

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
ESCOLA DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

*ESTUDO PROSPECTIVO PARA ANALISAR A CONCORDÂNCIA ENTRE
BIOIMPEDÂNCIA E ANTROPOMETRIA NO DIAGNÓSTICO DE PEW EM PACIENTES EM
DIÁLISE PERITONEAL CRÔNICA*

ALUNA: CRISTINA TECHY ROTH STEFANSKI
ORIENTADOR: PROFº DRº THYAGO PROENÇA DE MORAES
CO-ORIENTADOR: PROFª DRª FABIANA BAGGIO NERBASS

Curitiba, maio/2021

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
ESCOLA DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

*ESTUDO PROSPECTIVO PARA ANALISAR A CONCORDÂNCIA ENTRE
BIOIMPEDÂNCIA E ANTROPOMETRIA NO DIAGNÓSTICO DE PEW EM PACIENTES EM
DIÁLISE PERITONEAL CRÔNICA*

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências da Saúde.

Orientador(a): Prof. Dr. Thyago Proença de Moraes
Co-Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Fabiana Baggio
Nerbass

Curitiba, maio/2021

Dados da Catalogação na Publicação
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR
Biblioteca Central
Pamela Travassos de Freitas – CRB 9/1960

S816v
2021

Stefanski, Cristina Techy Roth
Estudo prospectivo para analisar a concordância entre bioimpedância e antropometria no diagnóstico de PEW em pacientes em diálise peritoneal crônica / Cristina Techy Roth Stefanski ; orientador: Thyago Proença de Moraes ; coorientador: Fabiana Baggio Nerbass.– 2021.
61 f. : il. ; 30 cm

Tese (doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2021
Bibliografias: 56-61

1. Insuficiência renal crônica. 2. Diálise peritoneal. 3. Desnutrição.
4. Nutrição. I. Moraes, Thyago Proença de. II. Nerbass, Fabiana Baggio.
III. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Pós-Graduação em Ciências da Saúde. IV. Título.

CDD 20. ed. – 616.614



Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Escola de Medicina
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde

ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE EXAME DE TESE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE EM NÍVEL DE DOUTORADO DA PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ.

Aos **06 dias do mês de maio de 2021 às 09:00**, realizou-se a sessão aberta de Defesa de Tese "**Estudo prospectivo para analisar a concordância entre bioimpedância e antropometria no diagnóstico de PEW em pacientes renais crônicos em diálise peritoneal**" apresentado por **Cristina Techy Roth Stefanski** para obtenção do título de Doutor; Área de concentração: Medicina e áreas afins.

A banca examinadora foi composta pelos seguintes membros:

MEMBROS DA BANCA	ASSINATURA
Prof. Dr. Thyago Proença de Moraes - Presidente	
Profa. Dra. Carla Corradi Perini (PUCPR)	
Profa. Dra. Cyntia Erthal Leinig (PUCPR)	
Profa. Dra. Paula Garcia Chiarello (USP)	
Prof. Dr. Pasqual Barretti (Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho)	

De acordo com as normas regimentais a Banca Examinadora deliberou sobre os conceitos a serem distribuídos e que foram os seguintes:

Prof. Dr. Thyago Proença de Moraes	Conceito: Aprovada
Profa. Dra. Carla Corradi Perini	Conceito: Aprovada
Profa. Dra. Cyntia Erthal Leinig	Conceito: Aprovada
Profa. Dra. Paula Garcia Chiarello	Conceito: Aprovada
Prof. Dr. Pasqual Barretti	Conceito: Aprovada

Parecer Final: **Aprovada**

Observações da Banca Examinadora:

Prof. Dr. Thyago Proença de Moraes
Presidente da Banca Examinadora

Prof. Dra. Cristina Pellegrino Baena
Coordenadora do PPGCS-PUCPR

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Marcos e Marina, que me mostraram o caminho a seguir e não mediram esforços para me proporcionar os meios necessários para minha formação tanto moral quanto profissional. É por vocês que tudo isso faz sentido.

À minha irmã Cláudia que sempre foi o meu apoio e o meu refúgio.

Ao meu marido Marco, pelo amor, compreensão, paciência e até o auxílio com as planilhas dedicados durante toda a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Aos meus queridos orientadores Prof^o. Dr. Thyago Proença de Moraes e Dra. Fabiana Baggio Nerbass, pela confiança em mim dedicada, por todo o seu conhecimento compartilhado e pela oportunidade.

À querida Prof^a. Dra. Andrea Novais Moreno, que foi quem de braços abertos me acolheu para dar início à caminhada acadêmica, e sabiamente encaminhou ao meu então orientador. E ao se tratar de agradecer à Prof^a. Andrea, estendo também meus sinceros agradecimentos a todos os meus colegas do laboratório que me apoiaram muito ao longo dessa caminhada.

A todos os que me ajudaram no recrutamento e coleta de dados dos participantes, em especial ao Dr. Gilson Biagini e às enfermeiras de cada um dos centros de diálise do Instituto do Rim do Paraná: Daiane (Unidade Buenos Aires), Katia (Clínica de Doenças Renais em São José dos Pinhais) e Clara (Unirim, no bairro Portão). Também às nutricionistas Naiane (Santa Casa de Curitiba) e Natália (Fundação Pró-Rim em Joinville), às colegas de laboratório Stephany e Carolina e à minha aluna de PIBIC Maria Vithória, que não mediram esforços para me auxiliar na coleta de dados.

Aos centros participantes que abriram suas portas dando oportunidade para a realização desse estudo.

Aos pacientes do estudo, sem os quais seria impossível a realização deste trabalho.

Aos meus colegas de trabalho do Hospital Universitário Evangélico Mackenzie, que compreendiam e me ajudavam quando era necessária minha saída do trabalho para resolver assuntos pertinentes ao doutorado.

Aos meus familiares, em especial aos meus pais, minha irmã e meu marido, além de meus amigos que são parte essencial de todos os melhores momentos da minha vida.

Aos membros da banca de Qualificação da Tese, que dedicaram seu tempo e conhecimento para aprimorar este trabalho.

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para meu aprendizado e para a realização deste trabalho.

E por fim, agradeço a Deus, por ter me criado e me mostrado o verdadeiro sentido da vida.

A tese foi elaborada seguindo a normatização estabelecida pela ABNT e a bibliografia referenciada segue a padronização de Vancouver. Este trabalho foi realizado nas instalações do Instituto do Rim do Paraná (Unidade Buenos Aires, Unirim e Clínica de Doenças Renais – São José dos Pinhais/PR), do ambulatório de nefrologia da Santa Casa de Misericórdia de Curitiba e da Fundação Pró-Rim em Joinville/SC. Declaramos que não há conflito de interesse na realização da presente tese.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS:	5
LISTA DE TABELAS:	6
LISTA DE ABREVIACÕES:	7
RESUMO	8
ABSTRACT	9
RESUMO POPULAR	10
1 – INTRODUÇÃO	11
2 – JUSTIFICATIVA	12
3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1 DOENÇA RENAL CRÔNICA	14
3.2 <i>PROTEIN-ENERGY WASTING</i>	16
3.3 ANTROPOMETRIA	21
3.4 FERRAMENTAS ADICIONAIS PARA AVALIAÇÃO DE PEW	23
3.4.1 Análise por Bioimpedância.....	23
4 – OBJETIVOS	26
4.1 OBJETIVO GERAL.....	26
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
5 – MATERIAL E MÉTODOS	27
5.1 TIPO DE PESQUISA.....	27
5.2 PARTICIPANTES	27
5.3 DELINEAMENTO.....	27
5.3.1 Mensuração: peso, altura e IMC	28
5.3.2 Mensuração da composição corporal por antropometria.....	29
5.3.3 Mensuração da Composição Corporal por meio da Bioimpedância.....	33
5.3.4 Ingestão dietética	34
5.3.5 Diagnóstico de PEW	34
5.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	36
6 – RESULTADOS	37
7 –DISCUSSÃO	48
8 – CONCLUSÃO	52
9– CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS	56

LISTA DE FIGURAS:

Figura 1. Classificação e risco de progressão da Doença Renal Crônica.....	15
Figura 2. Causas e consequências da PEW em DRC	17
Figura 3. Prevalência de PEW em pacientes com DRC em tratamento dialítico.....	18
Figura 4. Body Composition Monitor – BCM	24
Figura 5. Realização do exame.....	33
Figura 6. Fluxograma de pacientes recrutados	38
Figura 7. Concordância e distribuição do diagnóstico de PEW	40
Figura 8. Concordância entre a pontuação usada para o diagnóstico de PEW.....	41
Figura 9. Correlação de massa muscular (Kg) entre antropometria e BIS	42
Figura 10. Correlação de massa muscular (kg) entre antropometria e BIS no subgrupo de pacientes com IMC < 30Kg/m ²	43
Figura 11. Correlação de massa muscular (kg) entre antropometria e BIS no subgrupo de pacientes com IMC ≥ 30Kg/m ²	44
Figura 12. Correlação de massa adiposa (kg) entre antropometria e BIS na população estudada	45
Figura 13. Curva de <i>Bland-Altman</i> para avaliar a concordância entre BIS e antropometria para a medida de massa muscular	46
Figura 14. Curva de <i>Bland-Altman</i> para avaliar a concordância entre BIS e antropometria para a medida de massa adiposa.....	47

LISTA DE TABELAS:

Tabela 1. Critérios para o diagnóstico clínico de PEW em pacientes com DRC	20
Tabela 2. Porcentagem de Gordura Corporal segundo o somatório das Pregas Cutâneas do Bíceps, Tríceps, Subescapular e Suprailíaca	30
Tabela 3. Percentis para a Circunferência Muscular do Braço (CMB)	32
Tabela 4. Critérios para o diagnóstico clínico de PEW	35
Tabela 5. Características clínicas e demográficas da população estudada.	37
Tabela 6. Parâmetros diagnósticos de PEW em T0, T3 e T6	39

LISTA DE ABREVIACÕES:

%GC: Porcentagem de Gordura Corporal
ATM: *Adipose Tissue Mass* - Massa de tecido adiposo
BCM: *Body Composition Monitor* – Monitor de composição corporal
BIA: *Bioelectrical impedance analysis* - Análise de impedância bioelétrica
BIS: *Bioimpedance Spectroscopy* – Espectroscopia de bioimpedância
CB: Circunferência Braquial
CMB: Circunferência Muscular do Braço
DEXA: *Dual-energy X-ray Absorptiometry* - Absortimetria de raios-x em duas energias
DP: Diálise Peritoneal
DRC V: Doença Renal Crônica estadio terminal
DRC: Doença Renal Crônica
ESKD: *End-stage Kidney Disease* – Doença Renal em estadio terminal
FMA: Massa adiposa aferida por antropometria
FMB: Massa adiposa aferida por BIS
GC: Gordura Corporal
HD: Hemodiálise
IMC: Índice de Massa Corporal
ISRNM: *International Society of Renal Nutrition and Metabolism* - Sociedade Internacional de Nutrição Renal e Metabolismo
KDOQI: *Kidney Disease Outcomes Quality Initiative*
LTM: *Lean Tissue Mass* - Massa de tecido magro
MCM: Massa Corporal Magra
MIS: *Malnutrition Inflammation Score* – Pontuação de Desnutrição Inflamatória
MMA: Massa muscular aferida por antropometria
MMB: Massa muscular aferida por BIS
OH: Overhydration – Hipervolemia
PCB: Prega Cutânea do Bíceps
PCSe: Prega Cutânea Subescapular
PCSi: Prega Cutânea Suprailíaca
PCT: Prega Cutânea do Triceps
PEW: *Protein Energy Wasting* – Depleção Energético Proteica
PNA: *Protein Equivalent of Nitrogen Appearance* - Equivalente Proteico do Aparecimento de Nitrogênio
R24h: Recordatório de 24 horas
SGA: *Subjective Global Assessment* - Avaliação Subjetiva Global
SPC: Somatória de Pregas Cutâneas
TFG: Taxa de Filtração Glomerular
TRS: Terapia Renal Substitutiva

RESUMO

Introdução: *Protein–energy wasting* (PEW) é o estado de diminuição dos estoques corporais proteicos e energéticos normalmente associado à diminuição da capacidade funcional relacionada a estresses metabólicos. Este termo foi recomendado pela Sociedade Internacional de Nutrição e Metabolismo Renal (ISRNM) que desenvolveu uma metodologia específica para avaliação de PEW em pessoas com doença renal crônica.

Objetivo: Analisar a concordância entre espectroscopia de bioimpedância (BIS) e antropometria para o diagnóstico de PEW em pacientes em diálise peritoneal crônica.

Métodos: Estudo prospectivo, multicêntrico e observacional realizado em três unidades de diálise. Para avaliação da composição corporal (componente do PEW) foi utilizado o dispositivo de bioimpedância multifrequencial (BCM®) e a antropometria em três tempos diferentes, após três e seis meses da primeira coleta (T0, T3 e T6). Os outros parâmetros coletados para utilização da ferramenta foram albumina sérica, e o recordatório de 24 horas para análise da ingestão dietética. O kappa de Cohen foi o principal teste utilizado para analisar a concordância e uma curva de Bland-Altman foi construída para avaliar a concordância entre os dois métodos.

Resultados: Foram incluídos 136 pacientes. A média de idade da população estudada foi de $57,7 \pm 14,9$ anos, 47,8% tinham diabetes e 52,2% eram homens. O diagnóstico de PEW foi determinado aos 3 e 6 meses. No T3, 30% dos pacientes apresentaram PEW tanto pelo método da antropometria como pela BIS. No T6 a prevalência diminuiu para 17% quando avaliados pela antropometria e para 22,5%, pela BIS. A concordância no diagnóstico de PEW foi apenas moderada entre a antropometria e o BIS em T3 e T6. O principal fator responsável pelos resultados foi a mensuração da massa muscular em quilogramas. Foi encontrada uma correlação considerada baixa a moderada (R^2 de 0,35) e uma concordância avaliada como pobre, (média de 10 kg de diferença entre os métodos e mais de um quarto de todos os casos além dos limites das concordâncias).

Conclusão: O diagnóstico de PEW pode diferir dependendo das ferramentas usadas para aferir a massa muscular.

Palavras-chave: doença renal crônica; nutrição, diálise peritoneal; desnutrição; *protein-energy wasting*.

ABSTRACT

Introduction: Protein–energy wasting (PEW) is the state of decreased body stores of protein and energy, often associated with diminished functional capacity related to metabolic stresses. This term was recommended by the International Society for Nutrition and Renal Metabolism (ISRNM), which developed a specific methodology for assessing PEW in people with chronic kidney disease.

Objective: To analyze the agreement between bioimpedance spectroscopy (BIS) and anthropometry for the diagnosis of PEW in patients on chronic peritoneal dialysis.

Methods: Prospective, multicenter, observational study carried out in three dialysis units. To assess body composition (PEW component), the multifrequency bioimpedance device (BCM®) and anthropometry were used at three different times, three and six months after the first collection (T0, T3 and T6). The other parameters collected were serum albumin and the 24-hour recall for analysis of dietary intake. Cohen's kappa was the main test used to analyze the agreement, and a Bland-Altman curve was constructed to assess the agreement between the two methods.

Results: 136 patients were included. Mean age 57.7 ± 14.9 years old, 47.8% had diabetes, and 52.2% were men. PEW diagnosis was determined at 3 and 6 months. At T3, 30% presented PEW using the anthropometric and the BIS methods. At T6, the prevalence decreased to 17% when assessed by anthropometry and 22.5% by BIS. The agreement in the diagnosis of PEW was only moderate between anthropometry and BIS in T3 and T6. The main factor responsible for the results was the measurement of muscle mass in kilograms. It was found a correlation considered low to moderate (R^2 of 0.35) and an agreement evaluated as poor, (average of 10 kg of difference between the methods and more than a quarter of all cases beyond the limits of the agreement).

Conclusion: Current diagnosis of PEW may differ depending on the tools used to measure muscle mass.

Keywords: chronic kidney disease; nutrition; peritoneal dialysis; malnutrition; *protein-energy wasting*.

RESUMO POPULAR

Introdução: *Protein–energy wasting* (PEW) é quando há diminuição corporal de massa magra e massa gorda, associado à diminuição da capacidade de realizar as atividades básicas da vida diária relacionada à perda proteica.

Objetivo: Analisar a semelhança no diagnóstico de PEW em pacientes em diálise peritoneal crônica, alcançando por meio de avaliação corporal tradicional e por meio de bioimpedância.

Métodos: Pacientes em diálise peritoneal (DP) de três diferentes instituições de Curitiba e Joinville foram submetidos à avaliação corporal por meio de avaliação tradicional (pregas cutâneas) e por meio da bioimpedância desenvolvida especificamente para pacientes renais em três momentos diferentes, na data do recrutamento, e três e seis meses depois da primeira coleta. A partir dessas avaliações calculou-se a pontuação para obter o diagnóstico de PEW, e os diagnósticos resultantes por meio de cada uma das avaliações foram comparados por meio de análises estatísticas.

Resultados: Foram incluídos 136 pacientes de 3 clínicas de DP. A média de idade da população estudada foi de $57,7 \pm 14,9$ anos, 47,8% tinham diabetes e 52,2% eram homens. Calculou-se a pontuação para o diagnóstico de PEW aos 3 e 6 meses e 30% dos pacientes apresentaram PEW quando avaliados pelos dois métodos de avaliação da composição corporal em T3, e 17 e 22,5%, quando avaliados por antropometria e BIS em T6, respectivamente. A semelhança no diagnóstico de PEW foi moderada entre a avaliação tradicional e a bioimpedância em T3 e T6. O principal fator responsável pelos resultados foi uma relação baixa a moderada para a massa muscular em quilogramas, com uma diferença de mais de 10kg de massa muscular em média.

Conclusão: O diagnóstico de PEW pode ser alterado dependendo da ferramenta utilizada para aferir a massa muscular.

1 – INTRODUÇÃO

Protein Energy Wasting (PEW) é uma condição comum em pacientes com doença renal crônica (DRC). Sua incidência e severidade aumentam conforme progride a doença renal com um pico observado em pacientes dialíticos (1, 2). Dependendo da modalidade dialítica, novos fatores de risco para PEW se sobrepõem aos fatores já existentes, por serem característicos da modalidade dialítica. Em diálise peritoneal (DP) a exposição à glicose como um agente osmótico pode levar a uma absorção de 100g até 300g de glicose por dia, dependendo do perfil de membrana do paciente e da prescrição da solução hipertônica. Tal carga glicêmica tem um impacto direto no apetite do paciente, reduzindo a ingestão diária de proteínas e outros nutrientes (3, 4). Além do mais, os pacientes apresentam uma perda proteica diária através da membrana peritoneal, que em alguns casos podem chegar até 10g, o que pode contribuir para a depleção do estado nutricional (5, 6).

O diagnóstico precoce de PEW é de particular importância devido ao estado de desnutrição que pode ser difícil de reverter e porque esses pacientes são mais propensos a ter uma pior qualidade de vida e um alto risco de morte por qualquer causa (2, 7). A padronização do diagnóstico de PEW ocorreu quando a Sociedade Internacional de Nutrição Renal e Metabolismo (ISRNM) estabeleceu o critério para PEW em 2008 (7). Esse critério inclui biomarcadores séricos, dados de ingestão dietética e antropometria. Esse último inclui o cálculo de perda de peso, massa muscular e porcentagem de gordura corporal ao longo do tempo (três ou seis meses de acordo com os critérios) (7). Este procedimento faz parte de um exame físico que demanda aferição de medidas corporais e dependente do operador e, conseqüentemente, sujeito a certas variações ou imprecisões. Um fator que pode comprometer a precisão das medidas é o grau de excesso hídrico comumente presente em pacientes renais.

A introdução da espectroscopia de bioimpedância (BIS) na prática clínica da nefrologia contribuiu para melhorar o cuidado de pacientes dialíticos em diferentes frentes (8). Interessantemente, BIS rapidamente permite a medida da massa corporal magra (MCM) e adiposa. De fato, a MCM mensurada por BIS já foi descrita como um importante preditor de sobrevivência em adultos tratados com hemodiálise (9, 10). Dada a potencial variabilidade na quantificação da massa muscular entre BIS e antropometria, e que esse parâmetro é importante para o diagnóstico de PEW, foi desenhado um estudo para analisar a concordância entre BIS e antropometria para o diagnóstico de PEW.

2 – JUSTIFICATIVA

Mundialmente, o número de pacientes com DRC está aumentando, e tal doença vem sendo reconhecida como um dos principais problemas de saúde pública global, ameaçando chegar a proporções epidêmicas na próxima década. E, apesar dos avanços no tratamento dialítico e na compreensão da DRC a taxa de mortalidade desses pacientes permanece elevada, dentre outros fatores, devido a alterações no estado nutricional (11, 12), principalmente naqueles com doença renal em estadios terminal, os quais geralmente apresentam uma progressiva depleção de estoque proteico e/ou energético (13).

Considerando que PEW em pacientes com DRC está associada a diminuição da qualidade de vida, maior morbidade e aumento da mortalidade cardiovascular, mortalidade por infecção e mortalidade total (14), um diagnóstico de PEW com maior acurácia é de extrema necessidade a fim de traçar planos nutricionais capazes de prevenir ou corrigir quadros de desnutrição. Comumente, na prática clínica, a avaliação nutricional desses pacientes para

compor o diagnóstico de PEW, é realizada por métodos objetivos como medidas antropométricas, como peso corporal total, estatura, pregas cutâneas e medidas de circunferências. A partir dessas medidas, podem ser calculadas medidas secundárias como índice de massa corporal (IMC), circunferência muscular do braço (CMB), massa corporal magra (MCM), porcentagem de gordura corporal (%GC), entre outros. Entretanto, apesar de ser considerado um método tradicional e já validado para avaliação da composição corporal, a antropometria abrange medidas com considerável coeficiente de variação, mesmo quando realizado por profissionais treinados (15), além do que o estado de hidratação pode influenciar significativamente a avaliação antropométrica (16, 17).

Dessa forma, torna-se de interesse realizar o diagnóstico de PEW por meio de antropometria e comparar os resultados com os obtidos por meio da avaliação antropométrica realizada pela BIS, a fim de realizar o diagnóstico de PEW com maior precisão em pacientes renais crônicos em diálise peritoneal.

3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 DOENÇA RENAL CRÔNICA

A doença renal crônica (DRC), definida como uma anormalidade na estrutura ou função dos rins por mais de três meses com implicações para a saúde de um indivíduo, é considerada um problema de saúde pública mundial tanto pelo seu impacto na morbimortalidade da população, como em relação aos enormes custos econômicos e sociais (18). Em 2017, a prevalência de DRC foi estimada em 9,1% da população mundial (697,5 milhões de casos) e resultou em 1,2 milhão de mortes, sendo classificada como a 12ª principal causa de mortes naquele ano. A prevalência da doença aumentou em 29,3% e a taxa global de mortalidade por DRC em 41,5% em relação a 1990 (19).

Essa doença é caracterizada pela perda progressiva da filtração glomerular, por meio da qual os rins perdem a sua capacidade de remover compostos potencialmente tóxicos da corrente sanguínea para a urina, resultando no seu acúmulo no organismo (20). Conforme a doença progride, ocorre a redução da taxa de filtração glomerular (TFG), e é a partir da TFG que ocorre a classificação dos estádios da DRC, conforme mostra a figura 1.

No estádio 5 da DRC, os pacientes necessitam de terapia renal substitutiva (TRS), isto é, devem ser submetidos a um programa de hemodiálise (HD), diálise peritoneal (DP) ou transplante renal. Ao contrário da HD tradicional, onde o paciente necessita ir até uma clínica especializada ou hospital para realizar sua TRS 3 vezes por semana, a DP consiste na infusão diária de uma solução de diálise dentro da cavidade peritoneal (solução cuja maior parte de solutos é composta por glicose), por meio de um cateter implantado cirurgicamente no abdômen, por um tempo variável e posterior drenagem desse líquido, técnica tal que pode ser realizada em domicílio após treinamento especializado com médicos e enfermeiros. Estimativas atuais sugerem que mais de 272.000 pacientes recebem diálise peritoneal em todo mundo,

representando aproximadamente 11% da população dialítica global, a taxa anual de crescimento global de diálise peritoneal é estimada em 8%, que é superior ao da hemodiálise (6 a 7%). Aproximadamente 25% da população global de diálise peritoneal é tratada na América Latina (21). O número total de pacientes em diálise crônica no Brasil em 2017 foi estimado em 126.583, sendo que a diálise peritoneal foi utilizada por 6,9% dos pacientes (22).

Apesar dos avanços no tratamento dialítico e na compreensão da DRC, a taxa de mortalidade dos pacientes com DRC permanece elevada. E dentre outros fatores, alterações no estado nutricional estão associados a esse desfecho (11, 12). Esta associação é mais evidenciada naqueles em tratamento dialítico, fase em que muitos apresentam uma progressiva depleção de estoque proteico e/ou energético (13).

Figura 1. Classificação e risco de progressão da Doença Renal Crônica

				Níveis de Albuminúria		
				A1	A2	A3
				Normal para ligeiro aumento	Aumento moderado	Aumento grave
				<30 mg/g <3 mg/mmol	30-300 mg/g 3-30 mg/mmol	>300 mg/g >30 mg/mmol
Categorias da DRC pela TFG (ml/min/1,73 m ²)	G1	Normal ou alto	≥90	BAIXO RISCO	MODERADO RISCO	ALTO RISCO
	G2	Diminuição ligeira	60-89	BAIXO RISCO	MODERADO RISCO	ALTO RISCO
	G3a	Diminuição moderada	45-59	MODERADO RISCO	ALTO RISCO	MUITO ALTO RISCO
	G3b	Diminuição pouco severa	30-44	ALTO RISCO	MUITO ALTO RISCO	MUITO ALTO RISCO
	G4	Diminuição grave	15-29	MUITO ALTO RISCO	MUITO ALTO RISCO	MUITO ALTO RISCO
	G5	Falência renal	<15	MUITO ALTO RISCO	MUITO ALTO RISCO	MUITO ALTO RISCO

Adaptado de KDIGO, 2012.

3.2 *PROTEIN-ENERGY WASTING*

O termo “*Protein-Energy Wasting*” (PEW) foi proposto por um painel de especialistas durante uma conferência da Sociedade Internacional de Nutrição Renal e Metabolismo (ISRNM), em março de 2006, e diz respeito ao estado de diminuição das reservas corporais proteicas e energéticas (isto é, massa magra e massa gorda), desencadeado por um estado de distúrbios metabólicos e nutricionais (7).

Um significativo número de fatores que levam ao catabolismo, afetam o estado metabólico e nutricional na DRC, como inflamação, aumento na concentração e/ou atividade de hormônios catabólicos, redução na concentração e/ou resistência a hormônios anabólicos, acidose metabólica, catabolismo associado ao tratamento dialítico, acúmulo de toxinas urêmicas, desregulação de mecanismos homeostáticos gastrointestinais, restrições alimentares (apesar da recomendação de uma dieta menos restritiva para pacientes em DP já que as sessões de diálise são diárias), presença de múltiplas comorbidades e estilo de vida (Figura 2) (7, 13, 23, 24).

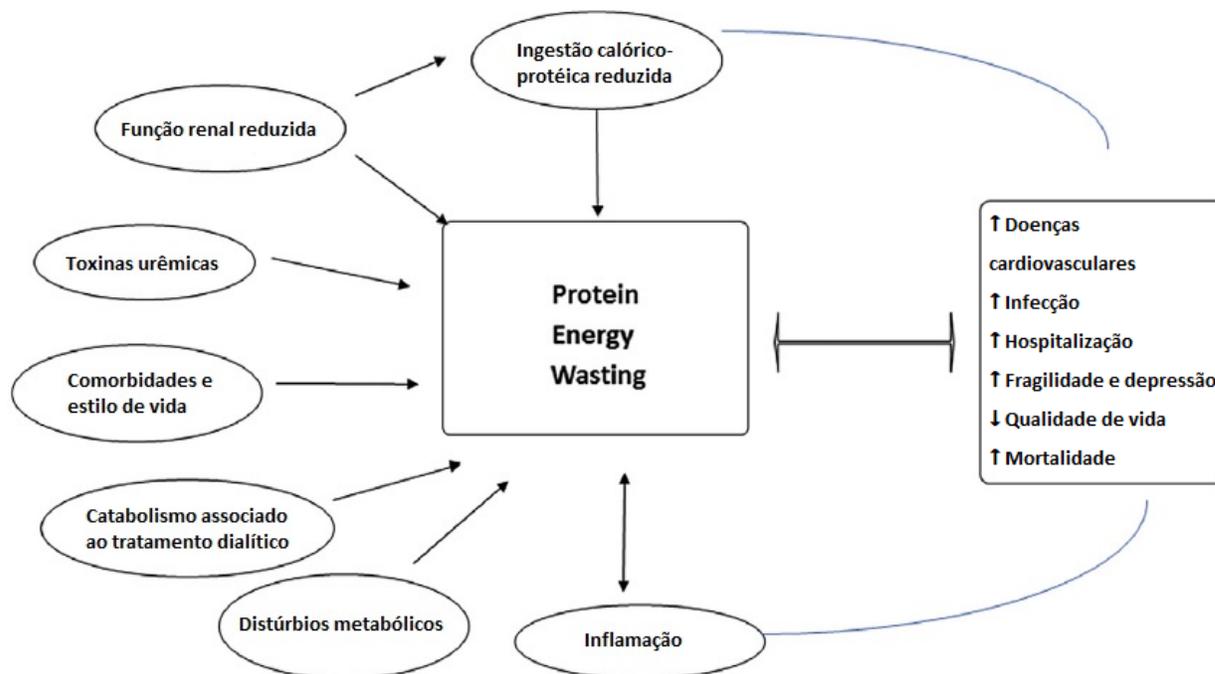
Em se tratando de inflamação em DRC, o aumento de citocinas inflamatórias, devido ao acúmulo de toxinas urêmicas, predispõe à patogênese de PEW, já que desencadeia mecanismos de proteólise, a qual está relacionada ao estado hipercatabólico induzido pela uremia e, através da alteração do sistema nervoso central, que leva à desregulação do apetite (25). Dessa forma, o hipercatabolismo de tecido muscular e reserva adiposa, combinado com a redução da ingestão alimentar, inflamação, perda de nutrientes, pouca ou nenhuma atividade física, e o procedimento dialítico por si só, contribuem para PEW (26).

Além disso, pacientes em diálise peritoneal apresentam uma perda proteica de 6 a 8g/dia através do fluido peritoneal, em alguns casos podem chegar até 10g o que é crucial para o desenvolvimento de uma desnutrição (6), e a absorção intraperitoneal de glicose do fluido

dialítico provê uma energia extra de cerca de 400kcal (3, 27), e dependendo do perfil de membrana do paciente e da prescrição da solução hipertônica pode levar a uma absorção de até 300g de glicose por dia (5), o que poderia prover cerca de 1200kcal, podendo desencadear para alguns pacientes o ganho de peso e para outros um impacto na redução do apetite, e consequentemente, da ingestão desses pacientes (4).

Essa abundância de fatores que afetam o estado nutricional de doentes renais crônicos, requer uma combinação de abordagens terapêuticas para prevenir ou reverter a depleção energético-proteica, além de um contínuo aconselhamento nutricional, faz-se importante uma triagem nutricional periódica, por meio de medidas antropométricas, avaliação subjetiva global e avaliação de biomarcadores séricos (28).

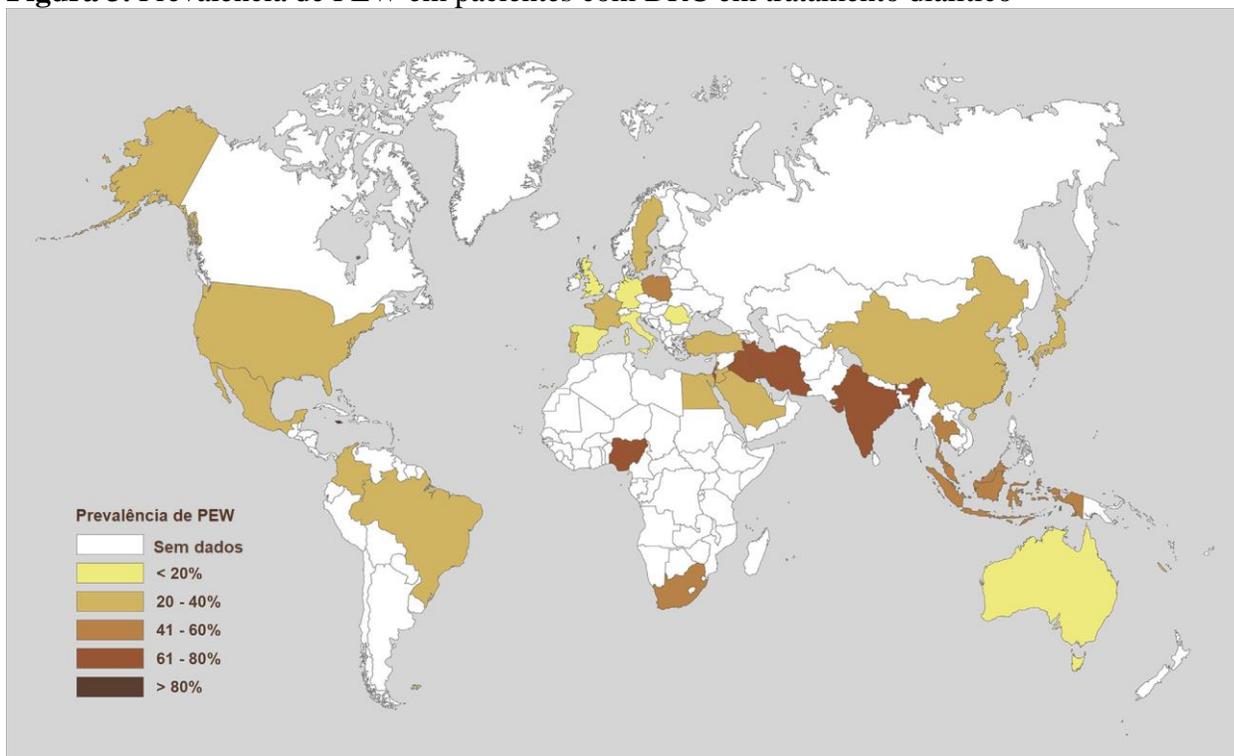
Figura 2. Causas e consequências da PEW em DRC



Adaptado de: Sabatino *et al.*, *Clinical Nutrition*, 36: 663-671, 2017 (24)

Uma recente meta-análise, que incluiu 84 estudos de 34 países, mostrou que as taxas globais de prevalência de PEW em pacientes renais apresentam grande variação, afinal ela depende do método utilizado para o diagnóstico (SGA - *Subjective Global Assessment* ou MIS *Malnutrition Inflammation Score*), e da região geográfica da população avaliada (Figura 3). A média de prevalência observada foi de 42%, individualmente, os estudos reportaram uma prevalência que variou de 9 a 98%. Em pacientes em hemodiálise, a variação de prevalência de PEW foi de 9,2 a 81%, com uma mediana de 43%, e para pacientes em diálise peritoneal, essa prevalência variou de 16 a 98%, com uma mediana de 36% (29).

Figura 3. Prevalência de PEW em pacientes com DRC em tratamento dialítico



Adaptado de: Carrero *et al.*, *Journal of Renal Nutrition*, 28: 380-392, 2018 (29)

O painel de especialistas recomenda que quatro principais critérios sejam analisados para o diagnóstico de PEW: parâmetros bioquímicos; índice de massa corporal, gordura corporal

total reduzida ou perda de peso; uma redução da massa muscular; e baixa ingestão energética ou proteica (7).

- 1) Indicadores bioquímicos: albumina sérica, que é conhecida por ser um forte e consistente preditor de mortalidade em pacientes dialíticos (30-34); pre-albumina sérica ou transtiretina e colesterol, os quais também têm sido estudados como marcadores nutricionais em pacientes renais crônicos (35-38);
- 2) Baixo peso corporal, perda de peso ou redução de porcentagem de gordura corporal total: entre os indicadores de massa corporal, o Índice de Massa Corporal (IMC) é o mais utilizado, um baixo IMC é um preditor consistente de alto risco de morte em pacientes mantidos em diálise (39-42). Entretanto, o IMC pode ser influenciado pelo estado de hidratação. A perda de peso não intencional ou a redução de qualquer grau no IMC, sugere a presença de PEW em indivíduos com doença renal (7). Um decréscimo na porcentagem de gordura corporal é um critério adicional para a depleção, já que o IMC é fortemente, mas não somente, influenciado pela gordura corporal (43). Além disso, estudos epidemiológicos têm demonstrado que a diminuição na gordura corporal está associada com um aumento no risco de morte em pacientes dialíticos (44-46).
- 3) Redução na massa muscular: uma redução na massa muscular parece ser o critério mais valioso para a presença de PEW (47, 48).
- 4) Baixa ingestão energética e proteica: a redução no apetite pode estar associada com a PEW e pode anunciar um defecho clínico ruim (49, 50). A ingestão dietética pode ser avaliada por inquéritos alimentares (como recordatório alimentar de 24h ou diário alimentar). Ou ainda, a ingestão proteica pode ser estimada a partir da quantidade de nitrogênio excretado em urina de 24h ou da quantidade de nitrogênio gerado, esse

índice é conhecido pela sigla PNA (*Protein Equivalent of Nitrogen Appearance*) (51).

Para realizar o diagnóstico clínico de PEW relacionada à DRC, pelo menos um item em três das quatro categorias deve estar presente (Tabela 1). Cada critério deve ser documentado em pelo menos três ocasiões, de preferência com 2 a 4 semanas de intervalo (7).

Tabela 1. Critérios para o diagnóstico clínico de PEW em pacientes com DRC

Parâmetros	Valores de referência
Avaliação bioquímica	<ul style="list-style-type: none">• Albumina < 3,8g/dL• Pré-albumina ou transtiretina < 30mg/dL• Colesterol < 100mg/dL^a
Massa corporal	<ul style="list-style-type: none">• IMC < 23Kg/m² ^b• Perda de peso não intencional:<ul style="list-style-type: none">- 5% ao longo de 3 meses ou- 10% ao longo de 6 meses• Porcentagem de gordura corporal total < 10%
Massa muscular	<ul style="list-style-type: none">• Redução da massa muscular:<ul style="list-style-type: none">- 5% ao longo de 3 meses ou- 10% ao longo de 6 meses• Redução da área da circunferência muscular do braço: redução > 10% em relação ao percentil 50 da população de referência.
Ingestão dietética	<ul style="list-style-type: none">• Redução não intencional da ingestão protéica:<ul style="list-style-type: none">- < 0,8g/Kg/dia por 2 meses (pacientes dialíticos)- < 0,6g/Kg/dia por 2 meses (pacientes em fase não dialítica)• Redução não intencional da ingestão energética:<ul style="list-style-type: none">- < 25Kcal/Kg/dia por dois meses (para todos os estádios de DRC)

Adaptado de Fouque *et al.*, 2008 (7).

^aNão deve ser considerado na presença de grande perda protéica ou em uso de hipolipemiantes orais.

^bO peso aferido, para o cálculo do IMC, deve ser livre de edema, e após diálise, isto é, utilizar o peso seco.

Moreau-Gaudry *et al.* desenvolveram um sistema de pontuação baseado nos critérios diagnósticos de PEW (52). A pontuação foi definida através da classificação de um item selecionado de cada uma das quatro categorias. Se o paciente apresentasse um valor superior ao limite proposto pelos critérios diagnósticos de PEW, ele recebia 1 ponto, caso apresentasse um valor abaixo do limiar, recebia 0. Assim, o *score* foi compreendido entre 4 (quando o paciente apresentava todos os valores acima do limiar proposto para diagnóstico de PEW), representando um estado nutricional normal, e 0 (quando o paciente apresentava todos os valores diagnósticos abaixo do limite proposto), revelando uma depleção grave. Devido ao número de pacientes que apresentaram *score* 0, o grupo decidiu agregar as notas 0 e 1, formatando o *score* em quatro grupos, da seguinte forma:

- *scores* 0 e 1 = depleção severa
- *score* 2 = depleção moderada
- *score* 3 = depleção leve
- *score* 4 = estado nutricional normal.

Além de desenvolver o sistema de pontuação, os autores observaram que o PEW *score* prediz sobrevivência, e um aumento no grau da pontuação em um intervalo de seis meses, está associado à sobrevivência prolongada. Assim, o PEW *score* permite a identificação de pacientes em alto risco de depleção, e dessa forma, é capaz de direcionar estratégias nutricionais específicas (52).

3.3 ANTROPOMETRIA

A antropometria é definida como o conjunto de mensurações do corpo humano ou de suas partes, caracteriza-se por uma importante ferramenta para a avaliação do estado nutricional, e os indicadores antropométricos gerados a partir das medidas corporais são importantes

preditores das condições de saúde e sobrevivência de indivíduos e populações (53). Além de ter baixo custo, o método antropométrico é de simples e fácil execução, pouco invasivo e aplicável em todas as fases do ciclo de vida e por isso é comumente adotado há décadas como uma das principais abordagens para o diagnóstico nutricional em todo o mundo (54).

Apesar de ser um método de fácil execução, as medidas obtidas podem ser passíveis de erro, o que levaria a um diagnóstico nutricional impreciso, e a fonte desse equívoco pode ser o profissional de saúde, os equipamentos e instrumentos utilizados, ou até mesmo o próprio indivíduo avaliado (54, 55).

A falta de sensibilidade quanto ao cuidado durante as medições é um dos principais fatores relacionados ao erro por parte do antropometrista (55). A falta de treinamento da técnica de mensuração também é um grande problema (56), bem como a pouca sistematização dos procedimentos empregados, a inadequação no manejo dos equipamentos, além dos erros de leitura nos equipamentos (55). Equipamentos também podem levar a erros na mensuração quando estão defeituosos, sem manutenção ou sem calibração (54, 55, 57).

A confiabilidade dos dados antropométricos aferidos pode ser dificultada por aspectos relacionados ao indivíduo avaliado, como variações biológicas e anatômicas desse indivíduo, como a obesidade e estado de hidratação (54, 55, 57). No último caso, muito comum em pacientes renais crônicos, que geralmente apresentam excesso hídrico.

Dessa forma, apesar de ser um método comum de avaliação nutricional, a antropometria, em pacientes renais crônicos, pode ser passível de erros de avaliação, devido à alteração no estado de hidratação dos tecidos (17). Além disso, a antropometria é relativamente ineficaz para identificar desnutrição em pacientes renais, especialmente detecção precoce, devido à falta de padrões confiáveis para comparação (58). Alguns autores têm sugerido que a antropometria

subestima marcantemente o grau de perda proteica na doença renal crônica (59). Contudo, foi demonstrado que a antropometria pode ser reproduzível e que sua sensibilidade é de 90% (58).

3.4 FERRAMENTAS ADICIONAIS PARA AVALIAÇÃO DE PEW

Os especialistas responsáveis pela criação dos critérios diagnósticos da PEW reconhecem que medidas adicionais de avaliação nutricional e inflamação, podem ser potenciais pistas para a existência de PEW. Dentre as outras ferramentas potenciais para avaliação de PEW em doentes renais crônicos está a análise por bioimpedância (BIA) (7).

3.4.1 Análise por Bioimpedância

A análise por bioimpedância (BIA) tem se tornado uma técnica comumente utilizada para estimar o volume de água corporal total, a porcentagem de gordura corporal e o peso da massa magra, através da passagem de uma corrente elétrica de baixa intensidade, imperceptível ao paciente. É considerado um método rápido e não invasivo, que se baseia no princípio de que os componentes corporais oferecem resistência diferenciada à passagem da corrente elétrica (60).

Devido à grande quantidade de água e eletrólitos, os tecidos magros são altamente condutores de corrente elétrica, isto é, apresentam baixa resistência à corrente. Por outro lado, gordura, osso e pele são um meio de baixa condutividade, dessa forma, apresentam elevada resistência. Assim, a passagem da corrente elétrica através do corpo possibilita a mensuração da impedância em oposição ao fluxo de água corrente (61, 62).

A BIA é um método de avaliação da composição corporal altamente aceito pela comunidade científica, principalmente para análise de perfil de hidratação corporal. Porém, seus resultados podem ser afetados por fatores como a alimentação, o exercício físico e a ingestão de líquidos em períodos que antecedem a avaliação, estados de desidratação ou retenção hídrica, utilização de diuréticos e ciclo menstrual (61, 63). Sendo assim, foi desenvolvido o *Body Composition Monitor* (BCM - Fresenius® Medical Care) (Figura 4), que emprega a técnica de espectroscopia de bioimpedância (BIS - *Bioimpedance Spectroscopy*), criado para pacientes com doença renal e fornece informações a respeito de hidratação e de estado nutricional. O dispositivo mede a bioimpedância de todo o corpo em uma faixa de frequência de 5 kHz a 1 MHz e determina resistência extracelular e intracelular, determinando assim o volume de água intra e extracelular e calcula a sobrecarga hídrica. A metodologia do BCM não é invasiva e pode ser aplicada em pacientes em todos os estágios da doença renal crônica e em diferentes modalidades de TRS, inclusive em pacientes em DP, independentemente se o peritônio estiver cheio ou vazio (9, 64).

Figura 4. Body Composition Monitor – BCM



A mortalidade em doentes renais crônicos, está ligada mais à perda de massa magra do que com a perda de peso por si só, já que o edema faz parte da composição do peso, e por consequência, das flutuações de peso, dessa forma, um manejo mais preciso do volume com o auxílio da avaliação por meio da BIS, está associado com melhores desfechos (65).

Por fim, com o intuito de realizar um diagnóstico de PEW com maior precisão e qualidade e assim elaborar planos nutricionais apropriados para prevenir ou corrigir quadros de desnutrição em pacientes renais crônicos em diálise peritoneal, tendo em vista que tradicionalmente a avaliação da composição corporal é realizada por meio de antropometria

como peso corporal total, estatura, pregas cutâneas e medidas de circunferências, e dessa forma é passível de considerável coeficiente de variação, mesmo quando realizado por profissionais treinados, o presente estudo pretende agregar valor a essa investigação, incorporando outro método de avaliação como a BIS.

4 – OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a concordância entre espectroscopia de bioimpedância (BIS) e antropometria para o diagnóstico de PEW em pacientes em diálise peritoneal crônica.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar o diagnóstico do estado nutricional com base nos critérios definidos pela Sociedade Internacional de Nutrição Renal (ISRNM), avaliando os parâmetros de massa corporal e massa muscular por meio de antropometria;

- Realizar o diagnóstico do estado nutricional com base nos critérios definidos pela Sociedade Internacional de Nutrição Renal (ISRNM), avaliando os parâmetros de massa corporal e massa muscular por meio do BIS;

- Identificar a prevalência de PEW na coorte estudada por meio de ambos os métodos de avaliação de composição corporal;

- Comparar os resultados dos diagnósticos de PEW obtidos por meio da avaliação corporal aferida pela antropometria e pelo BIS.

5 – MATERIAL E MÉTODOS

5.1 TIPO DE PESQUISA

Estudo prospectivo, observacional, multicêntrico, analítico, de caráter quantitativo.

5.2 PARTICIPANTES

Foram recrutados pacientes renais crônicos em diálise peritoneal há pelo menos 3 meses, adultos com idade acima de 18 anos, atendidos em 3 instituições: Santa Casa de Curitiba, Instituto do Rim do Paraná (Curitiba/PR e São José dos Pinhais/PR) e Fundação Pró-Rim (Joinville/SC). Os pacientes foram convidados a participar do estudo e incluídos no mesmo somente após assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Pacientes gestantes ou lactantes, mulheres durante o ciclo menstrual, portadores de doença renal aguda ou câncer, obesos graves (IMC acima de 35kg/m²) pacientes com amputação física ou cadeirantes, insuficiência hepática grave (ascite), histórico de abuso de álcool ou drogas ilícitas, ou pacientes com marcapasso foram excluídos da amostra.

O cálculo amostral foi baseado em um estudo piloto com 39 pacientes, que foram classificados em dois grupos de acordo com o valor de PEW (1 a 2 e 3 a 4), usando os dois métodos escolhidos para este estudo e para o diagnóstico de PEW (antropometria e BIS) e, em seguida, a concordância entre eles foi analisada. No total, dez pacientes foram classificados de maneira diferente. Utilizou-se um beta de 0,8 e alfa de 0,05. Estimou-se então que 110 pacientes seriam necessários para identificar uma diferença na concordância de 15%.

5.3 DELINEAMENTO

Estudo observacional que abrangeu a coleta de dados clínicos (presença de comorbidades, medicamentos utilizados, tempo de permanência em diálise peritoneal, outra terapia dialítica anteriormente, causa da DRC, uso de suplementos alimentares e/ou

estimuladores de apetite, e prática de atividade física) e bioquímicos dos prontuários dos pacientes (albumina), a mensuração de dados antropométricos (peso e altura para obtenção do IMC, pregas cutâneas e circunferências para obtenção de massa magra e massa gorda), a avaliação da composição corporal por meio da espectroscopia de bioimpedância e estimativa da ingestão energética e proteica por meio do Recordatório de 24 horas.

Os dados foram coletados por três nutricionistas treinadas, que seguiram protocolos rígidos de técnicas de avaliação de composição corporal, em três períodos diferentes: T0 – na data de recrutamento do paciente ao estudo; T3 – três meses após a primeira coleta de dados; e T6 – seis meses após a primeira coleta, totalizando um acompanhamento de seis meses. O indivíduo foi abordado na sua respectiva unidade de atendimento (Santa Casa de Misericórdia de Curitiba – PR, Instituto do Rim do Paraná ou Fundação Pró-Rim – Joinville/SC) e a coleta de dados foi realizada no mesmo dia da consulta com o médico, em consultório disponível para atendimento nutricional em cada instituição.

Tendo em vista que não é rotina de nenhum dos locais de coleta de dados a avaliação da composição corporal dos pacientes, relatórios contendo os resultados da composição corporal foram encaminhados às nutricionistas responsáveis pelo acompanhamento dos pacientes.

5.3.1 Mensuração: peso, altura e IMC

5.3.1.1 Peso corpóreo

Para aferir o peso corpóreo dos pacientes, foi utilizada uma balança de peso corpóreo com régua medidora, digital ou mecânica (conforme a disponibilidade em cada local de coleta de dados), do tipo plataforma, com capacidade para 300kg, da marca Filizola®.

No momento da avaliação, os pacientes permaneceram em posição ereta, em pé e descalços, no centro da balança e com roupas leves. O peso foi registrado em quilogramas com a variação mínima de 100g (66). Quando os pacientes se encontravam com a cavidade peritoneal

cheia o peso corpóreo registrado era o peso seco, isto é, o peso do volume do líquido era subtraído do peso aferido.

5.3.1.2 Estatura

A medida da estatura corpórea foi aferida por estadiômetro presente na balança que possui a régua medidora (Filizola®). Os pacientes permaneceram em posição ereta, de costas para o marcador da balança, com os pés unidos. A leitura da estatura foi realizada no centímetro mais próximo ao marcador, quando a haste horizontal da barra vertical da escala de estatura encostou à cabeça do paciente, e o registro da estatura foi realizado em metros (66).

5.3.1.3 Índice de Massa Corporal

Para calcular o IMC, foi dividido o peso corpóreo em quilogramas pela estatura elevada ao quadrado em metros (66).

5.3.2 Mensuração da composição corporal por antropometria

Todos os pacientes selecionados foram submetidos à avaliação da composição corporal por medidas obtidas pelos métodos de somatória de pregas cutâneas (SPC), massa corporal magra (MCM) e circunferência muscular do braço (CMB).

5.3.2.1 Somatória de Pregas Cutâneas

Foram aferidas as pregas cutâneas bicipital (PCB), tricipital (PCT), subescapular (PCSe) e suprailíaca (PCSi), seguindo as técnicas descritas na literatura (67) com o uso do adipômetro científico Cescorf, com precisão de 1mm e fita métrica inextensível flexível e milimetrada. O registro das medidas das pregas cutâneas foi realizado em milímetros.

Para estabelecer a quantidade estimada de gordura corporal (GC) utilizando-se a SPC, foram somados os valores obtidos da aferição das quatro pregas cutâneas acima mencionadas, e em seguida, o valor do somatório foi correlacionado com o sexo e a idade do indivíduo para a obtenção da porcentagem de gordura corporal (%GC) utilizando a tabela 2.

Tabela 2. Porcentagem de Gordura Corporal segundo o somatório das Pregas Cutâneas do Bíceps, Tríceps, Subescapular e Suprailíaca

Pregas cutâneas (soma) (mm)	Homens (Idade em anos)				Mulheres (Idade em anos)			
	17-29	30-39	40-49	50+	16-29	30-39	40-49	50+
15	4.8	-	-	-	10.5	-	-	-
20	8.1	12.2	12.2	12.6	14.1	17.0	16.9	21.4
25	10.5	14.2	15.0	15.6	16.8	19.4	22.2	24.0
30	12.6	16.2	17.7	18.6	19.5	21.8	24.5	26.6
35	14.7	17.7	19.6	20.8	21.5	23.7	26.4	28.5
40	16.4	19.2	21.4	22.9	23.4	25.5	28.2	30.3
45	17.7	20.4	23.0	24.7	25.0	26.9	29.6	31.9
50	19.0	21.5	24.6	26.5	26.5	28.2	31.6	33.4
55	20.1	22.5	25.9	27.9	27.8	29.4	32.1	34.6
60	21.2	23.5	27.1	29.2	29.1	30.8	33.2	35.7
65	22.2	24.3	28.2	30.4	30.2	31.6	34.1	36.7
70	23.1	25.1	29.3	31.6	31.2	32.5	35.0	37.7
75	24.0	25.9	30.3	32.7	32.2	33.4	35.9	38.7
80	24.8	26.6	31.2	33.8	33.1	34.3	36.7	39.6
85	25.5	27.2	32.1	34.8	34.0	35.1	37.5	40.4
90	26.2	27.8	33.0	35.8	34.8	35.8	38.3	41.2
95	26.9	28.4	33.7	36.5	35.6	36.5	39.0	41.9
100	27.6	29.0	34.4	37.4	36.4	37.2	39.7	42.6
105	28.2	29.6	35.1	38.2	37.1	37.9	40.4	43.3
110	28.8	30.1	35.8	39.0	37.6	38.6	41.0	43.9
115	29.4	30.6	36.4	36.7	38.4	39.1	41.5	44.5
120	30.5	31.1	37.0	40.4	39.0	39.6	42.0	45.1
125	31.0	31.5	37.6	41.1	39.6	40.1	42.5	45.7
130	31.5	31.9	38.2	41.8	40.2	40.6	43.0	46.2
135	32.0	32.3	38.7	42.4	40.8	41.1	43.5	46.7
140	32.5	32.7	39.2	43.0	41.3	41.6	44.0	47.2
145	33.0	33.1	39.7	43.6	41.8	42.1	44.5	47.7
150	33.3	33.5	40.2	44.1	42.3	42.6	45.0	48.2
155	33.7	33.9	40.7	44.6	42.9	43.1	45.4	48.7
160	34.1	34.3	41.2	45.1	43.3	43.6	45.8	49.2
165	34.5	34.6	41.6	45.6	43.7	44.0	46.2	49.6
170	34.9	34.8	42.0	46.1	44.1	44.4	46.6	50.0
175	35.3	-	-	-	-	44.8	47.0	50.4
180	35.6	-	-	-	-	45.2	47.4	50.8
185	35.9	-	-	-	-	45.6	47.8	51.2
190	-	-	-	-	-	45.8	48.2	51.6
195	-	-	-	-	-	46.2	48.5	52.0
200	-	-	-	-	-	46.5	48.8	52.4
205	-	-	-	-	-	-	49.1	52.7
210	-	-	-	-	-	-	49.4	53.0

Fonte: Durnin e Womersley, 1974 (68).

5.3.2.2 Massa Corporal Magra

A obtenção da MCM foi obtida subtraindo-se a gordura corporal encontrada do peso corpóreo total do indivíduo. Entretanto, antes de realizar a subtração foi necessário transformar o valor da porcentagem de gordura corporal em quilogramas, utilizando-se a regra de três, em que o peso do indivíduo (Kg) equivale a 100%, e o valor da incógnita (X) que é a gordura corporal em quilogramas equivale à %GC. O registro da MCM foi realizado em quilogramas (Kg).

5.3.2.3 Circunferência Muscular do Braço

Para obtenção da CMB foi necessário aferir a circunferência braquial (CB), durante a obtenção dessa medida o braço a ser avaliado esteve voltado em direção ao tórax, formando um ângulo de 90°, localizou-se e marca-se o ponto médio entre o acrômio e o olecrano. Solicitou-se ao indivíduo que permanecesse com o braço estendido ao longo do corpo com a palma da mão voltada para a coxa. Contornou-se o braço com a fita flexível no ponto marcado de forma ajustada evitando compressão ou folga da pele, obtendo-se dessa forma a medida da CB em centímetros (cm). Outro valor necessário para obtenção da CMB foi a PCT, aferida em milímetros (mm) (descrita no item 4.3.2.1).

A partir desses valores calculou-se a CMB de acordo com a seguinte fórmula:

$$CMB = CB \text{ (mm)}^* - [3,14 \times PCT \text{ (mm)}]$$

*Multiplica-se por 10 o valor da CB obtido em centímetros.

Em seguida, essa medida foi comparada aos valores de referência descritos na Tabela 3. Uma redução nesse valor maior que 10% em relação ao percentil 50 da população de referência, durante o período do estudo foi considerado critério diagnóstico para PEW.

Tabela 3. Percentis para a Circunferência Muscular do Braço (CMB)

Idade	Circunferência Muscular do Braço (mm)				- HOMENS		
	5	10	25	50	75	90	95
1-1.9	110	113	119	127	135	144	147
2-2.9	111	114	122	130	140	146	150
3-3.9	117	123	131	137	143	148	153
4-4.9	123	126	133	141	148	156	159
5-5.9	128	133	140	147	154	162	169
6-6.9	131	135	142	151	161	170	177
7-7.9	137	139	151	160	168	177	180
8-8.9	140	145	154	162	170	182	187
9-9.9	151	154	161	170	183	196	202
10-10.9	156	160	166	180	191	209	221
11-11.9	159	165	173	183	195	205	230
12-12.9	167	171	182	195	210	223	241
13-13.9	172	179	196	211	226	238	245
14-14.9	189	199	212	223	240	260	264
15-15.9	199	204	218	237	254	266	272
16-16.9	213	225	234	249	269	287	296
17-17.9	224	231	245	258	273	294	312
18-18.9	226	237	252	264	283	298	324
19-24.9	238	245	257	273	289	309	321
25-34.9	243	250	264	279	298	314	326
35-44.9	247	255	269	286	302	318	327
45-54.9	239	249	265	281	300	315	326
55-64.9	236	245	260	278	295	310	320
65-74.9	223	235	251	268	284	298	306
Idade	Circunferência Muscular do Braço (mm)				- MULHERES		
	5	10	25	50	75	90	95
1-1.9	105	111	117	124	132	139	143
2-2.9	111	114	119	126	133	142	147
3-3.9	113	119	124	132	140	146	152
4-4.9	115	121	128	136	144	152	157
5-5.9	125	128	134	142	151	159	165
6-6.9	130	133	138	145	154	166	171
7-7.9	129	135	142	151	160	171	176
8-8.9	138	140	151	160	171	183	194
9-9.9	147	150	158	167	180	194	198
10-10.9	148	150	159	170	180	190	197
11-11.9	150	158	171	181	196	217	223
12-12.9	162	166	180	191	201	214	220
13-13.9	169	175	183	198	211	226	240
14-14.9	174	179	190	201	216	232	247
15-15.9	175	178	189	202	215	228	244
16-16.9	170	180	190	202	216	234	249
17-17.9	175	183	194	205	221	239	257
18-18.9	174	179	191	202	215	237	245
19-24.9	179	185	195	207	221	236	249
25-34.9	183	188	199	212	228	246	264
35-44.9	186	192	205	218	236	257	272
45-54.9	187	193	206	220	238	260	274
55-64.9	187	196	209	225	244	266	280
65-74.9	185	195	208	225	244	264	279

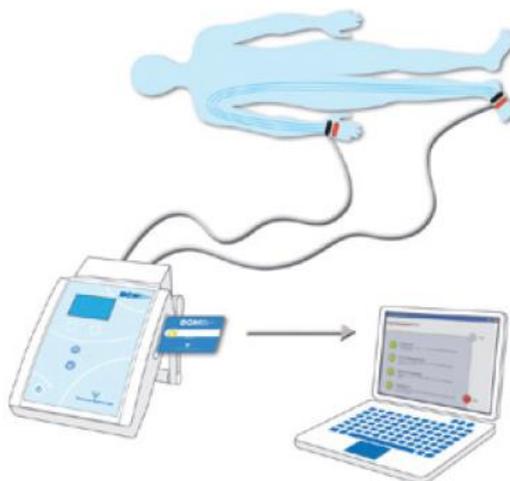
Fonte: Frisancho A. R., 1981 (69).

5.3.3 Mensuração da Composição Corporal por meio da Bioimpedância

Para a avaliação da composição corporal por meio da bioimpedância, foi utilizado o aparelho *Body Composition Monitor (BCM - Fresenius® Medical Care)*, que emprega a técnica de espectroscopia de bioimpedância (*BIS - Bioimpedance Spectroscopy*). Durante o exame, paciente permaneceu deitado, em decúbito dorsal sobre uma maca com superfície não condutora, com as pernas afastadas (evitando o contato dos tornozelos e joelhos), e as mãos e braços afastados do corpo. Os eletrodos para a passagem de corrente elétrica foram posicionados no pulso e nos pés do paciente, no mesmo lado do corpo, e conectados ao cabo de entrada no BCM.

Peso e altura foram digitados no aparelho (dados previamente aferidos conforme item 4.3.1), levando-se em consideração a indicação do fabricante que recomenda que o peso com o peritônio vazio deve ser inserido no dispositivo, e iniciou-se a mensuração, que em seguida forneceu dados de composição corporal e de referência para o estado de hidratação que demonstraram os três compartimentos da composição corporal: massa de tecido adiposo (ATM), massa de tecido magro (LTM) e o excesso de água (OH), valores fornecidos em kilogramas, que permitiram realizar a avaliação da composição corporal (Figura 5).

Figura 5. Realização do exame



A fim de garantir a qualidade da avaliação com o BCM, os indivíduos atenderam às seguintes exigências:

- Jejum de 4 horas (mínimo duas horas);
- Nenhuma prática física nas 12 horas anteriores;
- Nenhuma ingestão de bebida alcoólica nas 24 horas anteriores.

Previamente ao exame, todos os pacientes foram orientados a esvaziar a bexiga urinária e retirar todos os objetos metálicos do corpo.

5.3.4 Ingestão dietética

A estimativa da ingestão energética e proteica foi realizada por meio do Inquérito Alimentar Recordatório 24h (R24H) aplicado nos tempos T0, T3 e T6. As quantidades de alimentos que os participantes relataram ingerir foram registradas em medidas caseiras e as informações mencionadas foram inseridas no *software Dietsmart* para cálculo da ingestão energética e proteica. Tais dados obtidos foram divididos pelo peso corporal do respectivo paciente, para determinar a ingestão diária por quilograma de peso.

5.3.5 Diagnóstico de PEW

Os critérios utilizados para diagnóstico clínico da PEW estão divididos em quatro categorias (avaliação bioquímica, massa corporal, massa magra e ingestão dietética). O paciente é considerado com PEW quando apresenta ao menos um dos critérios elencados em pelo o menos três das quatro categorias (7). Dessa forma, a tabela 4 mostra como foi realizada a pontuação a partir dos dados coletados, onde para cada critério um ponto era adicionado caso nenhum dos itens estivesse abaixo do limiar proposto, e o paciente só foi diagnosticado com

PEW quando em três ou quatro categorias apresentasse “zero”, isto é, foi diagnosticado com PEW aquele paciente com uma pontuação zero ou um.

Tabela 4. Critérios para o diagnóstico clínico de PEW

Parâmetro/critério	Disponibilidade	Pontuação
1) Parâmetros bioquímicos		
• Albumina sérica < 3.8g/dL	Utilizado	Um ponto adicionado quando o critério não foi atendido
• Pré-albuminaséica (transtiretina) < 30 mg/dL	Não disponível	
• Colesterol sérico < 100 mg/dL	Não disponível	
2) Massa corporal		
• IMC < 23Kg/m ²	Utilizado	Um ponto adicionado quando nenhum dos 3 critérios foi atendido
• Perda de peso não intencional: 5% ao longo de 3 meses ou 10% ao longo de 6 meses.	Utilizado	
• Porcentagem de gordura corporal total < 10%	Utilizado	
3) Massa muscular		
• Redução da massa muscular: 5% ao longo de 3 meses ou 10% ao longo de 6 meses	Utilizado	Um ponto adicionado quando nenhum dos 2 critérios foi atendido
• Redução da área da circunferência muscular do braço: redução > 10% em relação ao percentil 50 da população de referência	Utilizado	
4) Ingestão dietética		
• Redução não intencional da ingestão proteica: < 0,8g/Kg/dia por 2 meses	Utilizado	Um ponto adicionado quando nenhum dos 2 critérios foi atendido
• Redução não intencional da ingestão energética: < 25Kcal/Kg/dia por dois meses	Utilizado	
- Pelo menos três das quatro categorias listadas devem ser atendidas para o diagnóstico de PEW.		
- As medidas foram aferidas por um profissional treinado.		

Apenas mensurações realizadas no T3 e T6 foram consideradas para as análises, pela necessidade de comparação de parâmetros ao longo do tempo preconizado pelo método, como perda de peso e redução da massa muscular em três ou seis meses. Dessa forma, foram obtidos diagnósticos de T3 e T6 provenientes da avaliação por meio da antropometria e do BIS.

Neste trabalho, comparou-se a concordância da avaliação por meio da antropometria e da bioimpedância nos critérios massa corporal e massa muscular. A concordância de ambos no diagnóstico da PEW também foi avaliada.

5.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Variáveis contínuas foram expressas como média e desvio padrão ou mediana e intervalo interquartil, enquanto variáveis categóricas (ex.: gênero, raça, doença renal primária, presença de comorbidades, terapia renal substitutiva inicial), foram expressas como frequências ou porcentagens.

O qui quadrado, teste t ou *Wilcoxon* foram utilizados, conforme apropriados, para comparar características demográficas e clínicas na linha de base. O *Kappa de Cohen* foi usado como uma medida do nível de concordância além do acaso entre o diagnóstico de PEW feito por antropometria e BIS. As interações foram testadas quanto ao sexo, idade (maior ou igual a 65), obesidade (IMC > 30kg/m² versus ≤ 30kg/m²) e status de diabetes. A significância estatística foi estabelecida no nível de $p < 0.05$. Todas as análises foram realizadas usando o programa Stata/SE 14.0.

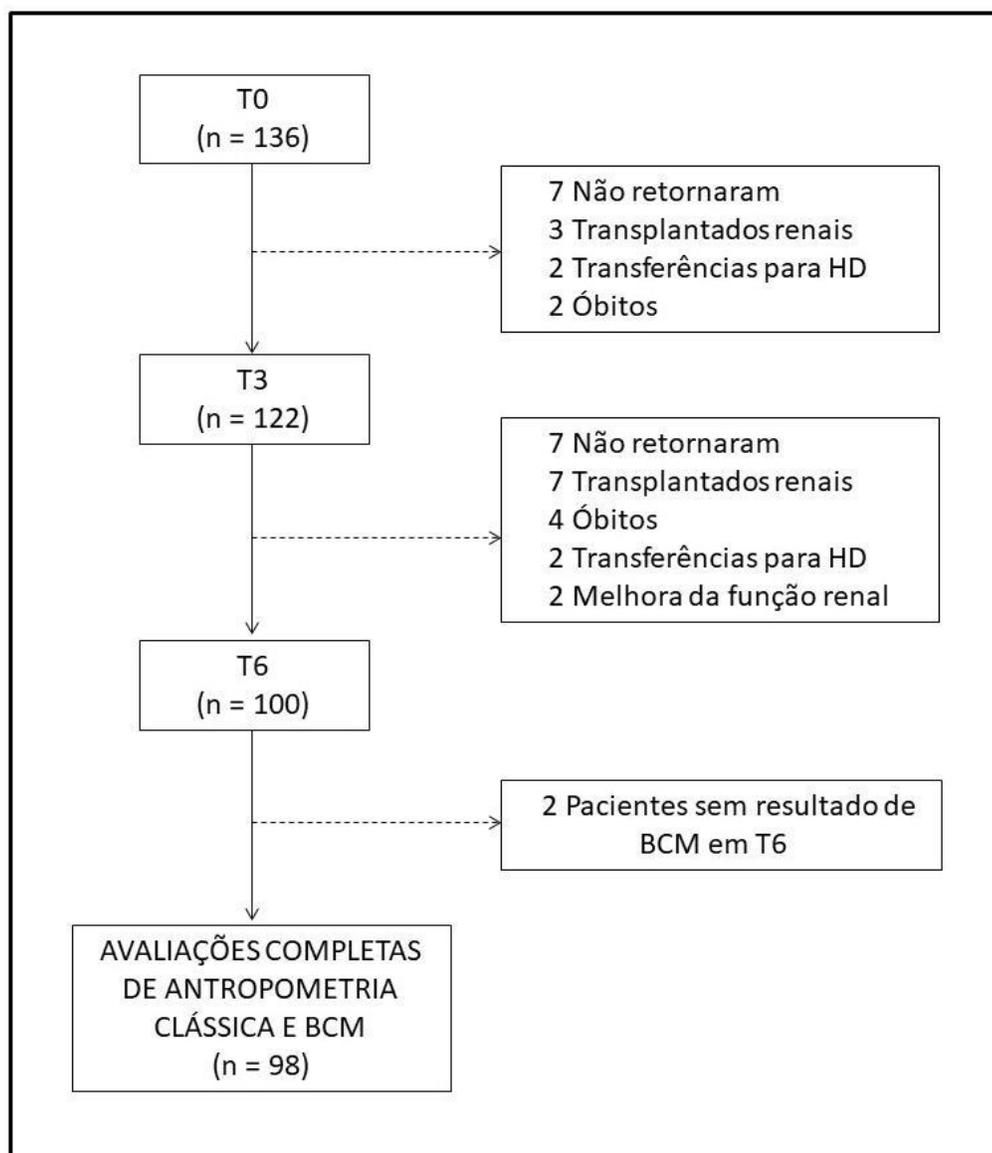
6 – RESULTADOS

Foram incluídos 136 pacientes de 3 clínicas de diálise peritoneal. A média de idade da população estudada foi $57,7 \pm 14,9$ anos, 47,8% tinham diabetes, e 52,2% eram homens. Mais detalhes sobre as características gerais da população estudadas podem ser vistos na tabela 5. Apenas quatro pacientes tiveram episódios de peritonite diagnosticados, houve 24 internações e 4 mortes durante o estudo. Apenas dois pacientes receberam transplante renal. O T6 foi finalizado com 100 pacientes, e em dois dos 100 indivíduos não foi possível obter a leitura da bioimpedância provavelmente devido à má conexão entre os eletrodos e a pele por causa da pele seca (um dos pacientes apresentou uma severa desidratação; OH = -7,1L), ou por uma composição corporal anormal (como exemplo o IMC de $15,2 \text{Kg/m}^2$ que o outro paciente apresentou). Foram descontinuados 14 pacientes em T3 e 22 pacientes em T6 como mostra a figura 6.

Tabela 5. Características clínicas e demográficas da população estudada.

Clínicas	
Idade (anos)	57.7±14.9
Índice de Massa Corporal (Kg/m ²)	26.9±5.3
Hipervolemia (L)	1.5 (IQR 0 – 5.3)
Demográficas	
Diabetes (sim)	47.8% (n=65)
Etiologia da DRC	
<i>Diabetes</i>	26.5% (n=36)
<i>Glomerulonefrite</i>	19.8% (n=27)
<i>Hipertensão</i>	19.1% (n=26)
<i>Pós-renal</i>	2.2% (n=03)
<i>Desconhecido</i>	16.9% (n=23)
<i>Outros</i>	15.4% (n=21)
Gênero (Masculino)	52.2% (n=71)
Hipertensão (sim)	77.9% (n=106)
Suplemento hipercalórico (sim)	5.9% (n=08)
Hemodiálise prévia (sim)	36.8% (n=50)
Raça (Branca)	79.4% (n=26)
Prática de exercício (sim)	21.3%(n=29)

Figura 6. Fluxograma de pacientes recrutados



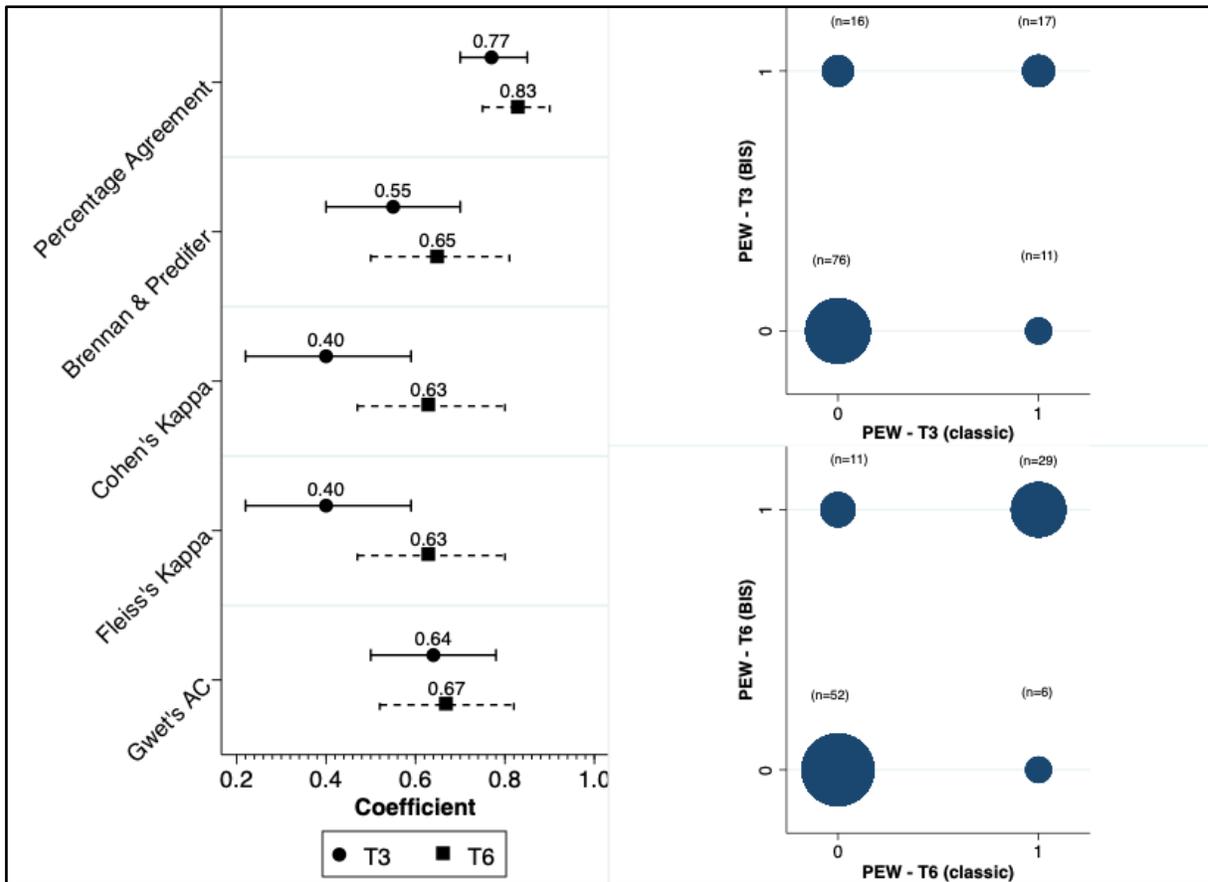
O estado nutricional da população estudada mostrou cerca de 30% deles com PEW baseado nos critérios de ISRN, quando avaliados por meio de ambos os métodos de avaliação da composição corporal em T3, e 17 e 22,5% com PEW, quando avaliados por antropometria e BIS em T6, respectivamente. Todos os parâmetros nutricionais calculados em T0, T3 e T6, usando antropometria e BIS estão descritos na tabela 6.

Foram calculadas as pontuações para o diagnóstico de PEW em dois momentos distintos, em três e seis meses. A concordância no diagnóstico de PEW foi moderada entre antropometria e BIS em T3 e T6. A figura 7 mostra esta concordância e a distribuição do diagnóstico em ambos os momentos para ambos os métodos.

Tabela 6. Parâmetros diagnósticos de PEW em T0, T3 e T6

	T0 (n = 136)	T3 (n = 122)	T6 (n = 100)
Bioquímico			
Albumina (g/dL)	3.7±0.7	3.6±0.5	3.6±0.5
Antropometria			
Índice de Massa Coporal (Kg/m ²)	27.4±5.2	27.2±5.1	27.4±5.2
Circunferência do braço (cm)	29.7±4.9	29.6±4.8	30.0±4.8
Circunferência muscular do braço (mm)	240.9±39.9	243.3±37.4	249.9±37.2
Massa Gorda (Kg)	24.5±9.1	24.2±9.1	24.4±9.5
Massa Magra (Kg)	48.2±9.3	48.2±9.7	48.5±9.3
Pregra cutânea subescapular (mm)	23.4±10.5	24.0±11.9	24.1±12.6
Pregra cutânea supra-ilíaca (mm)	21.3±10.1	21.4±10.4	22.3±11.3
Pregra cutânea do tríceps (mm)	17.8±8.7	16.7±8.7	16.0±8.2
Pregra cutânea do bíceps (mm)	14.0±8.7	12.6±8.3	12.0±7.9
<i>Protein Energy Wasting (sim)</i>		29.5%	17%
Pontuação de PEW			
0-1		29.5%	17%
2		36%	48%
3		32%	33%
4		2.5%	2%
Espectroscopia de Bioimpedância (BIS)			
	(n = 136)	(n = 121)	(n = 98)
Índice de Massa Corporal descontando OH (Kg/m ²)	26.9±5.3	26.6±5.2	26.9±5.3
Massa gorda (Kg)	25.9±10.8	25.7±11.0	27.0±10.3
Massa magra (Kg)	35.7±10.8	35.8±12.0	34.7±10.6
<i>Protein Energy Wasting (sim)</i>		29%	22.5%
Pontuação de PEW			
0-1		29%	22.5%
2		43.8%	36.7%
3		25.6%	36.7%
4		1.7%	4.1%
Ingestão Dietética			
Ingestão calórica (Kcal/kg/dia)	18.5±8.2	19.7±9.3	20.0±8.7
Ingestão proteica (g/Kg/dia)	0.8±0.4	0.8±0.4	0.9±0.4

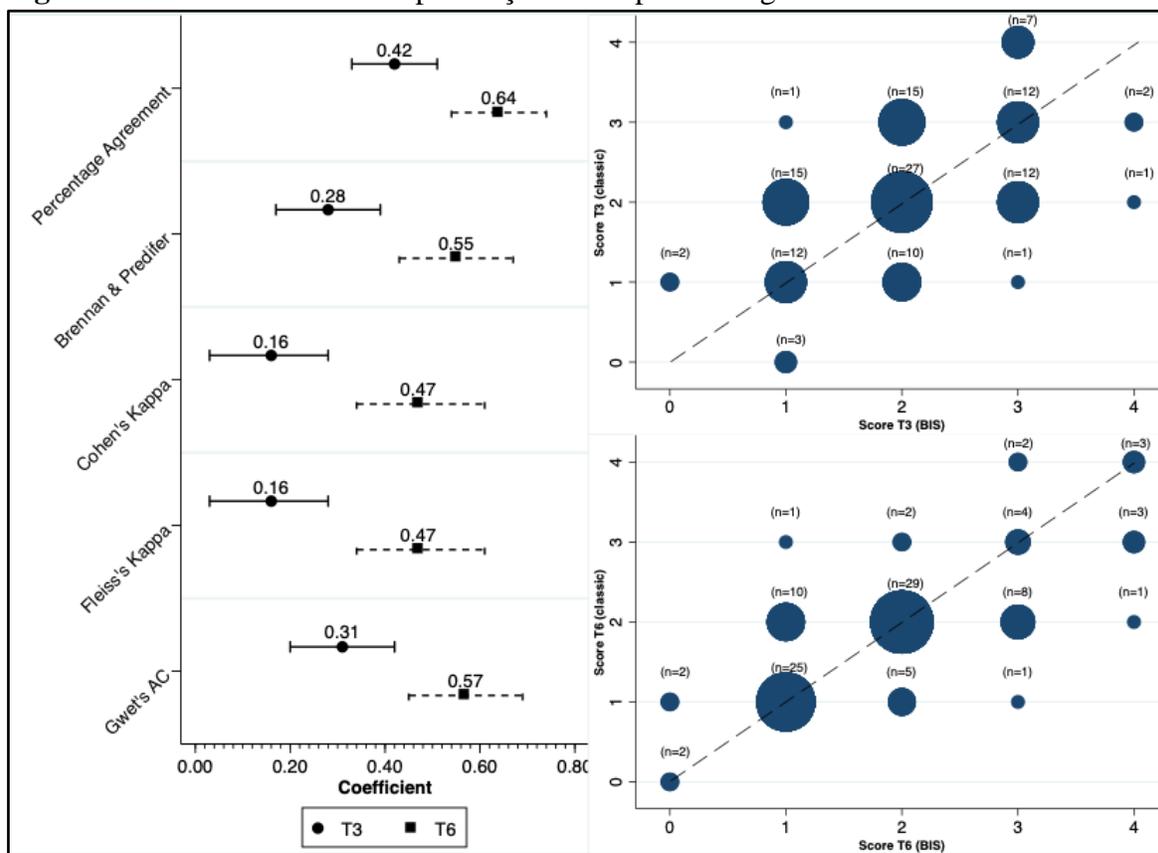
Figura 7. Concordância e distribuição do diagnóstico de PEW



*Imagem retirada do artigo enviado para a revista *Journal of Nephrology*.

Em contraste à concordância observada para o diagnóstico de PEW, a concordância foi significativamente reduzida quando analisada a pontuação total. De acordo com os achados para o diagnóstico de PEW, a pontuação no T6 teve uma melhor concordância comparado com os resultados de T3 (figura 8). Em termos de parâmetros que foram constantes entre os métodos, e respectivamente em T3 e T6, a porcentagem de pacientes com albumina sérica menor que 3,8 mg/dL foi 56 e 58%, com IMC < 23kg/m² foi 18 e 19% e com uma baixa ingestão dietética 20,5 e 21%.

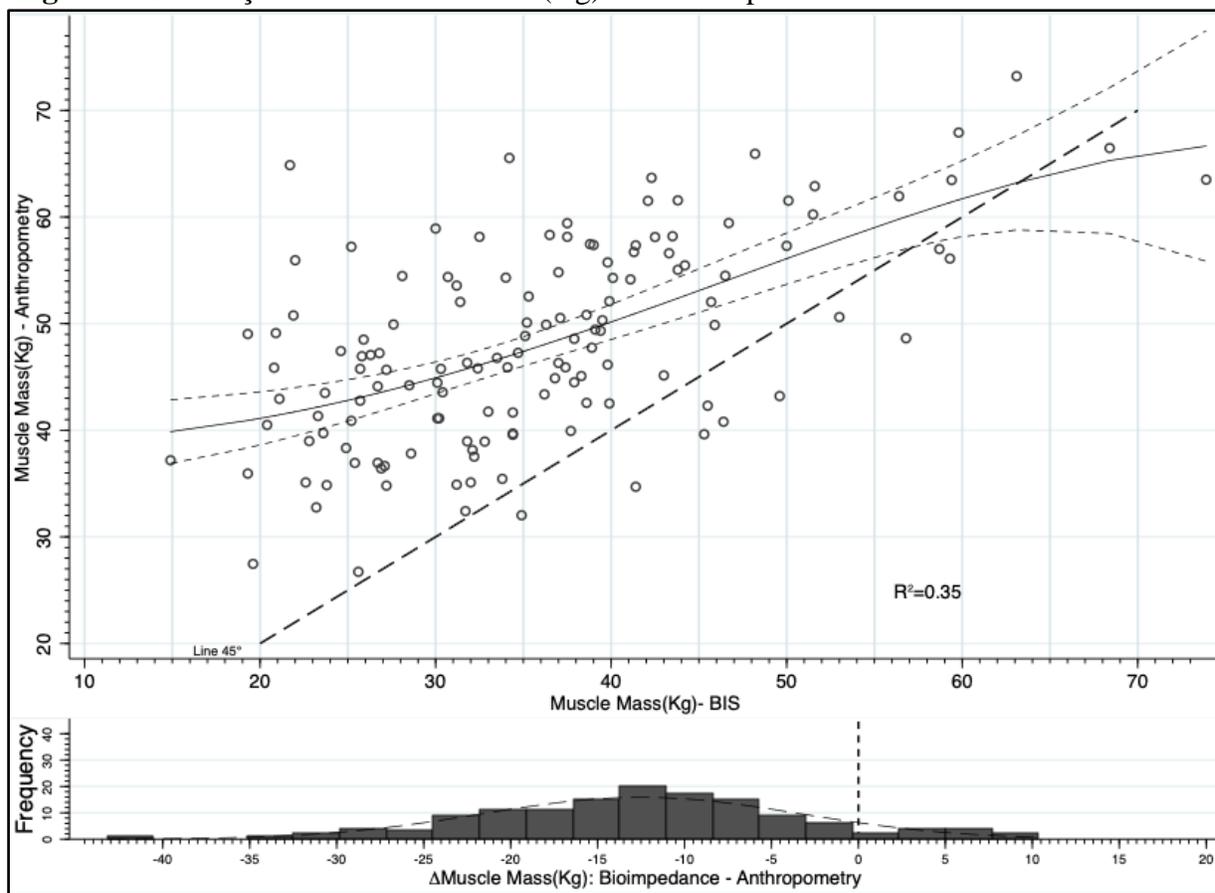
Figura 8. Concordância entre a pontuação usada para o diagnóstico de PEW



*Imagem retirada do artigo enviado para a revista *Journal of Nephrology*.

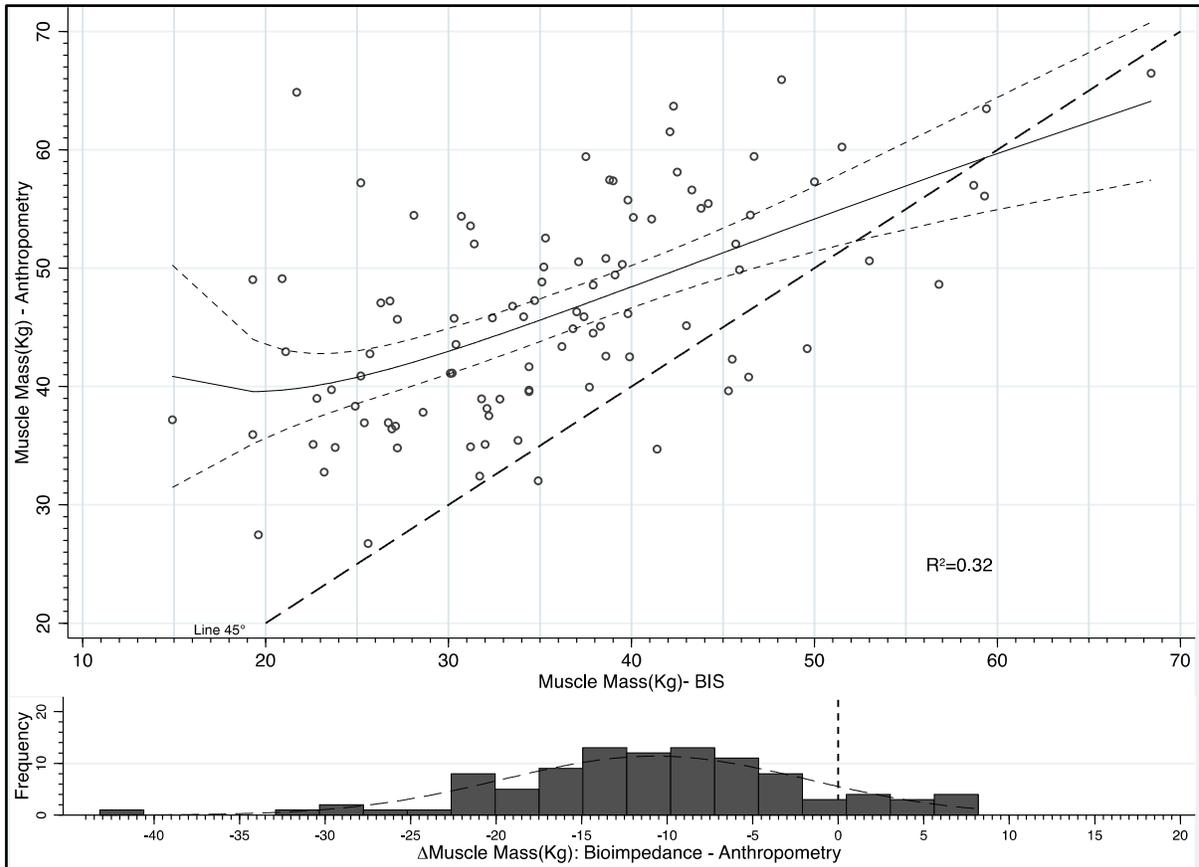
Para entender a falta de concordância entre ambos os métodos foram analisadas a correlação e a concordância para massa muscular e massa gorda. Houve uma correlação baixa a moderada para massa muscular em quilogramas, com um R^2 de 0,35 (figura 9). No rodapé da figura 9 foi apresentada a distribuição dos valores de delta para massa muscular que contribuiu para entender a grande variabilidade entre os métodos. Além do mais, foi explorada a mesma correlação, mas em subgrupos de pacientes com IMC abaixo e acima de 30 kg/m². O R^2 para pacientes com IMC < 30 kg/m² foi 0,32 e para aqueles com um IMC \geq 30 kg/m² foi 0,59 (figuras 10 e 11). Em contraste à massa muscular a correlação para massa gorda foi melhor com um R^2 de 0,63 (figura 12).

Figura 9. Correlação de massa muscular (Kg) entre antropometria e BIS



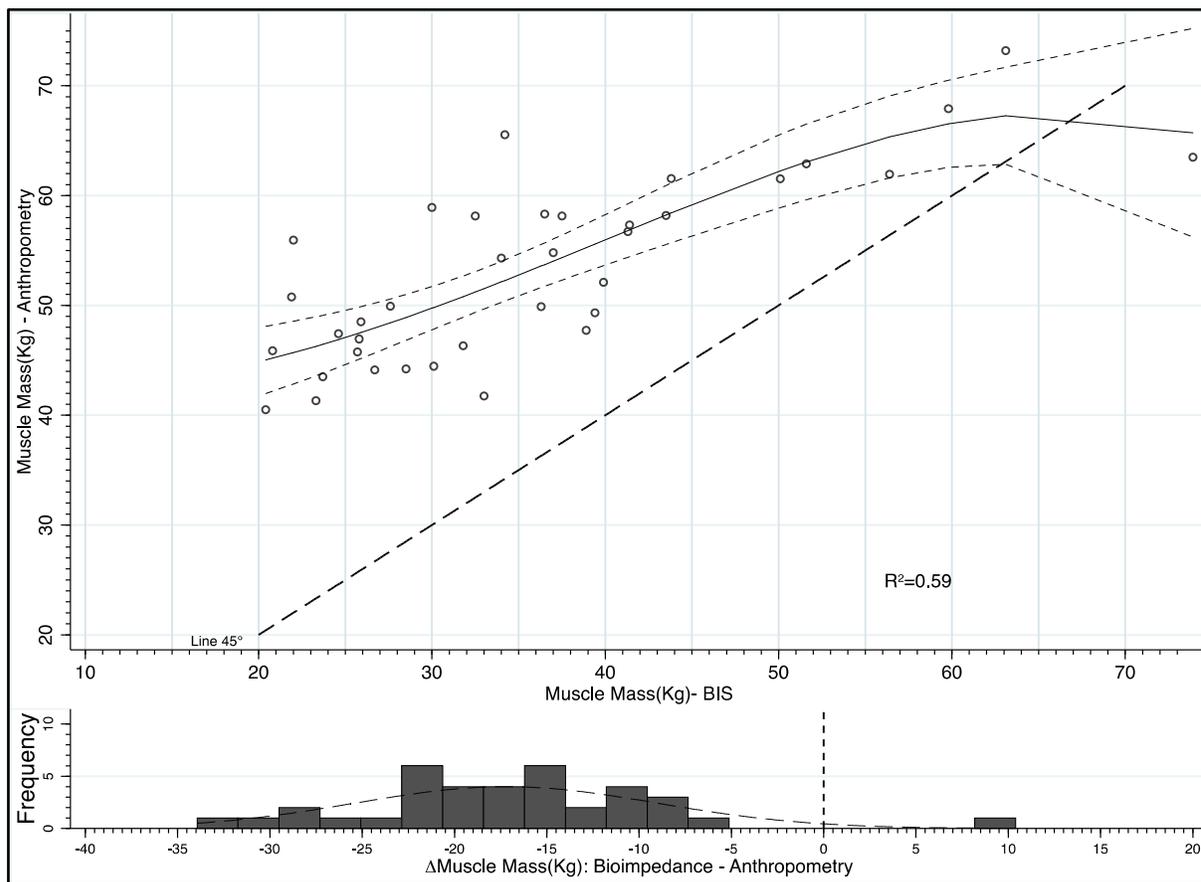
*Imagem retirada do artigo enviado para a revista *Journal of Nephrology*.

Figura 10. Correlação de massa muscular (kg) entre antropometria e BIS no subgrupo de pacientes com IMC < 30Kg/m²



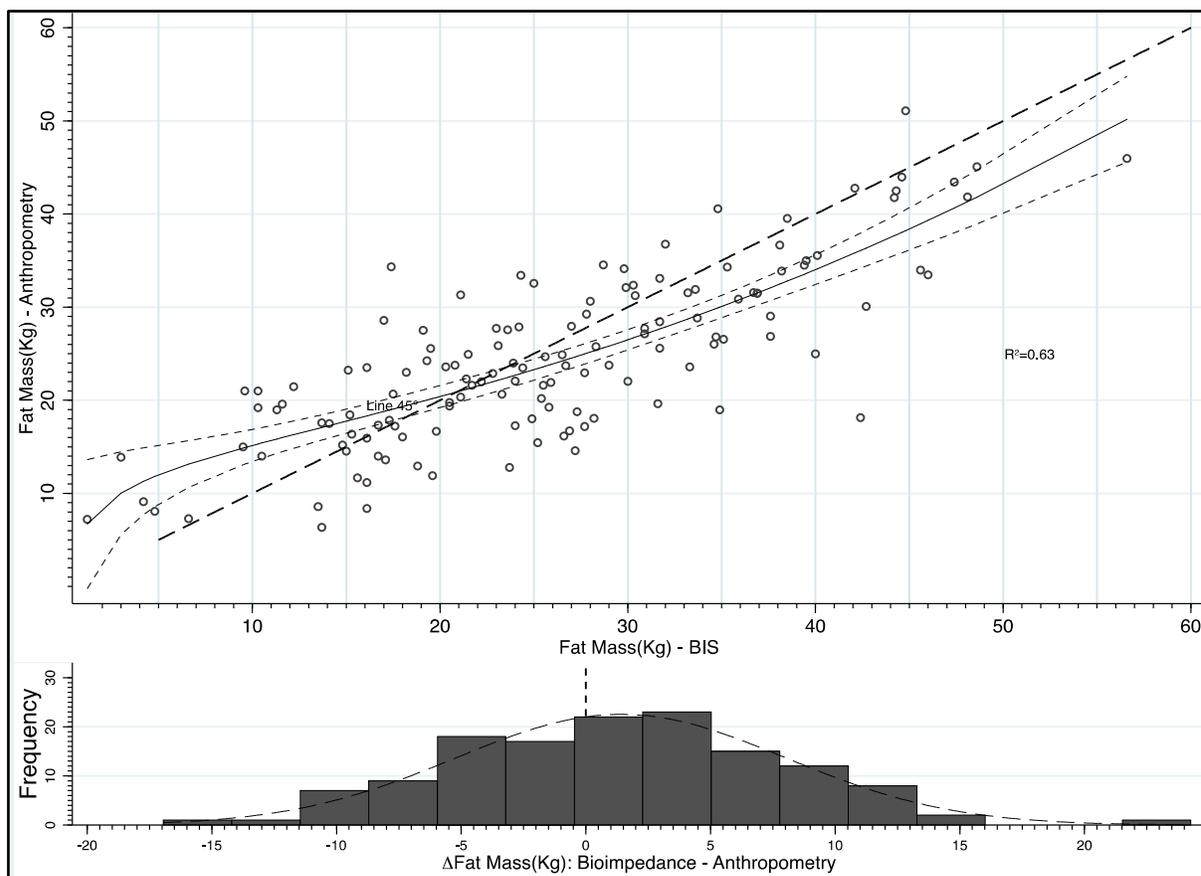
*Imagem retirada do artigo enviado para a revista *Journal of Nephrology*.

Figura 11. Correlação de massa muscular (kg) entre antropometria e BIS no subgrupo de pacientes com $IMC \geq 30Kg/m^2$



*Imagem retirada do artigo enviado para a revista *Journal of Nephrology*.

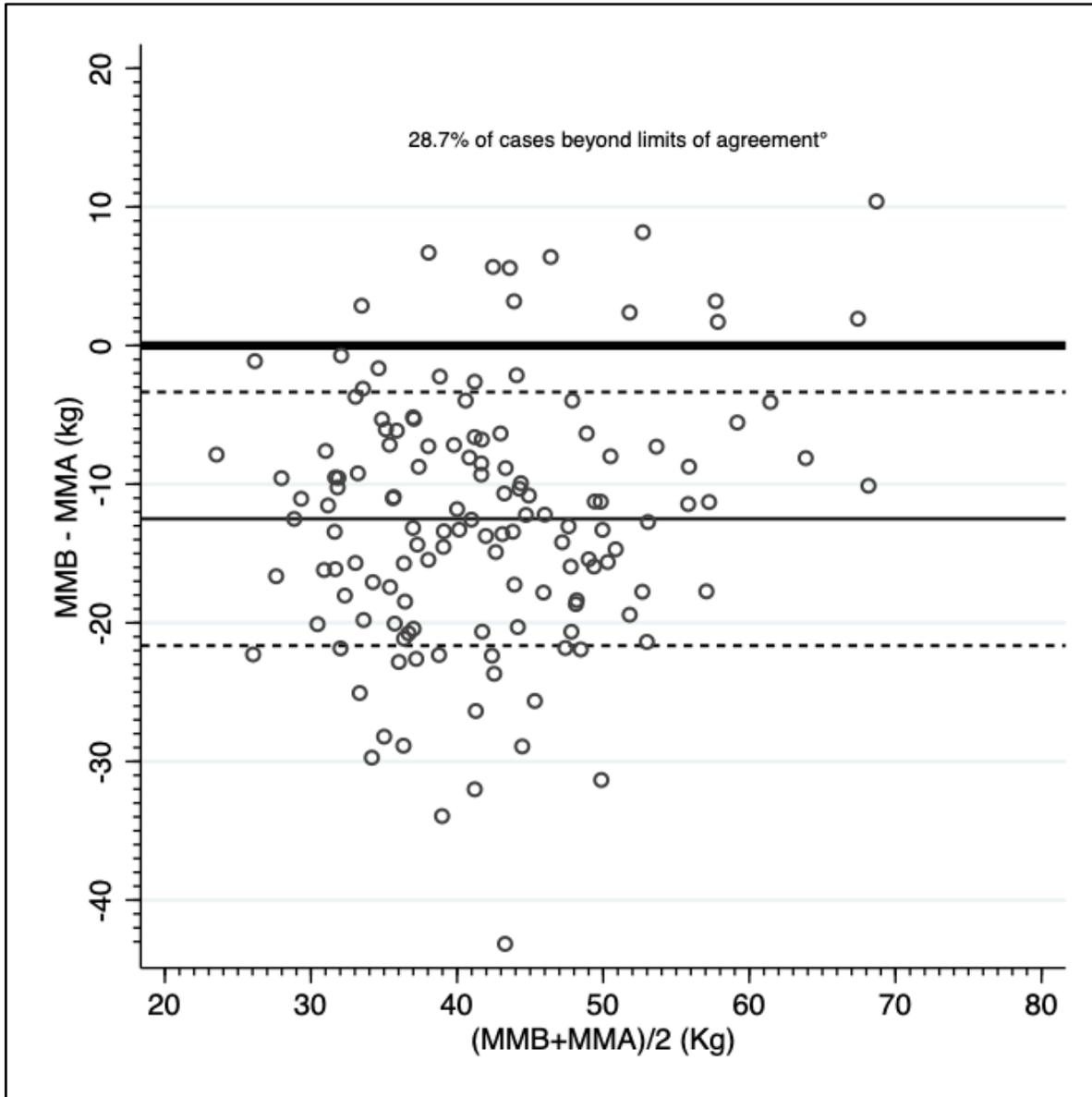
Figura 12. Correlação de massa adiposa (kg) entre antropometria e BIS na população estudada



*Imagem retirada do artigo enviado para a revista *Journal of Nephrology*.

Finalmente foi avaliada a concordância com uma curva de *Bland-Altman*. A concordância foi pobre, com uma diferença de mais de 10 kg de massa muscular em média e com mais do que um quarto de todos os casos além dos limites de concordância (figura 13). Em contraste, a concordância para massa adiposa foi aparentemente melhor, com uma diferença próxima a um quilograma. Entretanto, a variabilidade foi alta com 30% dos casos além dos limites de concordância (figura 14).

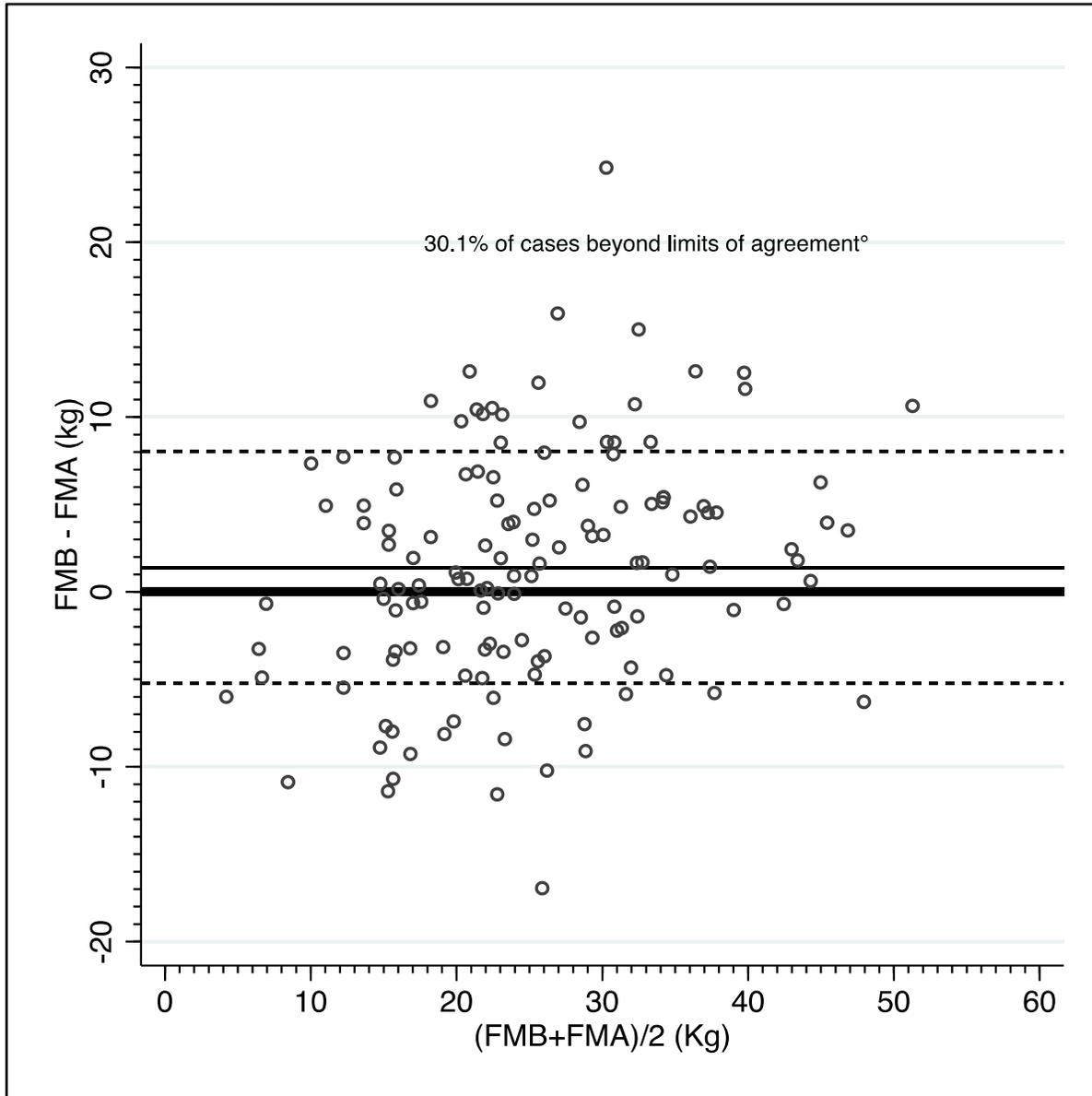
Figura 13. Curva de *Bland-Altman* para avaliar a concordância entre BIS e antropometria para a medida de massa muscular



Legenda: MMA – Massa muscular aferida por antropometria; MMB – Massa muscular aferida por BIS.

*Imagem retirada do artigo enviado para a revista *Journal of Nephrology*.

Figura 14. Curva de *Bland-Altman* para avaliar a concordância entre BIS e antropometria para a medida de massa adiposa



Legenda: FMA – Massa adiposa aferida por antropometria; FMB – Massa adiposa aferida por BIS.

*Imagem retirada do artigo enviado para a revista *Journal of Nephrology*.

7 –DISCUSSÃO

Neste estudo multicêntrico e prospectivo foi observada uma pobre concordância para o diagnóstico de PEW entre antropometria e BIS. A principal diferença encontrada foi devido à falta de concordância na quantificação de massa muscular dos pacientes. A massa muscular calculada usando antropometria foi significativamente maior comparada à BIS para vasta maioria dos pacientes. Em um estudo realizado em transplantados renais que comparou a avaliação de composição corporal por meio da bioimpedância e antropometria, também encontrou uma quantidade de massa muscular maior quando os pacientes foram avaliados por meio da antropometria (70). Outros estudos, porém, demonstraram correlações altas e significativas entre antropometria e BIA para estimar gordura corporal e massa muscular em pacientes dialíticos, com uma forte correlação para a avaliação de massa muscular (71, 72). Vale lembrar que a análise por bioimpedância não foi realizada com o BCM.

A incidência de PEW em DRC é alta e aumenta conforme a função renal diminui (73). O pico de prevalência de depleção ocorre quando o paciente chega à diálise, com alguns estudos reportando sinais de depleção em até 75% da população estudada (2, 7). Nessa coorte, a prevalência de PEW variou entre 30% em T3 (para ambos os métodos de avaliação) a 22 e 17% em T6, dependendo do método utilizado para o diagnóstico, antropometria ou BIS, respectivamente, essa variação na prevalência em T6 deve-se às diferenças na quantificação da massa muscular como dito anteriormente. Observa-se que a prevalência de PEW reduziu de T3 para T6, e as causas para isso não são bem estabelecidas, mas podem incluir desde o efeito de uma abordagem nutricional direcionada para os déficits nutricionais encontrados (já que a intervenção da nutricionista de cada local nunca deixou de ocorrer ao longo do estudo) até uma variabilidade espontânea do quadro clínico e, finalmente, variação associada ao uso da ferramenta diagnóstica.

O aumento nos valores de CMB entre os períodos T3 e T6 podem chamar atenção inicialmente, mas isso se deve em grande parte a que as populações nos dois tempos descritas na tabela 6 são distintas, já que de T3 para T6 foram descontinuados 22 pacientes.

É de crítica importância o precoce e correto diagnóstico de PEW para minimizar os riscos impostos por esta condição. O critério de ISRNM para o diagnóstico de PEW inclui repetidas medidas de massa muscular e massa gorda (7). Entretanto, grande variabilidade foi descrita entre técnicas atuais para variação de composição corporal. Em pacientes em hemodiálise, o uso da antropometria para estimar massa gorda foi melhor do que bioimpedância usando *Dual-energy X-ray Absorptiometry* (DEXA) como método de referência (72, 74). No entanto, a recém-publicada diretriz para nutrição em DRC, pelo *Kidney Disease Outcomes Quality Initiative* (KDOQI), sugere o uso de impedância bioelétrica de multifrequência para avaliar a composição corporal de pacientes em hemodiálise, com um nível de evidência 2C. Por outro lado, a evidência para pacientes em diálise peritoneal é mais fraca (75).

As causas do PEW são multifatoriais e incluem fatores que promovem inadequada ingestão de nutrientes ou aumento de perdas de nutrientes, e o processo inflamatório que geralmente segue a perda de função renal (76). Pacientes em diálise peritoneal compartilham algumas características que tornam o diagnóstico de PEW desafiador e conseqüentemente podem complicar o diagnóstico nutricional. Um fator conhecido é nível de albumina mais baixo comparado aos pacientes em hemodiálise que é causada em grande parte pela constante perda proteica através da membrana peritoneal (6). Outro importante ponto que merece discussão está relacionado à presença de dialisato na cavidade peritoneal quando realizada a bioimpedância. Dados sugerem que a presença de dialisato peritoneal poderia ser um potencial fator de confusão para analisar a composição corporal, particularmente para água corporal total e massa gorda (77, 78). Entretanto, o mesmo parece não se aplicar para massa magra, que não foi alterado pela

presença de dialisato na cavidade peritoneal, como destacado na diretriz KDOQI. Neste estudo, não foi solicitado ao paciente drenar a cavidade peritoneal.

Esse estudo descreveu uma baixa concordância e correlação entre antropometria e BIS para o cálculo de massa muscular. Essa falta de concordância ocorreu em todos os tempos do estudo. Além disso, as diferenças reportadas foram similares entre os três centros de diálise peritoneal incluídos no estudo. Nos três centros antropometria e BIS foram realizados por três diferentes e bem treinadas nutricionistas. Mais importante, foi demonstrado que tais diferenças tiveram um impacto direto na pontuação usada para o diagnóstico de PEW. Considerando que o estado de hidratação pode afetar a acurácia das medidas antropométricas (74), pois quando o paciente está edemaciado é mais difícil aferir uma prega cutânea precisamente e, tendo em vista que os pacientes tiveram um excesso hídrico médio de 1,5 litros, talvez isso possa ter contribuído com parte das diferenças observadas entre a massa muscular aferida por ambos os métodos, já que a identificação do excesso hídrico é por meio da antropometria é apenas empírico, e a avaliação por meio da BIS estima a quantidade de excesso hídrico.

O fato de acessar o perfil de fluídos dos pacientes renais, que normalmente apresentam-se edemaciados, faz da BIS uma técnica mais confiável para a avaliação da composição corporal desse perfil de pacientes. Porém, se essas diferenças refletirão uma melhor capacidade de prever desfechos em favor de qualquer método, não é possível de ser respondido neste momento. A coorte continuará sendo seguida pelos próximos anos para responder esta questão. A análise estratificada pelo subgrupo gênero e IMC não mostrou qualquer sinal de heterogeneidade.

O presente estudo teve algumas limitações, que incluíram a falta de dados de pré-albumina e colesterol, e a ausência de avaliação por DEXA como método de referência, a avaliação realizada por três nutricionistas diferentes e a falta de cálculos energéticos incluindo

a absorção de glicose do dialisato, o que poderia ter aumentado a pontuação reduzindo a porcentagem de prevalência de PEW em nosso estudo. Em contraste, houve alguns pontos fortes, o tamanho amostral foi cuidadosamente calculado e baseado em um estudo piloto, os pacientes foram seguidos prospectivamente para o diagnóstico de PEW e o estudo foi multicêntrico.

8 – CONCLUSÃO

O diagnóstico de PEW pode diferir dependendo da ferramenta usada para mensurar a massa muscular. A coorte desse estudo continua sendo seguida prospectivamente e, no futuro, espera-se poder entender qual método prediz melhor o desfecho, incluindo hospitalização e mortalidade.

9– CONSIDERAÇÕES FINAIS

O critério diagnóstico de PEW, definido por ISRNM inclui IMC, bem como a quantidade de massa magra e massa gorda, e a ingestão energética e proteica. Entretanto, as recomendações não indicam qual método deve ser usado para aferir essas medidas, e neste estudo foi possível observar que o diagnóstico de PEW pode diferir dependendo da ferramenta utilizada para mensurar a massa muscular, o que reflete um problema já que o precoce e correto diagnóstico é imprescindível para minimizar os riscos impostos pela DRC, já que a avaliação corporal não é apenas uma ferramenta de pesquisa, mas um fator de prognóstico clínico.

Diversos estudos têm contraposto a avaliação corporal de pacientes dialíticos, seja em HD ou em DP, utilizando métodos de pregas cutâneas e bioimpedância e comparando-as às medidas aferidas por densitometria de composição corporal (DEXA), que de acordo com as diretrizes de prática clínica para nutrição em DRC é o padrão-ouro para avaliação (75).

Em pacientes em HD o uso de pregas cutâneas para a estimativa de massa gorda mostrou-se mais confiável do que a bioimpedância (72, 74), entretanto, com a avaliação antropométrica, o grau de excesso hídrico pode ser mensurado apenas empiricamente. Dessa forma, o estado de hidratação e a presença de osteodistrofia renal podem afetar a validade da análise corporal por pregas cutâneas, além disso, existe a possibilidade de erros inter observador quando se avalia o paciente por antropometria (72, 79), assim, o decréscimo de massa corporal magra e de gordura corporal podem ser mascarados por uma excessiva quantidade de fluídos, geralmente invisível no exame físico (74).

Apesar de ser considerado o padrão-ouro para a avaliação física em DRC, a validade de DEXA também tem sido questionada em pacientes em DP devido à sua inabilidade para distinguir o excesso hídrico da massa magra e por causa da água do tecido adiposo de pacientes

em DP (80), já que DEXA mede 3 compartimentos corpóreos: massa magra, massa gorda e tecido ósseo. Outra desvantagem de DEXA é que ele fornece apenas a referência padronizada de massa gorda, o que não seria um indicador de estado nutricional confiável, já que pacientes em DP diferem da população normal, sendo caracterizados por baixo índice de massa magra e alto índice de massa gorda, sendo raro o verdadeiro PEW. Além disso, é uma técnica de alto custo, exige uma equipe específica e treinada para sua aplicação e não está facilmente disponível nos consultórios. Sendo assim, DEXA pode ser o menos desejável devido à falta de índice de tecido magro padronizado e incapacidade inerente de avaliar excesso hídrico (80).

Todo o exposto demonstra que a avaliação de pacientes em DP é preferível por meio da BIS, pois trata-se de uma técnica mais confiável para acessar o perfil de fluídos, o que não é possível com a antropometria e nem com o DEXA. Alguns estudos prévios validaram técnicas de BIS contra DEXA em pacientes em DP, e reportaram a reprodutibilidade das medidas de BIS (80-84). Entretanto, a presença do dialisato peritoneal tem um efeito nas medidas de massa muscular e gordura corporal e tais medidas devem ser feitas preferencialmente quando o dialisato for drenado (85), o que não aconteceu em nosso estudo, já que se seguiu a recomendação do fabricante do aparelho que diz que a medida pode ser realizada mesmo com o peritônio cheio, desde que seja descontado do peso o valor do líquido existente no peritônio.

Também vale a pena discutir que dependendo do método utilizado para estimar a ingestão energética e proteica, pode haver diferenças na pontuação para diagnóstico do PEW. Existem métodos que dependem da memória dos pacientes como o recordatório alimentar de 24h ou diário alimentar, e as respostas podem não ser precisas ou não representativas da ingestão típica de cada paciente, já que alguns estudos mostram que pacientes com sobrepeso ou obesidade tendem a subrelatar a ingestão dietética, afetando a estimativa energética e proteica (86). Outro fator que afeta o cálculo da ingestão calórica é o fato de considerar a absorção

energética proveniente do dialisato peritoneal, pois dependendo do perfil de membrana do paciente e da prescrição da solução hipertônica, a exposição à glicose como um agente osmótico pode levar a uma absorção de 100g até 300g de glicose por dia, representando uma absorção energética de cerca de 400 a 1200kcal (5). Todos esses fatores podem resultar em conclusões errôneas sobre a presença de PEW, como descrito no estudo de Beddhu *et. al.* (87).

Apesar de verificar que houve diferença no diagnóstico de PEW dependendo do método utilizado, não foi possível responder no momento qual método reflete melhor capacidade de predição de resultados. Dessa forma, a coorte continuará seguida nos próximos anos para responder a essa pergunta.

REFERÊNCIAS

1. Jadeja YP, Kher V. Protein energy wasting in chronic kidney disease: An update with focus on nutritional interventions to improve outcomes. *Indian journal of endocrinology and metabolism*. 2012;16(2):246-51.
2. Leinig CE, Moraes T, Ribeiro S, Riella MC, Olandoski M, Martins C, et al. Predictive value of malnutrition markers for mortality in peritoneal dialysis patients. *Journal of renal nutrition : the official journal of the Council on Renal Nutrition of the National Kidney Foundation*. 2011;21(2):176-83.
3. Kim SM, Kang BC, Kim HJ, Kyung MS, Oh HJ, Kim JH, et al. Comparison of hemodialysis and peritoneal dialysis patients' dietary behaviors. *BMC nephrology*. 2020;21(1):91.
4. Zheng ZH, Sederholm F, Anderstam B, Qureshi AR, Wang T, Sodersten P, et al. Acute effects of peritoneal dialysis solutions on appetite in non-uremic rats. *Kidney international*. 2001;60(6):2392-8.
5. Grodstein GP, Blumenkrantz MJ, Kopple JD, Moran JK, Coburn JW. Glucose absorption during continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Kidney international*. 1981;19(4):564-7.
6. Blumenkrantz MJ, Gahl GM, Kopple JD, Kamdar AV, Jones MR, Kessel M, et al. Protein losses during peritoneal dialysis. *Kidney international*. 1981;19(4):593-602.
7. 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 international*. 2008;73(4):391-8.
8. Stenberg J, Henriksson C, Lindberg M, Furuland H. Perspectives on clinical use of bioimpedance in hemodialysis: focus group interviews with renal care professionals. *BMC nephrology*. 2018;19(1):121.
9. Marcelli D, Usvyat LA, Kotanko P, Bayh I, Canaud B, Etter M, et al. Body composition and survival in dialysis patients: results from an international cohort study. *Clinical journal of the American Society of Nephrology : CJASN*. 2015;10(7):1192-200.
10. Caetano C, Valente A, Oliveira T, Garagarza C. Body Composition and Mortality Predictors in Hemodialysis Patients. *Journal of renal nutrition : the official journal of the Council on Renal Nutrition of the National Kidney Foundation*. 2016;26(2):81-6.
11. Kutner NG, Zhang R. Body mass index as a predictor of continued survival in older chronic dialysis patients. *International urology and nephrology*. 2001;32(3):441-8.
12. Ramkumar N, Pappas LM, Beddhu S. Effect of body size and body composition on survival in peritoneal dialysis patients. *Peritoneal dialysis international : journal of the International Society for Peritoneal Dialysis*. 2005;25(5):461-9.
13. Ikizler TA, Cano NJ, Franch H, Fouque D, Himmelfarb J, Kalantar-Zadeh K, et al. Prevention and treatment of protein energy wasting in chronic kidney disease patients: a consensus statement by the International Society of Renal Nutrition and Metabolism. *Kidney international*. 2013;84(6):1096-107.
14. Lodebo BT, Shah A, Kopple JD. Is it Important to Prevent and Treat Protein-Energy Wasting in Chronic Kidney Disease and Chronic Dialysis Patients? *Journal of renal nutrition :*

the official journal of the Council on Renal Nutrition of the National Kidney Foundation. 2018;28(6):369-79.

15. Hall JC, O'Quigley J, Giles GR, Appleton N, Stocks H. Upper limb anthropometry: the value of measurement variance studies. *The American journal of clinical nutrition*. 1980;33(8):1846-51.

16. Oliveira CM, Kubrusly M, Mota RS, Silva CA, Oliveira VN. [Malnutrition in chronic kidney failure: what is the best diagnostic method to assess?]. *Jornal brasileiro de nefrologia : 'orgao oficial de Sociedades Brasileira e Latino-Americana de Nefrologia*. 2010;32(1):55-68.

17. Oliveira CMCd, Kubrusly M, Mota RS, Silva CABd, Oliveira VN. Desnutrição na insuficiência renal crônica: qual o melhor método diagnóstico na prática clínica? *Brazilian Journal of Nephrology*. 2010;32:57-70.

18. KDIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney International Supplement*. 2013;3(1):1-150.

19. Collaboration GBDCKD. Global, regional, and national burden of chronic kidney disease, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet*. 2020;395(10225):709-33.

20. Martinez-Castelao A, Gorriz JL, Bover J, Segura-de la Morena J, Cebollada J, Escalada J, et al. [Consensus document for the detection and management of chronic kidney disease]. *Semergen*. 2014;40(8):441-59.

21. Li PK, Chow KM, Van de Luijtgarden MW, Johnson DW, Jager KJ, Mehrotra R, et al. Changes in the worldwide epidemiology of peritoneal dialysis. *Nature reviews Nephrology*. 2017;13(2):90-103.

22. Thome FS, Sesso RC, Lopes AA, Lugon JR, Martins CT. Brazilian chronic dialysis survey 2017. *Jornal brasileiro de nefrologia : 'orgao oficial de Sociedades Brasileira e Latino-Americana de Nefrologia*. 2019;41(2):208-14.

23. Kovesdy CP, Kopple JD, Kalantar-Zadeh K. Management of protein-energy wasting in non-dialysis-dependent chronic kidney disease: reconciling low protein intake with nutritional therapy. *The American journal of clinical nutrition*. 2013;97(6):1163-77.

24. Sabatino A, Regolisti G, Karupaiah T, Sahathevan S, Sadu Singh BK, Khor BH, et al. Protein-energy wasting and nutritional supplementation in patients with end-stage renal disease on hemodialysis. *Clinical nutrition*. 2017;36(3):663-71.

25. Koppe L, Fouque D, Kalantar-Zadeh K. Kidney cachexia or protein-energy wasting in chronic kidney disease: facts and numbers. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*. 2019;10(3):479-84.

26. Hanna RM, Ghobry L, Wassef O, Rhee CM, Kalantar-Zadeh K. A Practical Approach to Nutrition, Protein-Energy Wasting, Sarcopenia, and Cachexia in Patients with Chronic Kidney Disease. *Blood purification*. 2020;49(1-2):202-11.

27. Kim S.H. KSB. Characteristics in Nutritional Status of Patients on Hemodialysis and Continuous Ambulatory Peritoneal Patients in Chonbuk Area. *Korean J Nutr*. 2003;36(4):397-404.

28. Oliveira EA, Zheng R, Carter CE, Mak RH. Cachexia/Protein energy wasting syndrome in CKD: Causation and treatment. *Seminars in dialysis*. 2019;32(6):493-9.

29. 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. *Journal of renal nutrition : the official journal of the Council on Renal Nutrition of the National Kidney Foundation*. 2018;28(6):380-92.

30. Iseki K, Kawazoe N, Fukiyama K. Serum albumin is a strong predictor of death in chronic dialysis patients. *Kidney international*. 1993;44(1):115-9.
31. Kaysen GA, Gambertoglio J, Jimenez I, Jones H, Hutchison FN. Effect of dietary protein intake on albumin homeostasis in nephrotic patients. *Kidney international*. 1986;29(2):572-7.
32. Kaysen GA. Biological basis of hypoalbuminemia in ESRD. *Journal of the American Society of Nephrology : JASN*. 1998;9(12):2368-76.
33. Kalantar-Zadeh K, Kilpatrick RD, Kuwae N, McAllister CJ, Alcorn H, Jr., Kopple JD, et al. Revisiting mortality predictability of serum albumin in the dialysis population: time dependency, longitudinal changes and population-attributable fraction. *Nephrology, dialysis, transplantation : official publication of the European Dialysis and Transplant Association - European Renal Association*. 2005;20(9):1880-8.
34. Beddhu S, Kaysen GA, Yan G, Sarnak M, Agodoa L, Ornt D, et al. Association of serum albumin and atherosclerosis in chronic hemodialysis patients. *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation*. 2002;40(4):721-7.
35. Kopple JD, Mehrotra R, Suppasyndh O, Kalantar-Zadeh K. Observations with regard to the National Kidney Foundation K/DOQI clinical practice guidelines concerning serum transthyretin in chronic renal failure. *Clinical chemistry and laboratory medicine*. 2002;40(12):1308-12.
36. Cano NJ. Metabolism and clinical interest of serum transthyretin (prealbumin) in dialysis patients. *Clinical chemistry and laboratory medicine*. 2002;40(12):1313-9.
37. Chertow GM, Ackert K, Lew NL, Lazarus JM, Lowrie EG. Prealbumin is as important as albumin in the nutritional assessment of hemodialysis patients. *Kidney international*. 2000;58(6):2512-7.
38. Kilpatrick RD, McAllister CJ, Kovesdy CP, Derose SF, Kopple JD, Kalantar-Zadeh K. Association between serum lipids and survival in hemodialysis patients and impact of race. *Journal of the American Society of Nephrology : JASN*. 2007;18(1):293-303.
39. 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. *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation*. 2005;46(3):489-500.
40. Kopple JD, Zhu X, Lew NL, Lowrie EG. Body weight-for-height relationships predict mortality in maintenance hemodialysis patients. *Kidney international*. 1999;56(3):1136-48.
41. Salahudeen AK. Obesity and survival on dialysis. *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation*. 2003;41(5):925-32.
42. Kalantar-Zadeh K, Abbott KC, Salahudeen AK, Kilpatrick RD, Horwich TB. Survival advantages of obesity in dialysis patients. *The American journal of clinical nutrition*. 2005;81(3):543-54.
43. Kalantar-Zadeh K. Causes and consequences of the reverse epidemiology of body mass index in dialysis patients. *Journal of renal nutrition : the official journal of the Council on Renal Nutrition of the National Kidney Foundation*. 2005;15(1):142-7.
44. Kakiya R, Shoji T, Tsujimoto Y, Tatsumi N, Hatsuda S, Shinohara K, et al. Body fat mass and lean mass as predictors of survival in hemodialysis patients. *Kidney international*. 2006;70(3):549-56.
45. Fujino Y, Ishimura E, Okuno S, Tsuboniwa N, Maekawa K, Izumotani T, et al. Annual fat mass change is a significant predictor of mortality in female hemodialysis patients. *Biomedicine & pharmacotherapy = Biomedecine & pharmacotherapie*. 2006;60(5):253-7.

46. 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. *The American journal of clinical nutrition*. 2006;83(2):202-10.
47. Axelsson J, Qureshi AR, Divino-Filho JC, Barany P, Heimbürger O, Lindholm B, et al. Are insulin-like growth factor and its binding proteins 1 and 3 clinically useful as markers of malnutrition, sarcopenia and inflammation in end-stage renal disease? *European journal of clinical nutrition*. 2006;60(6):718-26.
48. Kaysen GA. Diabetes, a cause of progressive sarcopenia in dialysis patients? *Kidney international*. 2005;68(5):2396-7.
49. Kalantar-Zadeh K, Block G, McAllister CJ, Humphreys MH, Kopple JD. Appetite and inflammation, nutrition, anemia, and clinical outcome in hemodialysis patients. *The American journal of clinical nutrition*. 2004;80(2):299-307.
50. Aguilera A, Codoceo R, Bajo MA, Iglesias P, Diez JJ, Barril G, et al. Eating behavior disorders in uremia: a question of balance in appetite regulation. *Seminars in dialysis*. 2004;17(1):44-52.
51. Maroni BJ, Steinman TI, Mitch WE. A method for estimating nitrogen intake of patients with chronic renal failure. *Kidney international*. 1985;27(1):58-65.
52. Moreau-Gaudry X, Jean G, Genet L, Lataillade D, Legrand E, Kuentz F, et al. A simple protein-energy wasting score predicts survival in maintenance hemodialysis patients. *Journal of renal nutrition : the official journal of the Council on Renal Nutrition of the National Kidney Foundation*. 2014;24(6):395-400.
53. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. *World Health Organization technical report series*. 1995;854:1-452.
54. FERREIRA M, SICHIERI R. Antropometria como método de avaliação do estado de nutrição e saúde do adulto. 2007. In: *Epidemiologia nutricional [Internet]*. Rio de Janeiro; [93-104]. Available from: <http://books.scielo.org/id/rrw5w/pdf/kac-9788575413203-08.pdf>.
55. BARROS DC. SISVAN: instrumento para o combate aos distúrbios nutricionais na atenção à saúde: a antropometria. Rio de Janeiro: FIOCRUZ; 2010.
56. BAGNI UV, FIALHO JÚNIOR CC, BARROS DC. Influence of anthropometric measurement error on the assessment of nutritional status. *Nutrire: rev Soc Bras Alim Nutr = J Brazilian Soc Food Nutr*. 2009;34(3):187-200.
57. Perini TA, Oliveira GL, Ornellas JS, Oliveira FP. Cálculo do erro técnico de medição em antropometria. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2005;11:81-5.
58. Nelson EE, Hong CD, Pesce AL, Peterson DW, Singh S, Pollak VE. Anthropometric norms for the dialysis population. *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation*. 1990;16(1):32-7.
59. Rayner HC, Stroud DB, Salamon KM, Strauss BJ, Thomson NM, Atkins RC, et al. Anthropometry underestimates body protein depletion in haemodialysis patients. *Nephron*. 1991;59(1):33-40.
60. Khalil SF, Mohktar MS, Ibrahim F. The theory and fundamentals of bioimpedance analysis in clinical status monitoring and diagnosis of diseases. *Sensors*. 2014;14(6):10895-928.
61. Kamimura MA, Draibe SA, Sigulem DM, Cuppari L. Métodos de avaliação da composição corporal em pacientes submetidos à hemodiálise. *Revista de Nutrição*. 2004;17(1):97-105.
62. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gomez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. *Clinical nutrition*. 2004;23(5):1226-43.

63. Kushner RF, Gudivaka R, Schoeller DA. Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurements. *The American journal of clinical nutrition*. 1996;64(3 Suppl):423S-7S.
64. Arias-Guillen M, Perez E, Herrera P, Romano B, Ojeda R, Vera M, et al. Bioimpedance Spectroscopy as a Practical Tool for the Early Detection and Prevention of Protein-Energy Wasting in Hemodialysis Patients. *Journal of renal nutrition : the official journal of the Council on Renal Nutrition of the National Kidney Foundation*. 2018;28(5):324-32.
65. Onofriescu M, Hogas S, Voroneanu L, Apetrii M, Nistor I, Kanbay M, et al. Bioimpedance-guided fluid management in maintenance hemodialysis: a pilot randomized controlled trial. *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation*. 2014;64(1):111-8.
66. Cuppari L. *Guia de Nutrição: clínica no adulto 3 ed.* ed. Barueri, SP2014.
67. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign, Ill.: Human Kinetics Books; 1991.
68. Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *The British journal of nutrition*. 1974;32(1):77-97.
69. Frisancho AR. New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. *The American journal of clinical nutrition*. 1981;34(11):2540-5.
70. van den Ham EC, Kooman JP, Christiaans MH, Nieman FH, Van Kreel BK, Heidendal GA, et al. Body composition in renal transplant patients: bioimpedance analysis compared to isotope dilution, dual energy X-ray absorptiometry, and anthropometry. *Journal of the American Society of Nephrology : JASN*. 1999;10(5):1067-79.
71. Flores-Garcia AL, Sanchez-Ramirez CA, Newton-Sanchez OA, Rojas-Larios F. Correlation between skinfold thickness and bioelectrical impedance analysis for the evaluation of body composition in patients on dialysis. *Nutricion hospitalaria*. 2018;35(1):117-22.
72. Kamimura MA, Avesani CM, Cendoroglo M, Canziani ME, 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. *Nephrology, dialysis, transplantation : official publication of the European Dialysis and Transplant Association - European Renal Association*. 2003;18(1):101-5.
73. Claro LM, Moreno-Amaral AN, Gadotti AC, Dolenga CJ, Nakao LS, Azevedo MLV, et al. The Impact of Uremic Toxicity Induced Inflammatory Response on the Cardiovascular Burden in Chronic Kidney Disease. *Toxins*. 2018;10(10).
74. 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. *Nutrition in clinical practice : official publication of the American Society for Parenteral and Enteral Nutrition*. 2017;32(4):533-8.
75. Ikizler TA, Burrowes JD, Byham-Gray LD, Campbell KL, Carrero JJ, Chan W, et al. KDOQI Clinical Practice Guideline for Nutrition in CKD: 2020 Update. *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation*. 2020;76(3 Suppl 1):S1-S107.
76. Kalantar-Zadeh K, Ikizler TA, Block G, Avram MM, Kopple JD. Malnutrition-inflammation complex syndrome in dialysis patients: causes and consequences. *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation*. 2003;42(5):864-81.

77. Davenport A. Does peritoneal dialysate affect body composition assessments using multi-frequency bioimpedance in peritoneal dialysis patients? *European journal of clinical nutrition*. 2013;67(2):223-5.
78. Kang SH, Cho KH, Park JW, Yoon KW, Do JY. Body composition measurements using bioimpedance analysis in peritoneal dialysis patients are affected by the presence of dialysate. *Nephrology*. 2014;19(11):727-31.
79. Woodrow G, Oldroyd B, Turney JH, Davies PS, Day JM, Smith MA. Four-component model of body composition in chronic renal failure comprising dual-energy X-ray absorptiometry and measurement of total body water by deuterium oxide dilution. *Clinical science*. 1996;91(6):763-9.
80. Popovic V, Zerahn B, Heaf JG. Comparison of Dual Energy X-ray Absorptiometry and Bioimpedance in Assessing Body Composition and Nutrition in Peritoneal Dialysis Patients. *Journal of renal nutrition : the official journal of the Council on Renal Nutrition of the National Kidney Foundation*. 2017;27(5):355-63.
81. Furstenberg A, Davenport A. Assessment of body composition in peritoneal dialysis patients using bioelectrical impedance and dual-energy x-ray absorptiometry. *American journal of nephrology*. 2011;33(2):150-6.
82. Medici G, Mussi C, Fantuzzi AL, Malavolti M, Albertazzi A, Bedogni G. Accuracy of eight-polar bioelectrical impedance analysis for the assessment of total and appendicular body composition in peritoneal dialysis patients. *European journal of clinical nutrition*. 2005;59(8):932-7.
83. Woodrow G, Oldroyd B, Turney JH, Tompkins L, Brownjohn AM, Smith MA. Whole body and regional body composition in patients with chronic renal failure. *Nephrology, dialysis, transplantation : official publication of the European Dialysis and Transplant Association - European Renal Association*. 1996;11(8):1613-8.
84. Bellafronte NT, Diani LM, Vega-Piris L, Cuadrado GB, Chiarello PG. Comparison between dual-energy x-ray absorptiometry and bioelectrical impedance for body composition measurements in adults with chronic kidney disease: A cross-sectional, longitudinal, multi-treatment analysis. *Nutrition*. 2021;82:111059.
85. Greenhall GH, Davenport A. Screening for muscle loss in patients established on peritoneal dialysis using bioimpedance. *European journal of clinical nutrition*. 2017;71(1):70-5.
86. Kloppenburg WD, de Jong PE, Huisman RM. The contradiction of stable body mass despite low reported dietary energy intake in chronic haemodialysis patients. *Nephrology, dialysis, transplantation : official publication of the European Dialysis and Transplant Association - European Renal Association*. 2002;17(9):1628-33.
87. Beddhu S, Wei G, Chen X, Boucher R, Kiani R, Raj D, et al. Associations of Dietary Protein and Energy Intakes With Protein-Energy Wasting Syndrome in Hemodialysis Patients. *Kidney international reports*. 2017;2(5):821-30.