York: John Wiley & Sons; 1981.
34. Huang JW, Lien YC, Wu HY, Yen CJ, Pan CC, Hung TW, et al. Lean body mass predicts long-term survival in Chinese patients on peritoneal dialysis. *PLoS One*. 2013;8(1):e54976.
35. Kang SH, Cho KH, Park JW, Do JY. Low appendicular muscle mass is associated with mortality in peritoneal dialysis patients: a single-center cohort study. *Eur J Clin Nutr*. 2017;71(12):1405-10.

36. Ahmadi SF, Zahmatkesh G, Streja E, Mehrotra R, Rhee CM, Kovesdy CP, et al. Association of body mass index with mortality in peritoneal dialysis patients: a systematic review and meta-analysis. *Perit Dial Int.* 2016;36(3):315-25.
37. Popovic V, Zerah B, Heaf JG. Comparison of dual energy X-ray absorptiometry and bioimpedance in assessing body composition and nutrition in peritoneal dialysis patients. *J Ren Nutr.* 2017;27(5):355-63.
38. Woodrow G, Devine Y, Cullen M, Lindley E. Application of bioelectrical impedance to clinical assessment of body composition in peritoneal dialysis. *Perit Dial Int.* 2007;27(5):496-502.
39. National Kidney Foundation. KDOQI Clinical Practice Guideline for Nutrition in Chronic Renal Failure. *Am J Kidney Dis.* 2000;35(6):S1-3.
40. Wieskotten S, Heinke S, Wabel P, Moissl U, Becker J, Pirlich M, et al. Bioimpedance-based identification of malnutrition using fuzzy logic. *Physiol Meas.* 2008;29(5):639-54.
41. Rymarz A, Szamotulska K, Niemczyk S. Comparison of skinfold thicknesses and bioimpedance spectroscopy to dual-energy X-Ray absorptiometry for the body fat measurement in patients with chronic kidney disease. *Nutr Clin Pract.* 2017;32(4):533-8.
42. Konings CJ, Kooman JP, Schonck M, van Kreel B, Heidendal GA, Cheriex EC, et al. Influence of fluid status on techniques used to assess body composition in peritoneal dialysis patients. *Perit Dial Int.* 2003;23(2):184-90.
43. De Souza RG, Gomes AC, Do Prado CMM, Mota JF. Métodos de análise da composição corporal em adultos obesos. *Rev Nutr.* 2014;27(5):569-83.



Anexos

ANEXO A - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Comparação de Diferentes Métodos na Avaliação da Massa Magra e Tecido Adiposo em Pacientes Em Hemodiálise

Pesquisador: Pasqual Barretti

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 39704314.3.0000.5411

Instituição Proponente: Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 943.304

Data da Relatoria: 01/02/2015

Apresentação do Projeto:

Uma condição fortemente associada ao risco de óbito em pacientes cronicamente dialisados é a presença de depleção proteicoenergética. Alguns autores conseguiram mostrar a contribuição independente da depleção nutricional sobre a mortalidade por todas as causas e por doenças cardiovascular. Por outro lado, valores aumentados do índice de massa corporal (IMC) têm sido associados à maior sobrevida em indivíduos com DRC, resultado oposto ao que ocorre na população geral. Esse fenômeno tem sido referido como a "epidemiologia reversa". Nesse contexto, a avaliação da composição corporal é extremamente importante para acompanhamento e predição de desfechos em pacientes com Doença Renal Crônica. **OBJETIVO:** Comparar em pacientes hemodialisados as medidas de massa magra e tecido adiposo obtidos pela BIA unifrequencial e multifrequencial e antropometria, de acordo com padrões estabelecidos. Os pacientes participantes do estudo serão submetidos a uma única avaliação de composição corporal (massa magra e tecido adiposo), pela antropometria, BIA uni e multifrequencial e pela DEXA. Serão estimadas as correlações entre as medidas de tecido adiposo e massa magra obtidas pela antropometria, BIA uni e multifrequencial, utilizando a DEXA como método de referência.

Endereço: Chácara Butignolli, s/n

Bairro: Rubião Junior

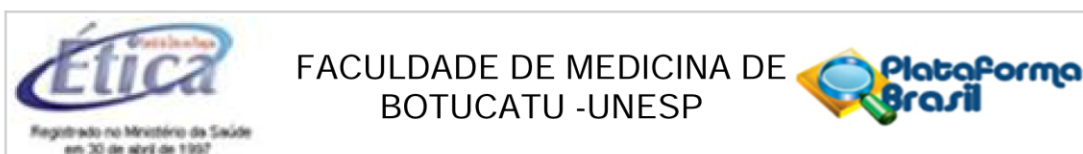
UF: SP

Município: BOTUCATU

Telefone: (14)3880-1608

CEP: 18.618-970

E-mail: capellup@fmb.unesp.br



Continuação do Parecer: 943.304

Objetivo da Pesquisa:

Comparar em pacientes hemodialisados as medidas de massa magra e tecido adiposo obtidos pela BIA unifrequencial e multifrequencial e antropometria, utilizando a DEXA como padrão de referência.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

RISCOS: Mínimos

BENEFÍCIOS: Possibilitar intervenção nutricional específicas para melhor tratamneto e melhor qualidade de vida desses pacientes

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um projeto para obtenção do título de doutor no Programa de Pós-graduação em Fisiopatologia em Clínica Médica.

É um estudo transversal, unicêntrico e será realizado na Unidade de Diálise do Hospital das Clínicas de Botucatu, com pacientes em hemodiálise (N=113 pacientes), maiores de 18 anos, que aceitem participar do estudo.

Os instrumentos que serão utilizados na avaliação dos pacientes ja fazem parte do acompanhamento nutricional realizado nesta Unidade de Diálise.

Em relação ao orçamento financeiro, os autores apresentam um levantamento de custos de R\$1.000,00, e declaram que a execução do projeto não acarretará qual

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados todos os documentos exigidos pelo colegiado:

- Folha de rosto
- Autorização da Instituição (HC=FMB)
- Autorização da Unidade de Diálise

Endereço: Chácara Butignolli, s/n

Bairro: Rubião Junior

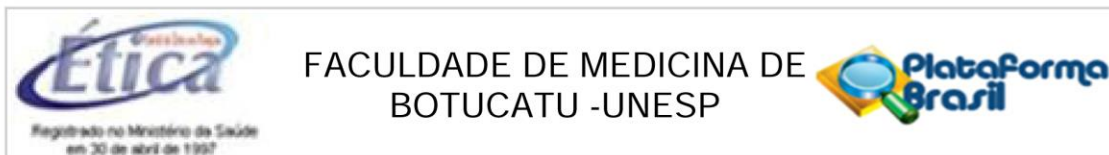
UF: SP

Telefone: (14)3880-1608

Município: BOTUCATU

CEP: 18.618-970

E-mail: capellup@fmb.unesp.br



Continuação do Parecer: 943.304

O TCLE está em forma de convite e explicita o procedimento que será realizado em linguagem simples e objetiva.

Recomendações:

Sem recomendações

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Recomendo a aprovação do projeto, sem necessidade de envio à CONEP.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Projeto de pesquisa APROVADO, deliberado em reunião do CEP de 02 de Fevereiro de 2.015, sem necessidade de envio à CONEP.

Solicitamos aos pesquisadores que apresentem ao CEP, o respectivo "Relatório Final de Atividades" ao final do estudo.

BOTUCATU, 02 de Fevereiro de 2015

Assinado por:
SILVANA ANDREA MOLINA LIMA
(Coordenador)

Endereço: Chácara Butignolli, s/n

Bairro: Rubião Junior

UF: SP

Município: BOTUCATU

Telefone: (14)3880-1608

CEP: 18.618-970

E-mail: capellup@fmb.unesp.br



Apêndices

APÊNDICE A - Termo de consentimento livre e esclarecido

O sr(a) está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa chamada “Comparação de diferentes métodos na avaliação da massa livre de gordura e massa gorda em pacientes em diálise” que pretende comparar em pacientes dialisados as medidas de massa magra e tecido adiposo obtidos pela antropometria, bioimpedância elétrica unifrequencial e multifrequencial, utilizando a Absortometria de Raios-X de dupla energia (DXA) como padrão de referência. O sr(a) foi selecionado(a) a participar dessa pesquisa por compor lista de pacientes com doença renal crônica que fazem diálise no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu.

Inicialmente a pesquisa consistirá na aplicação de um questionário com algumas perguntas sobre dados demográficos (idade, sexo e raça), clínicos (doença renal de base, diagnóstico de diabetes mellitus (DM)), e dialíticos (tempo de tratamento) por uma nutricionista. A entrevista durará cerca de 10 minutos. A pesquisa consta de avaliação nutricional dos pacientes, onde serão utilizados instrumentos como balança antropométrica (para medir o peso e altura), adipômetro (para medir as dobras da pele), aparelhos de bioimpedância elétrica (que avalia os compartimentos através da colocação de eletrodos adesivos nos braços e pernas) e a Absortometria de Raios-X de dupla energia – DXA (que realizará o scanner total do corpo).

O procedimento tem por finalidade trazer benefícios no diagnóstico e no acompanhamento da evolução nutricional, se nela for demonstrada o melhor método para avaliação dos compartimentos corporais por meio de informações fidedignas.

Caso você não queira participar da pesquisa, é seu direito e isso não vai interferir em seu tratamento. Você poderá retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa sem nenhum prejuízo. É garantido total sigilo do seu nome, informações pessoais, resultados das avaliações nutricionais em relação aos dados relatados nesta pesquisa. Você receberá uma via deste termo, e outra via será mantida em arquivo pelo pesquisador por cinco anos.

Qualquer dúvida adicional, você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa, através do fone: (14) 3880-1608 / 1609.

CONCORDO EM PARTICIPAR DA PESQUISA

Nome: _____

Assinatura: _____

Data: ____/____/____ Assinatura: _____

Orientador: Pasqual Barretti, Rua Dr Costa Leite 221, Botucatu, São Paulo, Fone: (14) 99631-6520.

E-mail: pbarretti@uol.com.br

Pesquisadora: Nayrana Soares do Carmo Reis. Rua Izidoro Bertaglia, 1541. Botucatu, São Paulo.

Fone: (14) 98102-6205. E-mail: nayrana_soares@hotmail.com

APÊNDICE B - Descrição e fórmulas antropométricas

Descrição dos procedimentos de Avaliação Antropométrica (HEYWARD& STOLARCZYK, 2000)

- **DCT:** A distância entre a projeção lateral do processo acromial da escápula e a margem inferior do processo olecraniano da ulna é medida no aspecto lateral do braço. Com cúbito flexionado a 90° e, usando uma fita métrica, o ponto médio foi marcado na lateral do braço. A dobra foi destacada, na vertical, 1 cm acima da linha marcada no aspecto posterior do braço. O adipômetro foi aplicado no nível marcado.
- **DCB:** A dobra foi destacada verticalmente sobre o ventre do bíceps braquial ao nível da marcação para o tríceps e em linha com a borda anterior do processo acromial e fossa cubital anterior. O adipômetro foi aplicado 1 cm abaixo dos dedos
- **DSE:** A dobra foi destacada no sentido diagonal, logo abaixo do ângulo inferior da escápula, com o adipômetro aplicado 1 cm abaixo dos dedos.
- **DSI:** A dobra foi destacada no sentido oblíquo, posteriormente à linha média axilar e acima da crista ilíaca, com o adipômetro aplicado 1 cm abaixo dos dedos.
- **CB:** Com os braços soltos para os lados e a palma das mãos viradas para as coxas, a fita foi aplicada firmemente ao redor do braço, no nível marcado para a mensuração da DCT e DCB.
- **Peso:** O paciente, usando roupas leves e sem sapatos, foi orientado a ficar na plataforma da balança, com o peso do corpo igualmente distribuído entre os pés.
- **Estatura:** O indivíduo esteve descalço na base da balança, formando um ângulo de 90° com a haste vertical do estadiômetro. Os braços soltos ao lado do corpo, os calcanhares unidos tocando a haste vertical do estadiômetro e o peso distribuído entre os pés. A cabeça esteve ereta, com os olhos fixos à frente. A estatura foi aferida na inspiração.

Índice e Massa Corporal (IMC)

- $IMC = \text{Peso (kg)} / (\text{Estatura})^2 \text{ (m)}$

Fórmula para cálculo da Circunferência Muscular o Braço (CMB)

- $CMB \text{ (cm)} = CB \text{ (cm)} - \pi \times [PCT \text{ (mm)} / 10]$

Fórmula para massa livre de gordura (kg) baseada na CMB (Noori e cols, 2011)

- $MLG_CMB = 0.28 \times CMB \text{ (cm)} + 5.52 \times (1 \text{ se mulheres, } 0 \text{ se homens}) + 0.33 \times \text{peso (kg)} + 0.82 \times \text{altura (polegadas)} - 35.3$

Cálculo da percentagem de gordura (%GC)

- **Somatório das 4 pregas:**
 - $\Sigma = PCT + PCB + PCSE + PCSI$
- **Cálculo do %G (SIRI, 1961):**
 - $\%gordura = 4,95 - 4,50 \times 100 / DC$

APÊNDICE C - Descrição dos procedimentos de preparo e de execução do exame de BIA

O paciente foi orientado a não fazer exercícios físicos a menos de 24 horas do exame; a urinar, quando com função renal residual, pelo menos 30 minutos antes do teste; a não ingerir bebida alcoólica nas 48 horas anteriores ao teste; durante o exame, permanecer em decúbito dorsal.

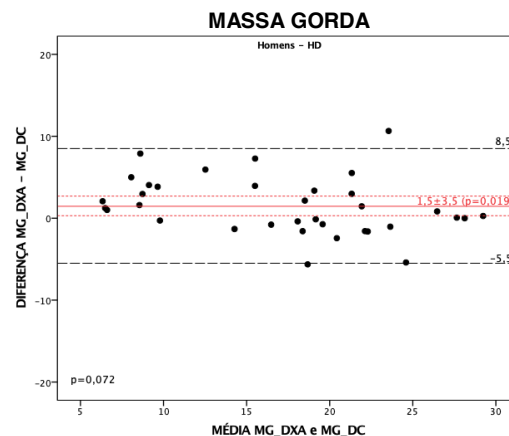
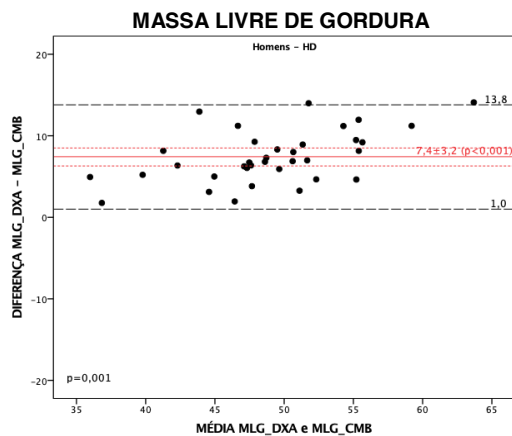
A medida foi executada no lado contrário ao acesso de diálise, com o indivíduo em decúbito dorsal em uma superfície não condutora. Foi realizada limpeza da pele com álcool nos pontos de colocação dos eletrodos e aguardada a secagem do produto. Os eletrodos-sensores (proximais) foram fixados na superfície dorsal da articulação do punho de modo que a borda superior do eletrodo ficasse alinhada à cabeça da ulna e na superfície dorsal do tornozelo, de modo que a borda superior do eletrodo se alinhasse aos maléolos mediais e laterais.

Os eletrodos-fontes (distais) foram colocados na base entre a segunda e terceira articulação metacarpo-falângica da mão e metatarso-falângica do pé. Os cabos vermelhos de ligação aos eletrodos foram conectados às articulações do punho e ao tornozelo, e os cabos pretos aos eletrodos distais na execução da BIA monofrequencial. Para a BIA multifrequencial, os eletrodos foram trocados e os cabos pretos conectados às articulações do punho e ao tornozelo, e os cabos vermelhos aos eletrodos distais. Foi verificado se as pernas não se tocavam e se os braços estavam afastados do tronco. Então, o aparelho foi ligado e nele registrados peso, altura, sexo e idade do indivíduo. O exame foi realizado com o paciente imóvel, sendo os resultados fornecidos pelo aparelho impressos após a conclusão do exame.

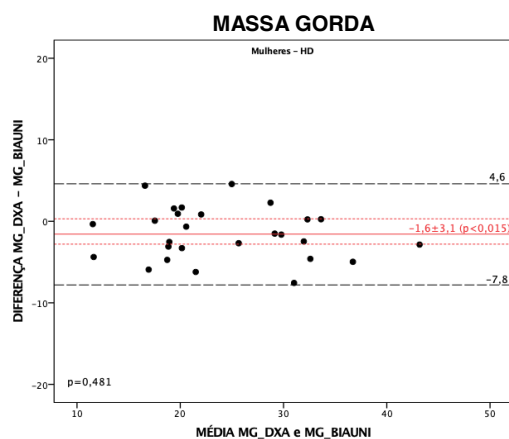
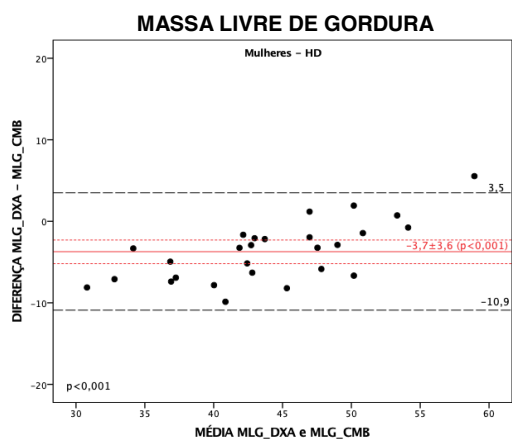
APÊNDICE D - Diagramas de concordância de Bland-Altman para parâmetros antropométricos e DXA

HEMODIÁLISE

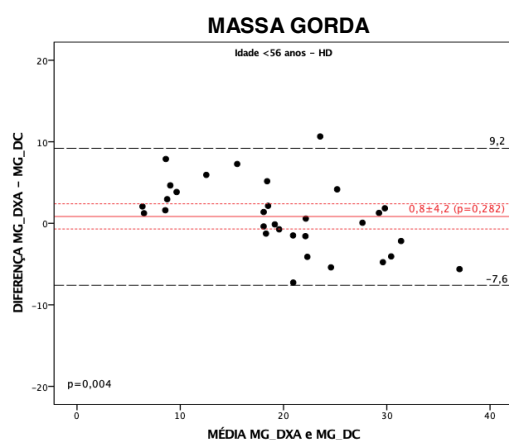
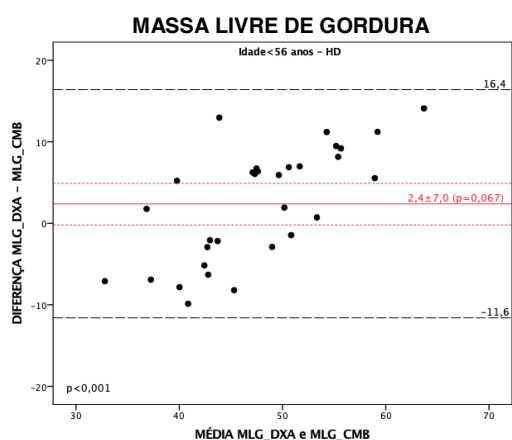
○ Homens



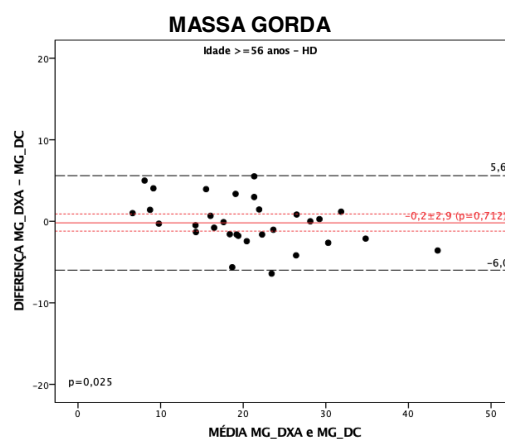
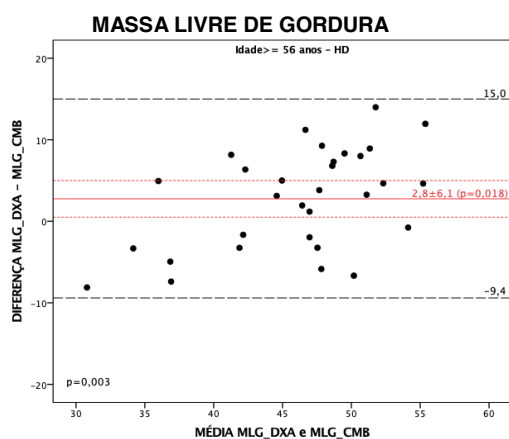
○ Mulheres



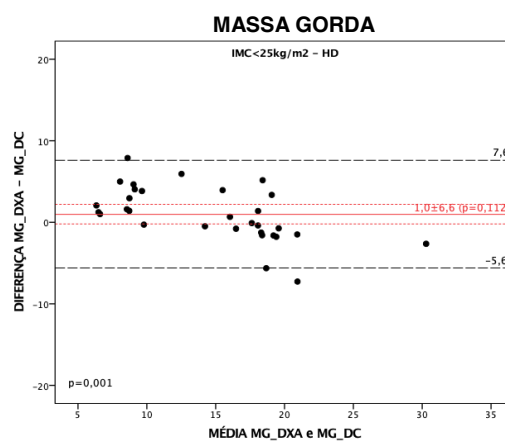
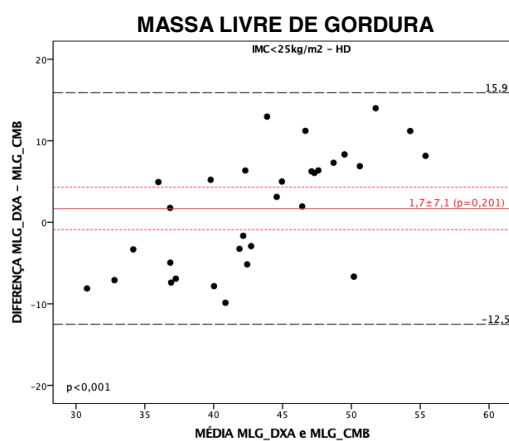
○ Idade <56 anos



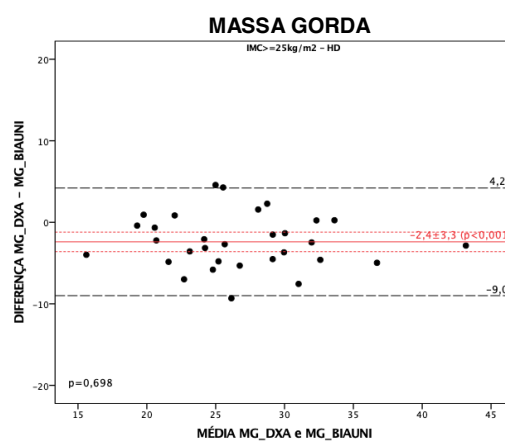
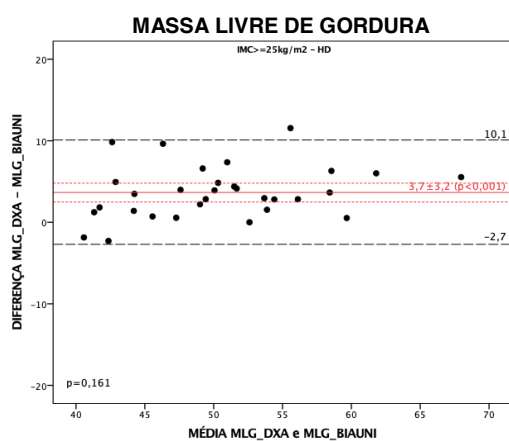
○ **Idade ≥ 56 anos**



○ **IMC $< 25 \text{ kg/m}^2$**

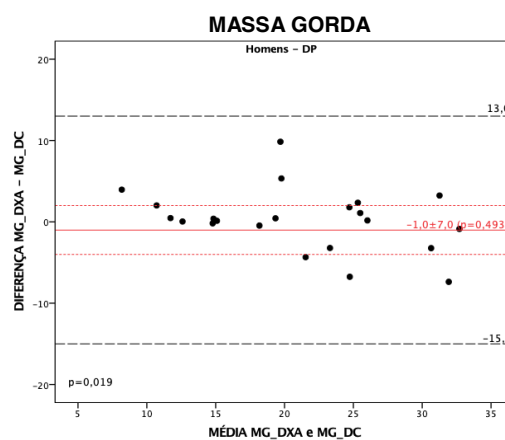
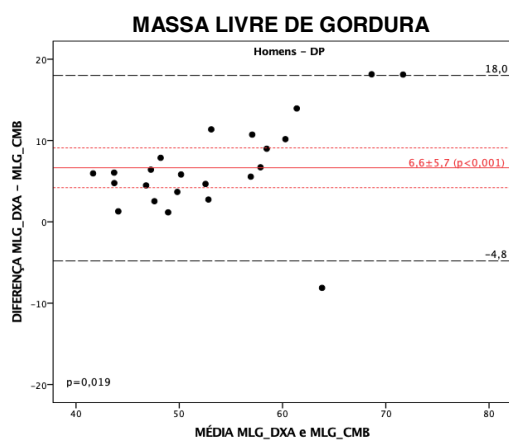


○ **IMC $\geq 25 \text{ kg/m}^2$**

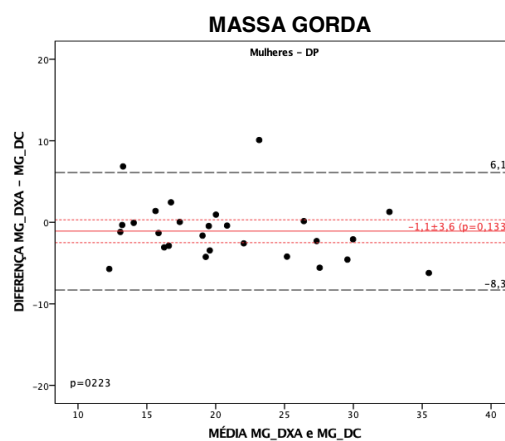
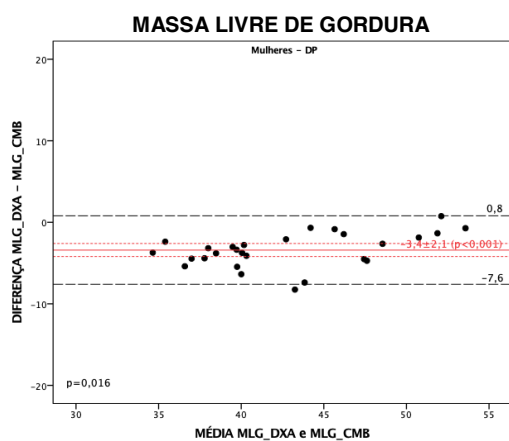


DIÁLISE PERITONEAL

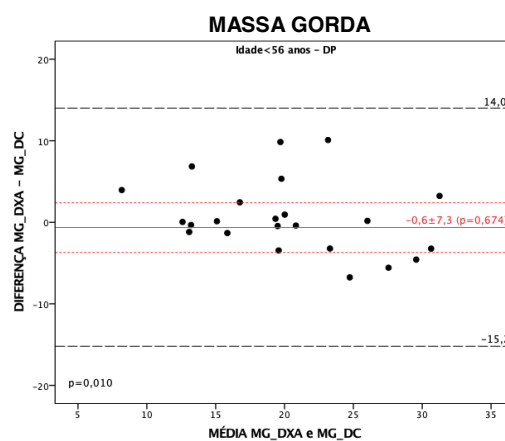
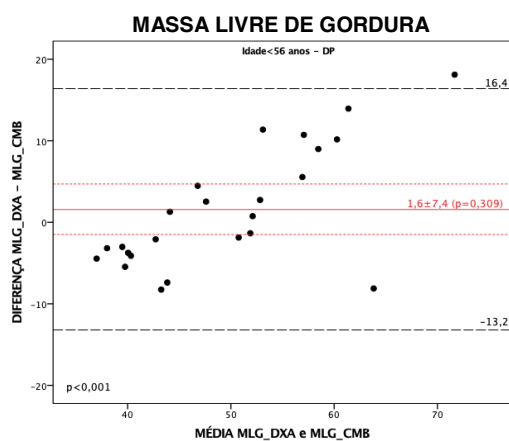
Homens



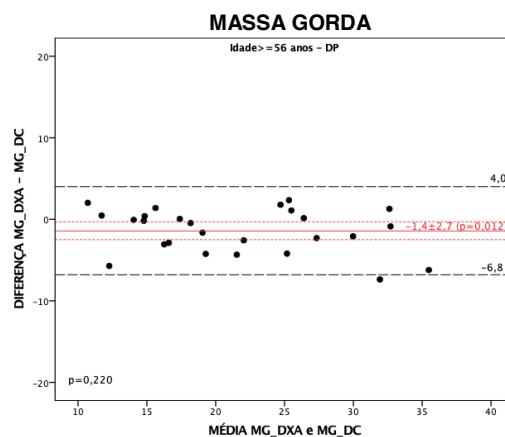
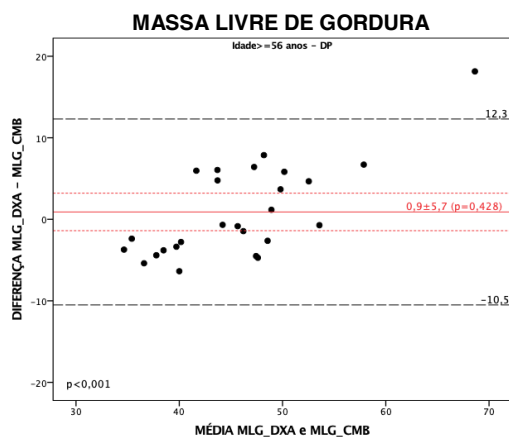
Mulheres



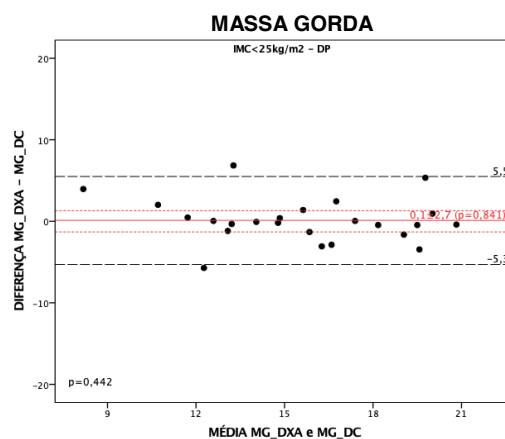
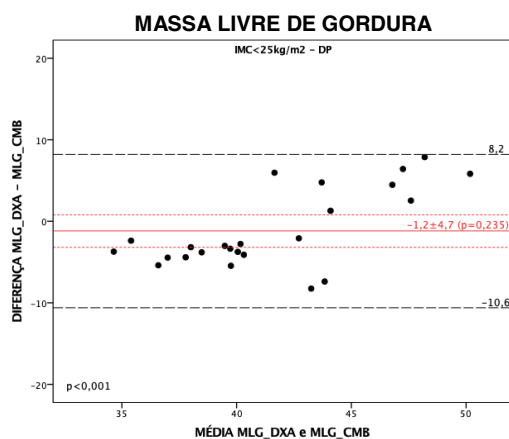
Idade <56 anos



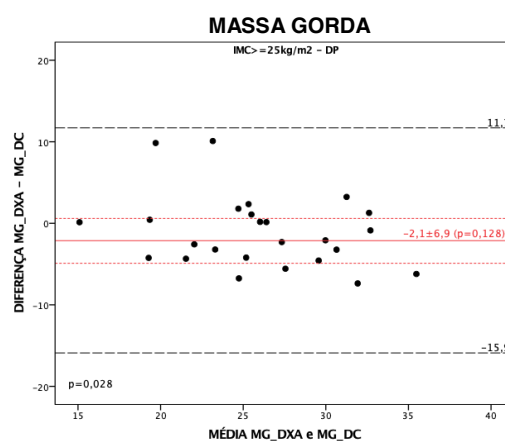
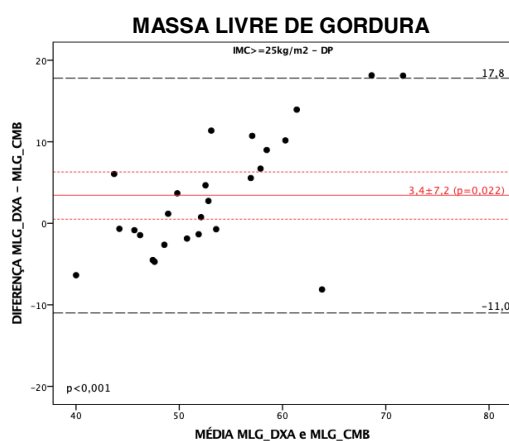
○ **Idade ≥ 56 anos**



○ **IMC $< 25 \text{ kg/m}^2$**



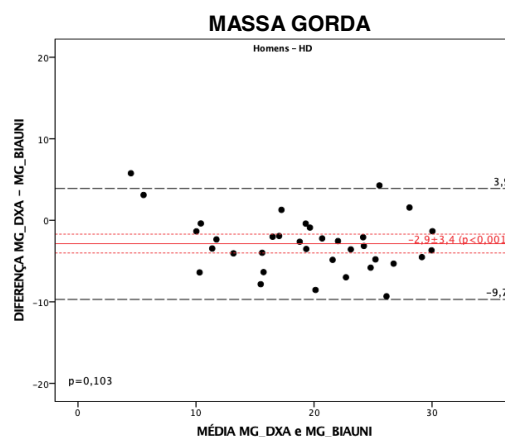
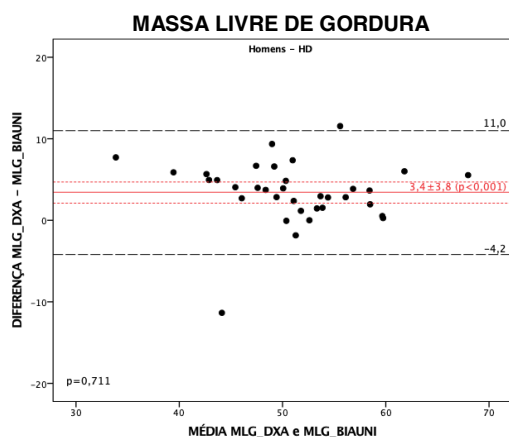
○ **IMC $\geq 25 \text{ kg/m}^2$**



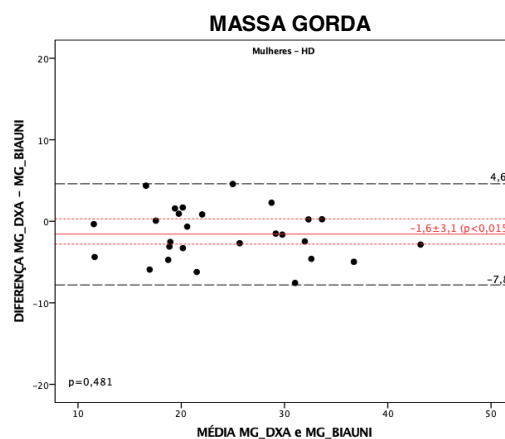
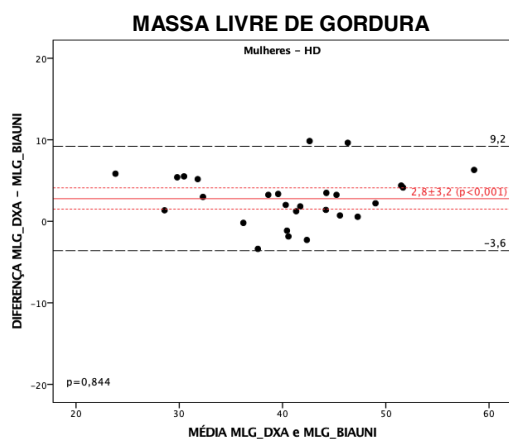
APÊNDICE E - Diagramas de concordância de Bland-Altman para BIAUNI e DXA

HEMODIÁLISE

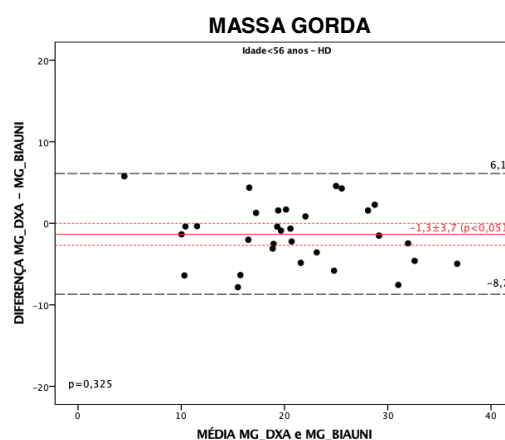
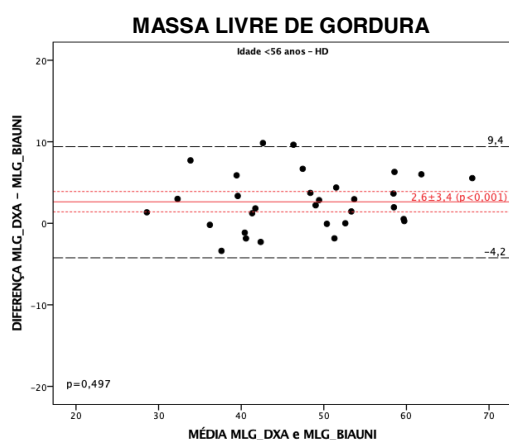
Homens



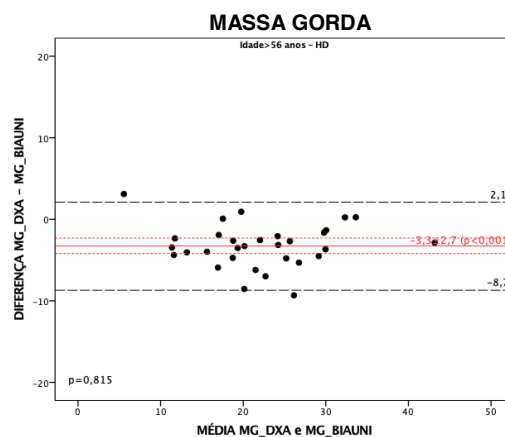
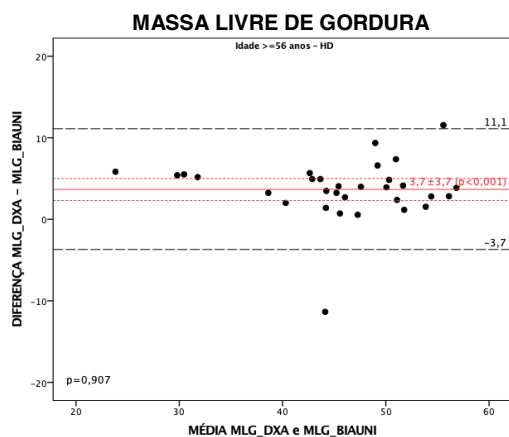
Mulheres



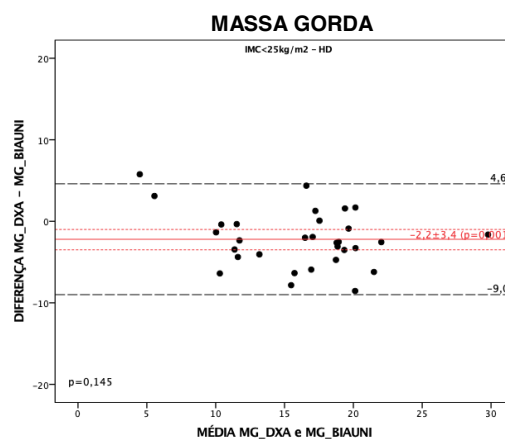
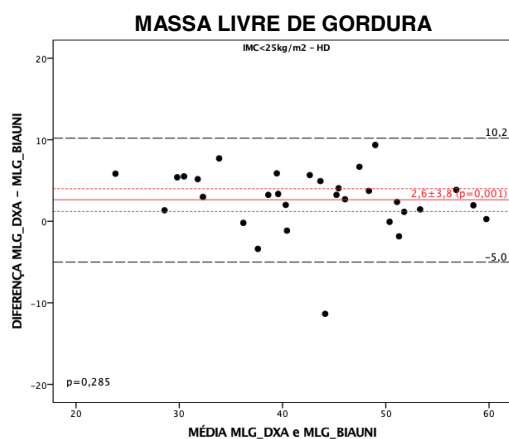
Idade <56 anos



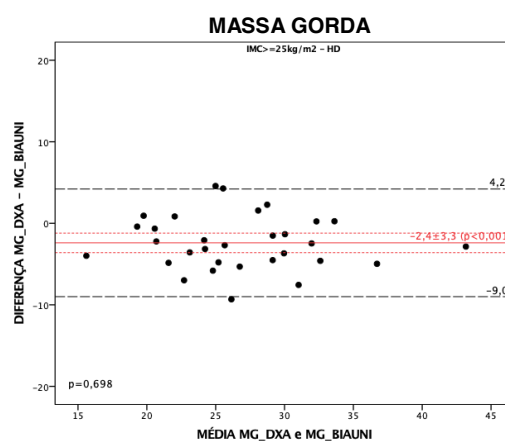
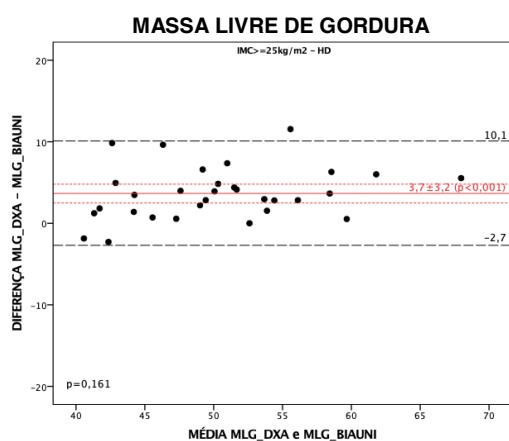
○ **Idade ≥ 56 anos**



○ **IMC $< 25 \text{ kg/m}^2$**

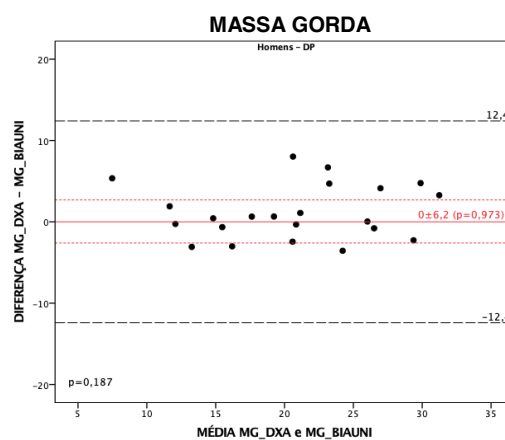
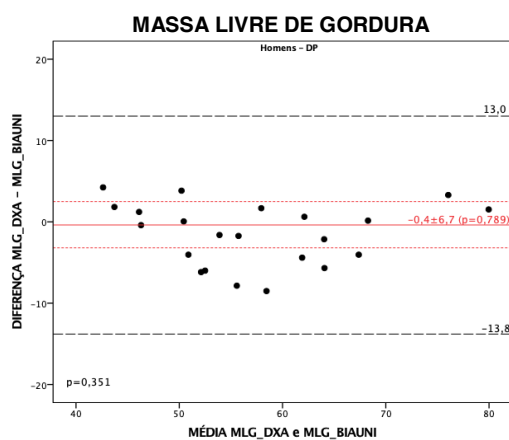


○ **IMC $\geq 25 \text{ kg/m}^2$**

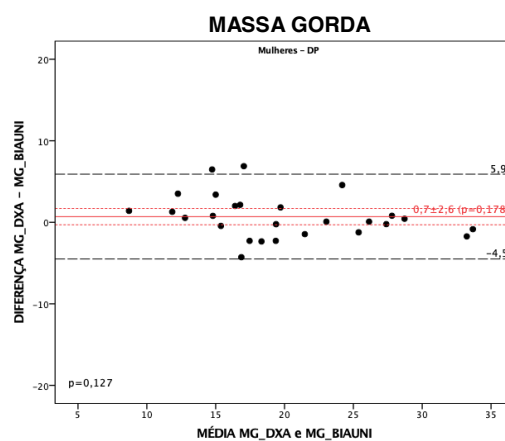
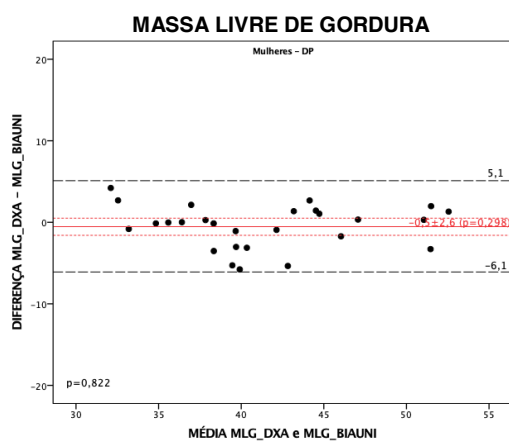


DIÁLISE PERITONEAL

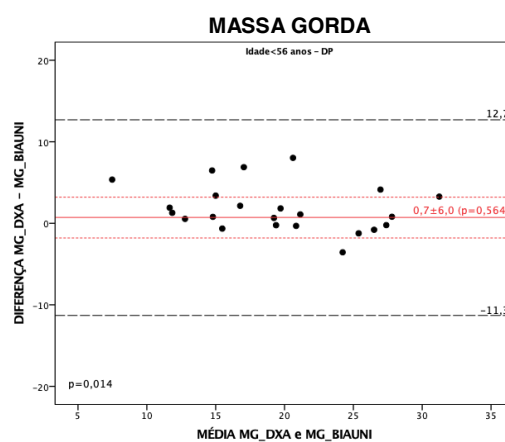
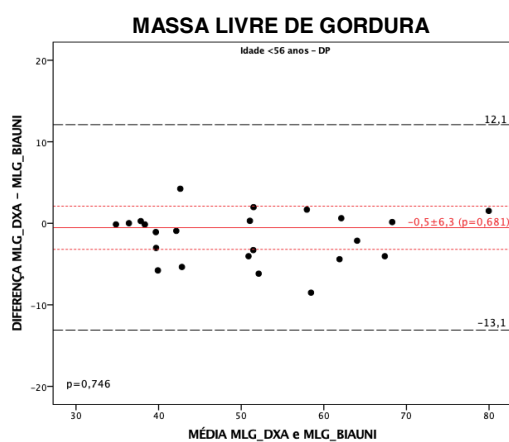
○ Homens



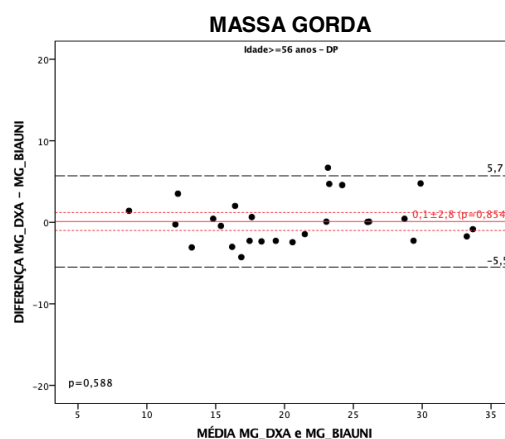
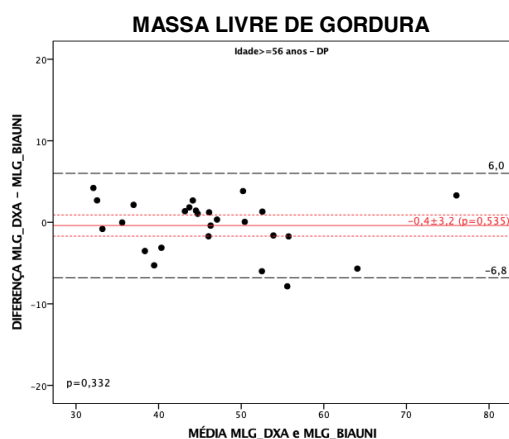
○ Mulheres



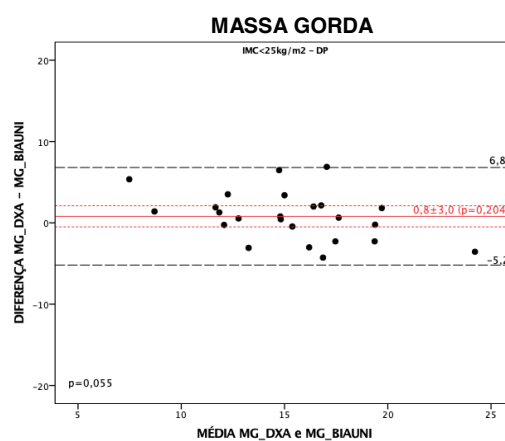
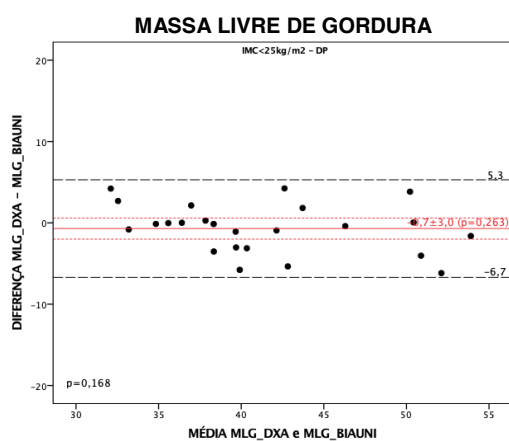
○ Idade <56 anos



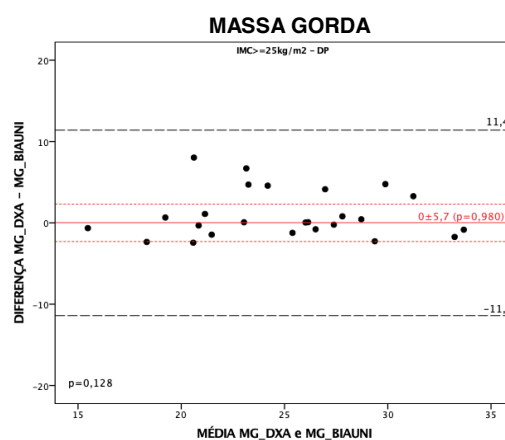
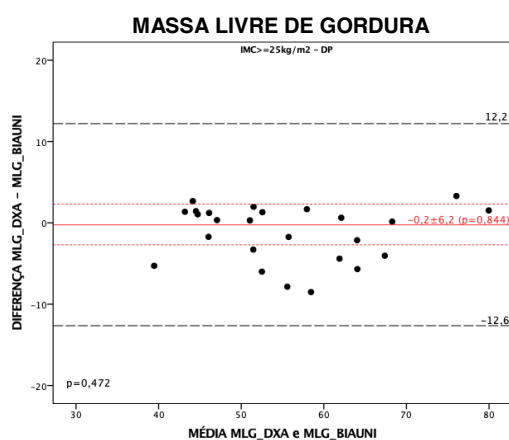
○ **Idade ≥ 56 anos**



○ **IMC $<25\text{kg/m}^2$**



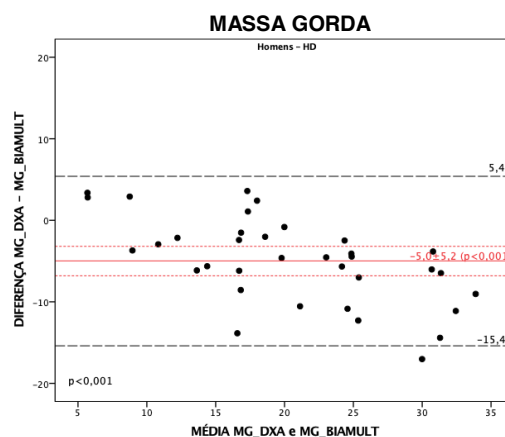
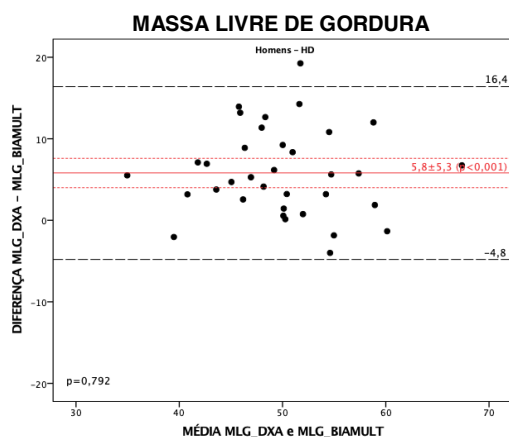
○ **IMC $\geq 25\text{kg/m}^2$**



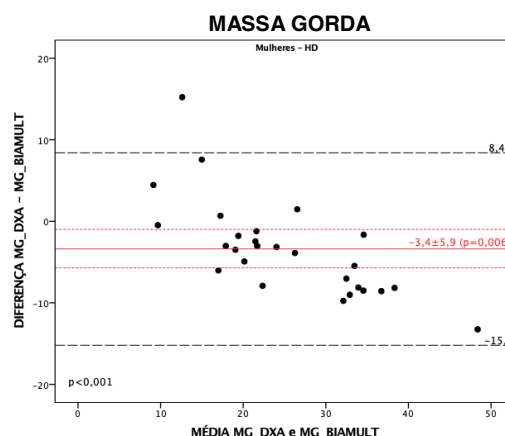
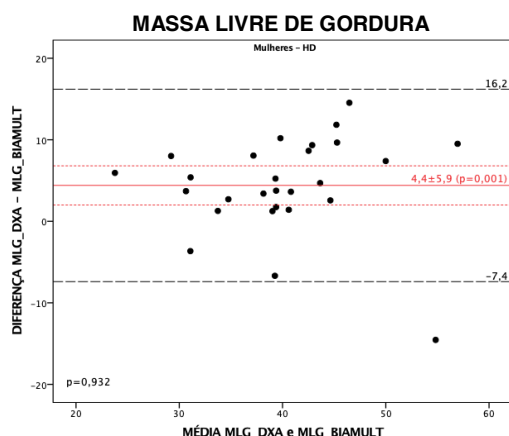
APÊNDICE F - Diagramas de concordância de Bland-Altman para BIAMULT e DXA

HEMODIÁLISE

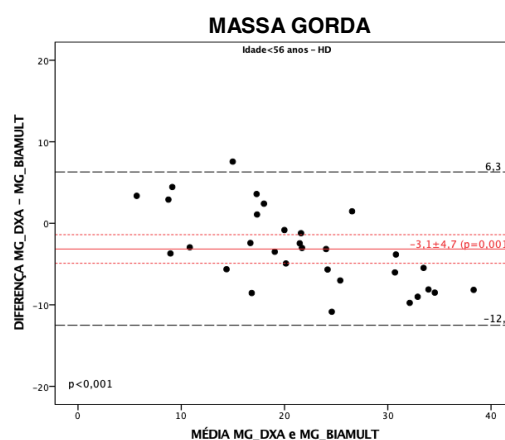
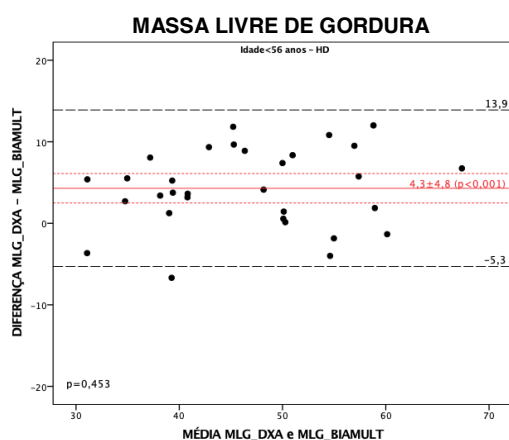
Homens



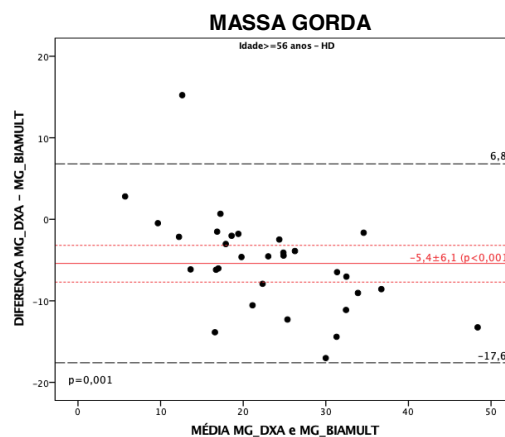
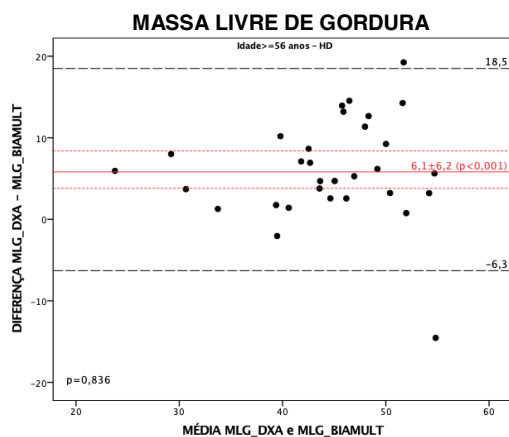
Mulheres



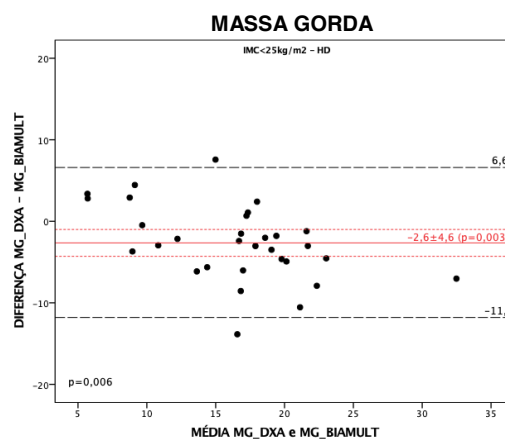
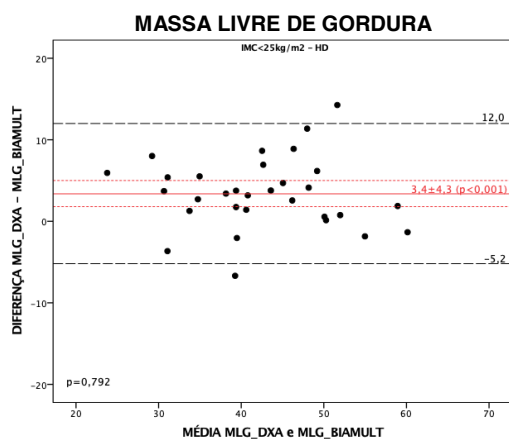
Idade <56 anos



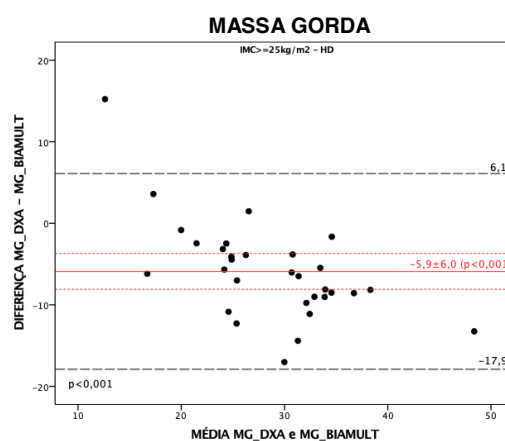
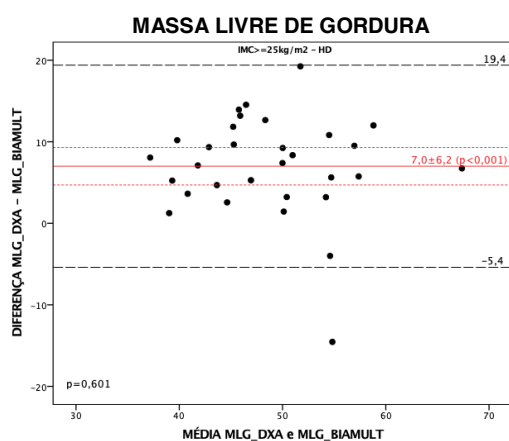
○ **Idade ≥ 56 anos**



○ **IMC $< 25 \text{ kg/m}^2$**

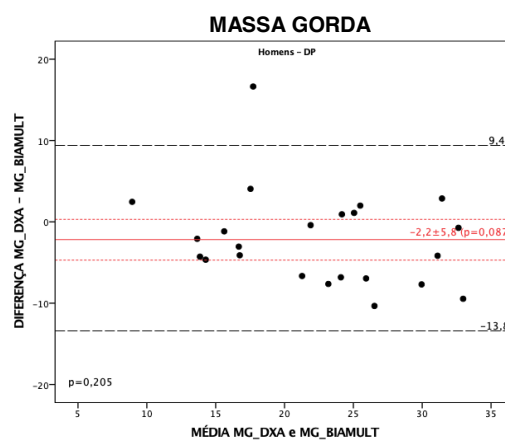
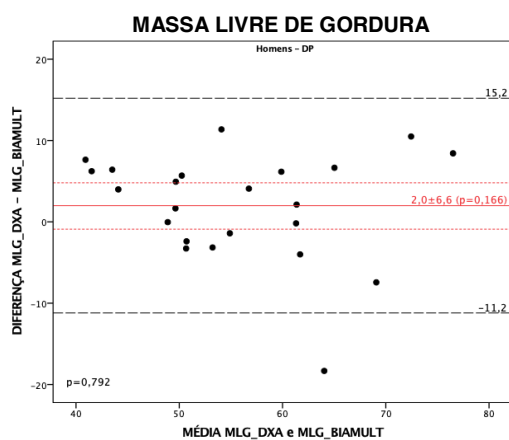


○ **IMC $\geq 25 \text{ kg/m}^2$**

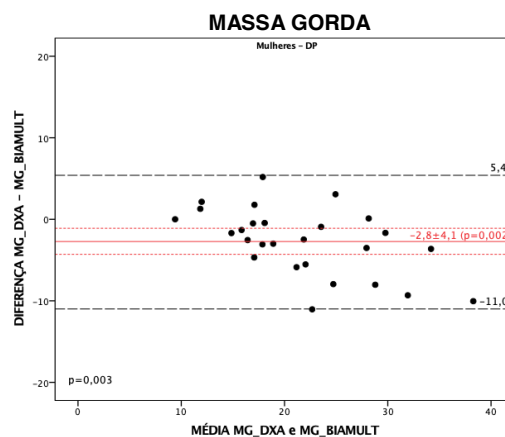
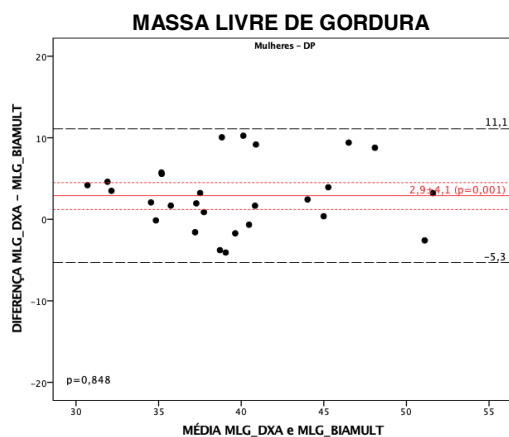


DIÁLISE PERITONEAL

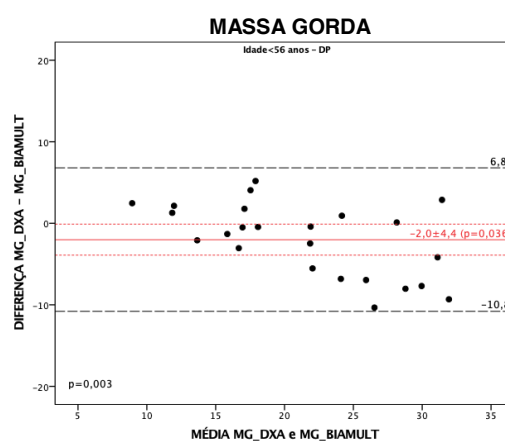
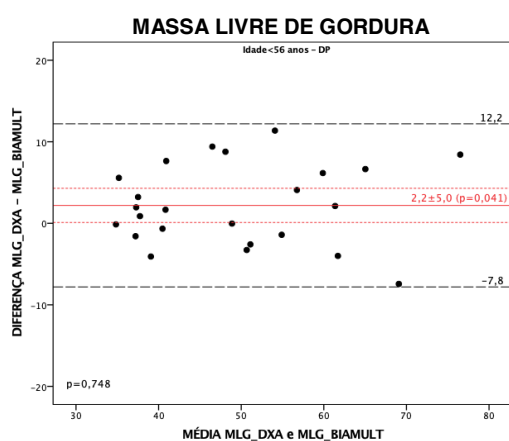
Homens



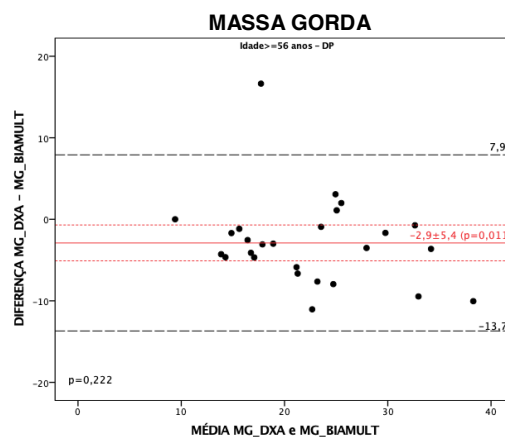
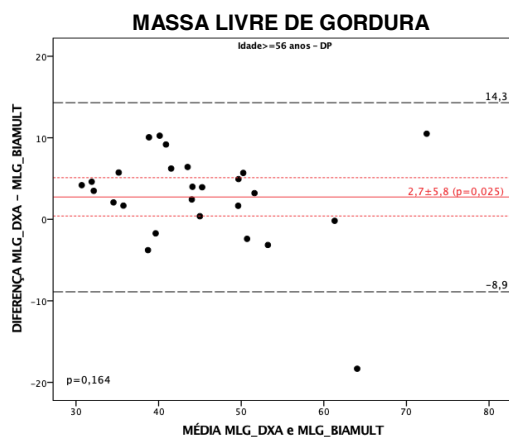
Mulheres



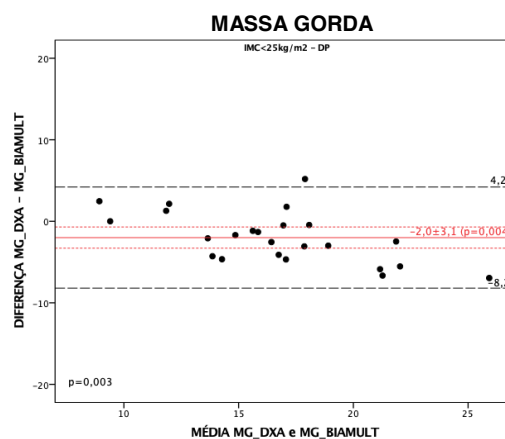
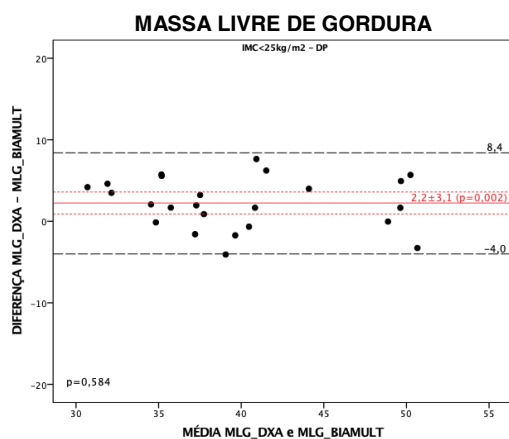
Idade <56 anos



○ **Idade ≥ 56 anos**



○ **IMC $< 25 \text{ kg/m}^2$**



○ **IMC $\geq 25 \text{ kg/m}^2$**

