U.PORTO

2.º CICLO

NUTRIÇÃO CLÍNICA

Impedância Bioelétrica no Doente Crítico: Ângulo de Fase e BIVA como Indicadores do Prognóstico e Estado Nutricional

Ariana Filomena Matela Fernandes

M

2026

Impedância Bioelétrica no Doente Crítico: Ângulo de Fase e BIVA como Indicadores do Prognóstico e Estado Nutricional

Bioelectrical Impedance in the Critically Ill Patient: Phase Angle and BIVA as Indicators of Prognosis and Nutritional Status

Ariana Filomena Matela Fernandes

Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto

Trabalho de investigação desenvolvido na Unidade Local de Saúde do Nordeste E.P.E., Unidade Hospitalar de Bragança

Orientador: **Mestre Rosária Maria Afonso Rodrigues de Melo**

Unidade Local de Saúde do Nordeste, E.P.E

Coorientador: **Prof. Doutor Bruno Miguel Paz Mendes de Oliveira**

Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto

Coorientadora: **Mestre Marta Cecília Poção Pinto Rola**

Unidade Local de Saúde de São João, E.P.E.; Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto

Dissertação de candidatura ao grau de Mestre em Nutrição Clínica apresentada à Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto

2026

Agradecimentos

Primeiramente, agradecer à minha orientadora, Mestre Rosária Rodrigues, por todo o apoio, disponibilidade, incentivo e orientação científica demonstrado ao longo de todo este percurso. Agradeço por me ter acolhido enquanto orientanda, pela partilha do seu vasto conhecimento e experiência profissional, e por me desafiar constantemente a crescer, tanto a nível científico como profissional.

Ao meu coorientador, Prof. Doutor Bruno Oliveira, agradeço toda a sua disponibilidade constante e o apoio imprescindível na análise estatística. Obrigada por todas as palavras de incentivo ao longo destes dois anos.

À minha coorientadora, Mestre Marta Rola por acreditar sempre nas minhas capacidades e por me incentivar constantemente a ir mais além. O seu apoio e impulso foram essenciais em todo o meu percurso académico e profissional.

À Dra. Vânia Trigo e à Dra. Ana Mouta, agradeço a partilha de conhecimento e o acompanhamento constantes ao longo destes últimos sete meses que foram fundamentais para enfrentar os desafios inerentes à realização desta dissertação.

A todos os profissionais de saúde, em particular à equipa médica e de enfermagem do Serviço de Medicina Intensiva, agradeço a disponibilidade e colaboração demonstrada. Aos doentes que participaram neste estudo, o meu sincero agradecimento por terem tornado possível a sua concretização.

À minha mãe, por ser o meu maior exemplo de coragem, resiliência e determinação e por nunca deixar de acreditar em mim e nos meus sonhos.

Ao Afonso, por estar sempre ao meu lado e tornar este percurso mais leve.

Aos meus avós, restante família e amigos por me apoiarem sempre de forma incondicional ao longo desta caminhada repleta de desafios.

Resumo

A doença crítica caracteriza-se por um estado hipercatabólico associado a alterações da composição corporal, desnutrição e elevada mortalidade. Neste contexto, a identificação precoce de marcadores que permitam avaliar o estado nutricional e o prognóstico desta população constitui um desafio clínico. O Ângulo de Fase (AF) e a Análise Vetorial de Impedância Bioelétrica (BIVA), obtidos por Impedância Bioelétrica (BIA), têm sido propostos como ferramentas promissoras por refletirem a integridade celular e o estado de hidratação.

Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo principal investigar a associação do AF e da BIVA com o prognóstico clínico e o estado nutricional em doentes críticos.

Realizou-se um estudo observacional, descritivo e prospetivo, que incluiu 49 adultos internados na Unidade de Cuidados Intensivos (UCI) da Unidade Hospitalar de Bragança. O risco nutricional foi avaliado através do *Nutrition Risk Screening 2002* (NRS 2002), enquanto o estado nutricional foi avaliado através do *Patient-Generated Subjective Global Assessment* (PG-SGA) e dos critérios da *Global Leadership Initiative on Malnutrition* (GLIM). A avaliação por BIA foi efetuada nas primeiras 72 horas após a admissão e, posteriormente, foi analisada a sua associação com a mortalidade aos 60 dias, reinternamento aos 60 dias, duração do internamento hospitalar, duração do internamento em UCI, duração da ventilação mecânica e estado nutricional.

Observou-se uma elevada prevalência de risco nutricional e de desnutrição na população estudada. Os doentes que faleceram aos 60 dias apresentaram valores de AF inferiores aos dos sobreviventes (3,05° vs. 3,80°). Valores de AF inferiores a 3,12° associaram-se a menor sobrevida. Em contrapartida, não se observaram

associações significativas entre o AF e os scores de estado nutricional, o tempo de internamento em UCI e hospitalar, a duração da ventilação mecânica ou o reinternamento. Relativamente à BIVA, não foram identificadas associações com a mortalidade nem com os scores de estado nutricional, embora alguns parâmetros vetoriais tenham apresentado relação com a duração do internamento em UCI e hospitalar, bem como com o tempo de ventilação mecânica.

No presente estudo foi possível concluir que o AF constitui um marcador promissor na avaliação do prognóstico do doente crítico, podendo complementar a avaliação clínica e nutricional na estratificação precoce do risco. A BIVA demonstrou uma utilidade mais limitada nesta amostra, sendo necessários estudos prospetivos com maior dimensão amostral para confirmar o seu potencial clínico.

Palavras-Chave

Doença crítica, Impedância Bioelétrica, Ângulo de Fase, Análise Vetorial de Impedância Bioelétrica, Estado nutricional, Prognóstico.

Abstract

Critical illness is characterized by a hypercatabolic state associated with alterations in body composition, malnutrition, and high mortality. In this context, the early identification of markers capable of assessing nutritional status and prognosis in this population represents a clinical challenge. Phase Angle (PA) and Bioelectrical Impedance Vector Analysis (BIVA), obtained through bioelectrical impedance analysis (BIA), have been proposed as promising tools because they reflect cellular integrity and hydration status.

Accordingly, the primary aim of this study was to investigate the association of PA and BIVA with clinical prognosis and nutritional status in critically ill patients.

An observational, descriptive, and prospective study was conducted, including 49 adults admitted to the Intensive Care Unit (ICU) of Bragança Hospital Unit. Nutritional risk was assessed using the Nutrition Risk Screening 2002 (NRS 2002), while nutritional status was assessed using the Patient-Generated Subjective Global Assessment (PG-SGA), and the Global Leadership Initiative on Malnutrition (GLIM) criteria. BIA was performed within the first 72 hours after admission, and its association with 60-day mortality, 60-day readmission, hospital length of stay, ICU length of stay, duration of mechanical ventilation and nutritional status was subsequently analyzed.

A high prevalence of nutritional risk and malnutrition was observed in the study population. Patients who died within 60 days presented lower PA values compared with survivors (3.05° vs. 3.80°). PA values below 3.12° were associated with reduced survival. Conversely, no significant associations were found between PA and nutritional status, ICU or hospital length of stay, duration of mechanical ventilation, or readmission. Regarding BIVA, no associations were identified with

mortality or nutritional status, although some vector parameters were related to ICU and hospital length of stay, as well as the duration of mechanical ventilation. In conclusion, PA appears to be a promising marker for prognostic assessment in critically ill patients, potentially complementing clinical and nutritional evaluation in early risk stratification. BIVA demonstrated more limited utility in this sample, and prospective studies with larger sample sizes are needed to confirm its clinical potential.

Keywords

Critical illness, Bioelectrical impedance analysis, Phase angle, Bioelectrical impedance vector analysis, Nutritional status, Prognosis.

Índice

Agradecimentos ..... **iv**

Resumo ..... **v**

Abstract ..... **vii**

Lista de Abreviaturas **11**

Lista de Figuras **13**

Lista de Tabelas **14**

1. Introdução **16**

1.1. Doente crítico 17

1.2. Métodos de Avaliação da Gravidade da Doença e Previsão do Prognóstico 19

1.3. Instrumentos de rastreio e avaliação do risco nutricional 21

1.4. Impedância Bioelétrica 29

1.5. Ângulo de Fase e Análise Vetorial de Impedância Bioelétrica 32

1.5.1. Ângulo de Fase 32

1.5.2. Análise Vetorial de Impedância Bioelétrica 36

2. Objetivos **41**

2.1. Objetivo Geral 42

2.2. Objetivos Específicos 42

3. Material e Métodos **43**

3.1. Desenho do estudo 44

3.2. Amostra 44

3.3. Questões ético-legais 44

3.4. Recolha de dados 45

3.5. Análise Estatística 51

4. Resultados **53**

4.1. Caracterização inicial da amostra 54

4.2. Caracterização do Estado Nutricional da amostra 55

4.3. Caracterização da Impedância Bioelétrica.....56

4.4. Associação entre o Ângulo de Fase e o Prognóstico Clínico 57

4.4.1. Associação entre a Mortalidade e o Reinternamento aos 60 dias com o Ângulo de Fase 57

4.4.2. Associação entre o Ângulo de Fase e o risco de mortalidade aos 60 dias 57

4.4.3. Capacidade discriminativa do Ângulo de Fase na predição da mortalidade aos 60 dias 58

4.4.4. Análise da Sobrevivência segundo o ponto de corte do Ângulo de Fase 59

4.4.5. Correlação entre o Ângulo de Fase e o Tempo de Internamento e dos Cuidados Intensivos 59

4.5. Associação entre o Ângulo de Fase e o Estado Nutricional 60

4.6. Associação entre o BIVA e o Prognóstico Clínico 61

4.6.1. Associação entre a Mortalidade e o Reinternamento aos 60 dias com os parâmetros do BIVA.....61

4.6.2. Correlação entre os Parâmetros do BIVA e o Tempo de Internamento e dos Cuidados Intensivos 63

4.7. Associação entre os Parâmetros do BIVA e o Estado Nutricional 64

5. Discussão..... 67

6. Conclusões..... 94

7. Referências Bibliográficas 97

8. Anexos.....103

Anexo A 104

Anexo B 105

Anexo C 106

Anexo D 107

Anexo E 108

Anexo F 109

Anexo G 110

Lista de Abreviaturas

AF- Ângulo de Fase

APACHE- *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation*

ASM- Massa Muscular Apendicular

ASM/altura^2- Índice de Massa Muscular Apendicular ajustado à estatura

AUC- área sob a curva

BCM- Massa Celular Corporal

BIA- Análise de Impedância Bioelétrica

BIVA- Análise Vetorial da Impedância Bioelétrica

COVID-19- Coronavírus 2019

DEXA- *Dual-Energy x-Ray Absorptiometry*

DM2- Diabetes Mellitus Tipo 2

dp- desvio padrão

DRC- Doença Renal Crónica

ECW- Água extracelular

ECW/ICW- Razão entre Água Extracelular e Água Intracelular

ECW/TBW- Razão entre Água Extracelular e Água Corporal Total

ESPEN- *European Society for Clinical Nutrition and Metabolism*

EWGSOP2- *European Working Group on Sarcopenia in Older People 2*

FFM- Massa Isenta de Gordura

FPM- Força de Preensão da Mão

GLIM- Global Leadership Initiative on Malnutrition

HR- *Hazard Ratio*

HTA- Hipertensão Arterial

ICW- Água intracelular

IMC- Índice de Massa Corporal

MUST- *Malnutrition Universal Screening Tool*

NRS- *Nutritional Risk Screening*

NUTRIC- *Nutrition Risk in the Critically Ill*

OMS- Organização Mundial da Saúde

OR- *Odds Ratio*

p- Nível de significância

PG-SGA- *Patient-Generated Subjective Global Assessment*

R- Resistência

R/H- Resistência ajustada para a estatura

r_s- Coeficiente de Correlação de Spearman

SAPS- *Simplified Acute Physiology Score*

SGA- *Subjective Global Assessment*

SOFA- *Sequential Organ Failure Assessment*

TBW- Água Corporal Total

UCI- Unidade de Cuidados Intensivos

ULS Nordeste- Unidade Local de Saúde do Nordeste

Xc- Reatância

Xc/H- Reatância ajustada para a estatura

Z- Impedância

Z/H- Impedância ajustada para a estatura

Lista de Figuras

Figura 1-Fluxograma dos participantes do estudo.....54

Figura 2-Curva ROC do ângulo de fase para predição da mortalidade aos 60 dias. 58

Figura 3-Curvas de sobrevivência de Kaplan–Meier segundo o ponto de corte de 3,12º do ângulo de fase.....59

Figura 4-Elipses de confiança dos vetores médios de BIVA dos sobreviventes e dos não sobreviventes aos 60 dias. 63

Figura 5-Elipses de confiança dos vetores médios de BIVA dos doentes com bom estado nutricional e dos doentes com desnutrição segundo os critérios GLIM....66

Lista de Tabelas

Tabela 1- Caracterização inicial da amostra. 54

Tabela 2- Caracterização do estado nutricional através do IMC. 55

Tabela 3- Caracterização do estado nutricional da amostra, de acordo com os critérios NRS-2002, PG-SGA e GLIM. 56

Tabela 4- Caracterização dos parâmetros de bioimpedância da amostra. 57

Tabela 5- Associação do Ângulo de Fase e o prognóstico aos 60 dias. 57

Tabela 6- Associação entre o Ângulo de Fase e a mortalidade aos 60 dias: Regressão de Cox. 58

Tabela 7- Correlação entre o Ângulo de Fase e a duração do internamento e dos cuidados intensivos. 60

Tabela 8- Associação entre o Ângulo de Fase e o estado nutricional avaliado pelo PG-SGA e pelos critérios GLIM. 60

Tabela 9- Associação entre a mortalidade com os parâmetros do BIVA. 61

Tabela 10- Associação entre o reinternamento com os parâmetros do BIVA.....62

Tabela 11- Correlação entre a duração do internamento e dos cuidados intensivos com os parâmetros da BIVA. 64

Tabela 12- Associação entre os parâmetros do BIVA e o estado nutricional avaliado pelo PG-SGA. 64

Tabela 13- Associação entre os parâmetros do BIVA e o estado nutricional avaliado pelos critérios GLIM. 65

Tabela i - Pontos de corte utilizados para o diagnóstico da sarcopenia segundo o EWGSOP2. 110

Tabela ii - Valores de altura estimados pelo comprimento cubital a partir do sexo e da idade. 110

1. Introdução



1.1. Doente crítico

A doença crítica é definida como uma disfunção de órgãos vitais que ameaça a vida e, consequentemente, requer a admissão numa Unidade de Cuidados Intensivos (UCI) para a implementação de intervenções de suporte vital, tal como a ventilação mecânica[1].

O desenvolvimento desta doença pode ser dividido em diversas fases, nomeadamente: fase aguda, fase tardia e fase de recuperação. Cada uma destas fases apresenta características próprias e um impacto distinto sobre o estado nutricional e a ingestão alimentar do doente. A fase aguda é caracterizada por alterações metabólicas, em particular por um estado catabólico acentuado e perda de massa muscular, que permanecem até 7 dias após a admissão. Posteriormente a fase tardia, é caracterizada pela melhoria da inflamação e início da reabilitação, ou, em alguns casos, pela persistência do estado catabólico. Por fim, após a saída do doente da UCI, a fase tardia evolui para a fase de recuperação, sendo esta fase definida pelo anabolismo, com restauração da massa e da função musculares. Contudo, ainda não foram identificados marcadores clinicamente ou biologicamente relevantes que permitam identificar de forma definitiva a transição entre fases[1, 2].

Frequentemente, a própria doença crítica, bem como a necessidade recorrente de sedação, podem conduzir à perda de consciência e à imobilização do doente crítico. Para além disso, é necessário ter em consideração que grande parte dos doentes admitidos em UCI passam por trauma, sépsis e apresentam uma resposta metabólica intensa ao stresse, tendo, assim, consequências negativas no seu estado nutricional e na composição corporal destes doentes[1, 3].

Deste modo, as consequências negativas desta resposta aguda pressupõem uma inflamação severa, hipercatabolismo proteico, alterações na composição corporal, nomeadamente sobrecarga de fluídos e comprometimento da integridade da membrana celular. Este período é ainda marcado por uma diminuição da eficiência na utilização das proteínas, o que leva à disfunção muscular e a uma contratilidade comprometida[2, 4, 5].

Dos milhões de doentes a nível mundial anualmente admitidos em UCI, a maioria necessita de suporte nutricional para a sua alimentação. A malnutrição relacionada com a doença, nomeadamente, sob a forma de desnutrição é frequente no doente crítico com uma prevalência que varia entre 38% e 78%, sendo a sarcopenia frequente e associada a piores desfechos. Para além deste facto, entre os sobreviventes de doença crítica grave que necessitam de ventilação mecânica invasiva e de vasopressores, 25% a 100% desenvolvem fraqueza adquirida durante o internamento em UCI, com perda de massa muscular, limitações funcionais, recuperação tardia e fraca qualidade de vida, que podem persistir durante meses ou anos. Deste modo, a malnutrição com balanço energético negativo tem sido associada à dificuldade na cicatrização de feridas, disfunção imunitária, infeções secundárias, agravamento das alterações metabólicas e pior sobrevivência[1].

Sendo assim, sabe-se que a doença crítica grave está associada a inflamação, anorexia, disfunção gastrointestinal e alterações metabólicas, que geram um catabolismo acentuado responsável pela perda de proteínas, atrofia muscular e défices da função física que podem persistir durante anos. Muitos sobreviventes desenvolvem a síndrome pós-UCI, que combina a fraqueza adquirida durante a permanência em UCI com disfunção cognitiva, alterações musculoesqueléticas,

fragilidade, fadiga, endocrinopatias e perturbações do humor. Deste modo, a doença crítica é um período de grande vulnerabilidade, dependência e mudança quer para o doente, quer para os seus familiares[1].

1.2. Métodos de Avaliação da Gravidade da Doença e Previsão do Prognóstico

Geralmente, os doentes internados em UCI apresentam múltiplas doenças subjacentes e necessitam de cuidados críticos por diversas razões. Deste modo, a identificação precoce de doentes críticos com elevado risco de mortalidade é de extrema importância para orientar medidas preventivas e de suporte. A avaliação do prognóstico torna-se fundamental para a compreensão abrangente da condição do doente, a formulação de planos de tratamento cientificamente fundamentados e a implementação atempada de medidas terapêuticas eficazes[6-8].

Nas UCI, a gravidade clínica é normalmente avaliada por meio de sistemas de pontuação padronizados, como o *The Simplified Acute Physiology Score* (SAPS) II, o *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation* (APACHE) II, e o *Sequential Organ Failure Assessment* (SOFA), que englobam uma variedade de indicadores, como sintomas, sinais clínicos e parâmetros laboratoriais do sangue e da urina[7, 9].

O índice APACHE II incorpora variáveis fisiológicas, valores laboratoriais e informações sobre condições crónicas de saúde para estimar o risco de mortalidade. É um dos sistemas de classificação de gravidade mais amplamente utilizados e validados em doentes críticos, sendo frequentemente utilizado para ajustar o risco e comparar o desempenho e os resultados entre as UCI. [8, 9].

Por outro lado, o índice SOFA avalia o grau de disfunção orgânica em múltiplos sistemas, incluindo os sistemas respiratório, cardiovascular, hepático, de coagulação, renal e neurológico. Ambas as ferramentas são amplamente utilizadas

e consideradas na tomada de decisões sobre planos de tratamento e também parecem prever o desfecho dos doentes[9].

A utilidade destes sistemas baseia-se geralmente em dados pontuais obtidos num determinado momento no tempo, sendo que um estudo demonstrou que o valor máximo da pontuação SOFA obtido em UCI é mais eficaz do que a pontuação inicial para avaliar o prognóstico. Para além disso, a pontuação APACHE II antes da alta hospitalar é melhor a prever a mortalidade de doentes cirúrgicos em estado crítico comparativamente à pontuação APACHE II no momento de admissão do doente[10]. Ademais, muitas vezes estes sistemas carecem de precisão e são excessivamente complexos devido ao elevado número de variáveis incluídas (sinais vitais, parâmetros laboratoriais e dados imagiológicos). Além disso, algumas destas variáveis exigem procedimentos invasivos, o que impossibilita a recolha em tempo real e de forma dinâmica, faltando-lhes, por isso, a capacidade de monitorizar continuamente e avaliar rapidamente a progressão da doença na fase aguda[7, 11, 12].

Adicionalmente, estes sistemas de pontuação predizem principalmente a mortalidade intra-hospitalar, podendo ser menos precisos na previsão do prognóstico a longo prazo, visto que a sua utilização pode não refletir o estado nutricional ou a saúde celular do doente, fatores que têm vindo a surgir como fatores de prognóstico importantes em situações de doença crítica, uma vez que, estão associados à probabilidade de sobrevivência e podem conter informações relevantes sobre a recuperação com qualidade de vida. Por outro lado, só podem ser avaliados 24 horas após a admissão na UCI, sendo o seu cálculo complexo[8, 9, 13].

Sendo assim, embora tenham sido feitos esforços contínuos para melhorar a precisão preditiva destes sistemas de pontuação, a sua capacidade de interpretar a evolução e os desfechos das doenças críticas permanece limitada. Por exemplo, o risco de mortalidade pode aumentar com o aumento da pontuação SAPS II quando esta é elevada, mas pode variar pouco quando é inferior a 30, o que sugere que pontuações baixas de SAPS II podem ser enganosamente seguras nestes doentes. No entanto, estudos adicionais são necessários, relativamente às alterações dinâmicas das pontuações, com o intuito de investigar o papel destas escalas na avaliação da condição clínica e dos resultados[6, 10].

Deste modo, verifica-se a necessidade de atualizações frequentes destes sistemas de pontuação de prognóstico, uma vez que, ao longo do tempo, perdem a capacidade de discriminação e calibração. Consequentemente, têm sido feitas várias tentativas para identificar novos fatores de prognóstico relevantes em doentes críticos que avaliem com maior precisão as reservas fisiológicas, a fragilidade e o envelhecimento biológico destes doentes[6, 14].

1.3. Instrumentos de rastreio e avaliação do risco nutricional

Em doentes hospitalizados, a malnutrição apresenta uma elevada prevalência, atingindo taxas de 50% nos serviços de medicina interna. Estudos anteriores demonstraram que a malnutrição representa um fator de risco independente para o prognóstico de diversas doenças infeciosas, incluindo a pneumonia[15].

De acordo com as diretrizes da *"European Society for Clinical Nutrition and Metabolism"* (ESPEN), a malnutrição é definida como um estado resultante da malabsorção ou ingestão inadequada de energia e/ou nutrientes, conduzindo a alterações da composição corporal, em particular à redução da massa celular corporal (BCM) e da massa isenta de gordura (FFM), com consequente redução da

função cognitiva e física, resultando num impacto negativo no prognóstico clínico da doença[16].

Deste modo, a malnutrição é uma condição frequente em doentes hospitalizados, com uma prevalência que varia entre 18 e 60% no momento da admissão. No caso do doente internado em UCI, a depleção nutricional é frequente, devido a uma ingestão nutricional inadequada e à resposta metabólica intensa ao stress que é caracterizada por hiperglicemias associadas à resistência à insulina, gasto energético elevado, hipercatabolismo proteico e lipólise acentuada que, em conjunto, dificultam a determinação do estado nutricional desta população. Nesse sentido, esta população frequentemente apresenta perda de peso corporal e de massa muscular traduzindo uma elevada prevalência de malnutrição[5, 17].

Sabe-se que doentes malnutridos apresentam custos hospitalares mais elevados, maior tempo de internamento em UCI e no hospital, maior frequência de readmissões e aumento da taxa de mortalidade. Por exemplo, no contexto do doente cardiovascular, a malnutrição é um fator de risco reconhecido para desfechos clínicos desfavoráveis e complicações, estando associada a um maior risco cardiovascular. Pode também resultar num pior prognóstico em casos de insuficiência cardíaca crónica e, numa maior mortalidade durante episódios de insuficiência cardíaca aguda descompensada. Está associada ao maior tempo de hospitalização em doentes com enfarte agudo do miocárdio e à maior mortalidade em doentes cardiovasculares[18, 19].

Outro exemplo paradigmático do impacto da malnutrição no doente crítico é a doença por coronavírus 2019 (COVID-19), uma doença infeciosa de aparecimento recente que constitui um modelo de inflamação aguda grave e disfunção imunitária. Muitos destes doentes apresentam hipoxemia severa secundária a

pneumonia bilateral necessitando de internamento prolongado em UCI, o que leva a um aumento significativo das taxas de malnutrição grave, uma vez que existe uma redução acentuada da massa e da função muscular, deterioração funcional, dificuldade respiratória e outras complicações psicofísicas decorrentes tanto da evolução da própria doença, como da permanência prolongada na UCI. É amplamente reconhecido que doentes em estado crítico com pneumonia aguda grave por COVID-19 permanecem frequentemente num estado catabólico prolongado, o que pode afetar negativamente a composição corporal ao longo do tempo, conduzindo a um elevado risco de malnutrição e sarcopenia relacionadas com a doença[2, 20].

Paralelamente, a evidência proveniente de uma revisão sistemática demonstrou que a taxa de perda muscular em doentes críticos variava entre 1,6% a 6% por dia. Para além disso, estas alterações nutricionais influenciam diretamente a evolução clínica dos doentes em cuidados intensivos, agravando a doença, prolongando o internamento e aumentando a morbimortalidade. Assim, a identificação precoce de doentes em UCI com maior risco de malnutrição é fundamental, sendo que, neste contexto, a aplicação de um instrumento de rastreio nutricional como primeiro passo de um plano estruturado de cuidados nutricionais revela-se particularmente relevante para detetar risco nutricional, prever desnutrição e resultados clínicos negativos[5, 17].

Tendo em conta o impacto negativo que a malnutrição apresenta em termos de custo terapêutico hospitalar e, consequentemente, o custo da reabilitação do doente, o risco nutricional deve ser avaliado. Esta avaliação, juntamente com a avaliação antropométrica, deve ser realizada nas primeiras 24 a 48 horas após a admissão na UCI, de modo a identificar doentes malnutridos que poderão

beneficiar de suporte nutricional precoce[21, 22]. Deste modo, vários instrumentos de rastreio foram desenvolvidos para avaliar o risco e estado nutricional, incluindo parâmetros como o peso corporal e o índice de massa corporal (IMC), escalas descritivas reconhecidas e métodos mais complexos, como a avaliação da composição corporal[19, 21].

Relativamente à utilização dos parâmetros antropométricos, que incluem a medição de peso, perímetro do braço, espessura da prega tricipital e cálculo do IMC, verifica-se que estes apresentam sensibilidade e especificidade limitadas na avaliação do estado nutricional. O peso corporal é o método mais acessível e é utilizado como base para o cálculo do IMC, que, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), é classificado como baixo peso quando inferior a 18,5 kg/m^2. A ESPEN reconhece o IMC como um parâmetro primário no diagnóstico da malnutrição, atendendo ao seu baixo custo e à reduzida complexidade técnica necessária para a sua determinação[19]. Contudo, a fiabilidade deste indicador é frequentemente comprometida pela presença de sobrecarga hídrica, comum após a ressuscitação intravenosa de fluídos, sobretudo em doentes em estado crítico, não refletindo adequadamente a BCM. Adicionalmente, o peso corporal e o IMC apresentam limitações na avaliação da composição corporal, pois não permitem diferenciar entre massa gorda e massa muscular, nem identificar alterações da distribuição de fluídos nos compartimentos. Estes aspetos assumem particular relevância em doentes submetidos a cirurgia cardíaca, nos quais processos inflamatórios, edema e estado catabólico podem ocultar a presença de malnutrição, reduzindo a utilidade clínica das medições antropométricas quando consideradas isoladamente [1, 19, 22].

Para além disso, biomarcadores séricos, como a pré-albumina, a albumina, a proteína transportadora de retinol e a transferrina são frequentemente utilizados como indicadores do estado nutricional. Contudo, a concentração destes biomarcadores diminui de forma consistente em situações de infeção aguda ou inflamação, refletindo predominantemente a resposta de fase aguda e não o estado nutricional propriamente dito. Adicionalmente, os seus valores podem ser influenciados por fatores não nutricionais, incluindo disfunção hepática e enteropatia perdedora de proteínas, o que compromete a sua especificidade e utilidade clínica[1].

Outras ferramentas utilizadas para a avaliação do risco e estado nutricional incluem o *NutritionaL Risk Screening* 2002 (NRS 2002), o *Nutrition Risk in the Critically Ill* (NUTRIC) score, o Subjective Global Assessment (SGA) e o Malnutrition Universal Screening Tool (MUST).

O NRS 2002 é uma ferramenta desenvolvida e validada em doentes hospitalizados, estando indicada pela ESPEN para a avaliação do risco nutricional. Esta ferramenta incorpora a idade, perda de peso, IMC, ingestão alimentar, comorbilidades existentes e a gravidade clínica à admissão. A validade deste instrumento de rastreio para avaliação do estado nutricional foi previamente confirmada em vários estudos realizados em doentes hospitalizados com diversas patologias, incluindo no doente crítico[1, 15, 21].

O SGA constitui o método de referência formal para o diagnóstico da desnutrição, baseando-se na identificação de alterações na composição corporal, alterações funcionais e redução da ingestão alimentar, permitindo a classificação subjetiva dos doentes em bem nutridos, moderadamente desnutridos ou gravemente desnutridos. Evidência científica sugere que os doentes classificados nas

categorias de desnutrição, segundo os critérios do SGA, evidenciam maior taxa de readmissões em UCI, bem como um aumento da mortalidade. Contudo, os critérios da SGA não são universalmente aceites para o diagnóstico da desnutrição, em virtude das limitações associadas à sua aplicabilidade, a qual depende substancialmente da experiência do avaliador. Apesar destas limitações, o SGA tem demonstrado ser um preditor fiável de complicações clínicas, estando associado a um aumento do tempo de internamento em doentes classificados como gravemente desnutridos. Embora a duração do internamento hospitalar seja frequentemente criticada enquanto parâmetro de desfecho, devido à influência de múltiplos fatores não diretamente relacionados com o estado nutricional, esta constitui uma medida de resultado abrangente, por refletir simultaneamente o impacto das patologias de base e as consequências adversas da desnutrição, nomeadamente o aumento do risco de infeção, a cicatrização inadequada das feridas e o comprometimento do estado funcional[21, 23].

O NUTRIC Score tem-se destacado como um instrumento recomendado pelas diretrizes internacionais para identificar o risco nutricional no momento da admissão na UCI. O NUTRIC modificado omite o marcador inflamatório interleucina-6, cuja inclusão não melhora o desempenho preditivo. Este questionário baseia-se na idade, número de comorbilidades, pontuação do APACHE II, pontuação do SOFA e número de dias entre a admissão hospitalar e a admissão em UCI. Portanto, este questionário avalia o risco de resultados adversos passíveis de serem modificados através da intervenção nutricional e está relacionado com os desfechos clínicos dos doentes em UCI[1, 17].

No que diz respeito ao NUTRIC score e o NRS 2002, a aplicação destes instrumentos exige parâmetros que nem sempre estão disponíveis no momento da admissão,

incluindo a pontuação de gravidade, no caso do NUTRIC score, ou dados sobre ingestão alimentar e perda de peso, no caso do NRS 2002. Assim, é necessário avaliar a precisão de outros parâmetros na identificação do risco nutricional em UCI, uma vez que nenhuma das ferramentas disponíveis identifica doentes que beneficiem comprovadamente de estratégias nutricionais adaptativas ou individualizadas durante o internamento em UCI[1, 5].

Como resultado, a utilização de biomarcadores funcionais, como a composição corporal, a qual fornece informação detalhada sobre os diferentes compartimentos corporais e as respetivas proporções, refletindo o estado nutricional de forma mais precisa do que o peso corporal isolado tem vindo a ganhar destaque. Adicionalmente, a sua medição é rápida e independente da fiabilidade do doente, sendo particularmente útil na população idosa. Por estas razões, a avaliação do estado nutricional baseada na análise da composição corporal, quando disponível, constitui o método mais preciso. A composição corporal pode ser avaliada por diversos métodos, incluindo a *Dual-Energy x-Ray Absorptiometry* (DEXA), a tomografia computorizada e a ressonância magnética, contudo, a análise de impedância bioelétrica (BIA) é a técnica mais utilizada na prática clínica[19].

Relativamente ao procedimento *Global Leadership Initiative on Malnutrition* (GLIM) este apresenta dois passos, que começam com a avaliação de risco nutricional, seguida de uma avaliação de diagnóstico para confirmação da desnutrição. Foram selecionados três critérios fenotípicos (baixo IMC, perda de peso não intencional e baixa massa muscular avaliada através de medidas validadas como a BIA, a ecografia, a tomografia computorizada ou a ressonância magnética; quando estes métodos não estão disponíveis, o exame físico ou a

medição da circunferência muscular da perna ou do braço são incluídos como medidas alternativas) e dois critérios etiológicos (redução da ingestão alimentar/assimilação alimentar e a gravidade da doença/inflamação). Todos os critérios escolhidos são variáveis bem estabelecidas relacionadas à nutrição que, por si só, apresentam um valor prognóstico bem validado para desfechos clínicos negativos, como, por exemplo, a mortalidade. Para confirmar o diagnóstico de desnutrição, deve estar presente pelo menos um critério fenotípico e um critério etiológico. Para além disso, a classificação da gravidade da desnutrição baseia-se exclusivamente nos critérios fenotípicos. Quando a avaliação dos critérios confirma o diagnóstico de desnutrição, o indivíduo deve ser submetido a uma avaliação nutricional abrangente, de acordo com os recursos disponíveis, com o objetivo de estabelecer uma intervenção nutricional adequada. A abordagem GLIM não foi concebida principalmente para substituir outros métodos de diagnóstico utilizados pelo nutricionista, mas sim para integrar, sempre que possível, as variáveis comuns. Contudo, este procedimento continua a necessitar de estudos de validação em populações específicas de doentes, nomeadamente no doente crítico[23-25].

Mais recentemente, a massa muscular avaliada por ultrassonografia ou tomografia computorizada foi investigada como instrumento de avaliação do risco nutricional. Numa revisão sistemática, a baixa massa muscular esquelética definida por tomografia computorizada esteve presente em 50,9% dos doentes em UCI e foi associada a mortalidade a curto prazo, sendo assim, outros métodos de medição da composição corporal, como a BIA, poderão ter valor de prognóstico em doentes críticos[1].

Neste sentido, entre os métodos emergentes para avaliar o estado nutricional de doentes críticos, os parâmetros derivados da análise de BIA têm ganho importância, incluindo a razão entre água extracelular e água corporal total (ECW/TBW), o ângulo de fase (AF) e a análise vetorial de impedância bioelétrica (BIVA)[5].

1.4. Impedância Bioelétrica

Os princípios da BIA estão estabelecidos há mais de 40 anos, no entanto, os métodos que permitem estimar componentes da composição corporal como FFM, água corporal total (TBW), água extracelular (ECW) e água intracelular (ICW) são relativamente recentes. A impedância (Z) bioelétrica, expressa em Ohms, corresponde à raiz quadrada da soma dos quadrados da resistência (R) e da Reatância (Xc). Esta é inversamente proporcional ao volume de água corporal, dado que a FFM, rica em água e eletrólitos, apresenta elevada condutividade, ao contrário da gordura e do osso. A FFM inclui a BCM, que engloba massa muscular esquelética, osso e TBW, subdividida em ECW e ICW[26, 27].

A BIA consolidou-se como um método amplamente utilizado para avaliar os compartimentos corporais, com base precisamente nestas propriedades elétricas dos tecidos. Existem dois tipos principais de BIA: a de frequência única, geralmente a 50 kHz, e a de múltiplas frequências, que utiliza frequências entre 1 e 500 kHz e permite diferenciar a ICW, sendo mais precisa em contextos clínicos complexos. Este método baseia-se no princípio de que o corpo humano se comporta como um circuito elétrico composto por dois elementos fundamentais: a R e a Xc[6, 13, 27].

No que diz respeito à R, esta representa a oposição dos tecidos biológicos à passagem da corrente alternada, enquanto a Xc reflete o comportamento

capacitivo das membranas celulares e interfaces tecidulares. A capacitância, que se designa como a capacidade destas estruturas armazenarem carga elétrica, origina um atraso da corrente em relação à voltagem, culminando num desfasamento. Este desfasamento é quantificado geometricamente por meio da transformação angular da razão entre Xc e R, designada por AF [26].

Para além disso, a BIA apresenta vantagens relevantes no contexto clínico, nomeadamente, o facto de ser um método de fácil aplicação, que não exige formação altamente especializada, e não invasivo, sendo frequentemente utilizada na população geral para avaliar a composição corporal, nomeadamente massa muscular e massa gorda[6, 13, 27].

O funcionamento da BIA baseia-se na aplicação de uma corrente alternada de baixa intensidade através do corpo, que permite medir a Z resultante. A membrana celular, devido à sua bicamada lipídica, comporta-se como um condensador, conferindo características reativas às células, enquanto o fluído extracelular apresenta predominantemente propriedades resistivas. Em frequências baixas (5 kHz), a corrente não atravessa as membranas celulares, refletindo essencialmente a ECW em frequências elevadas (200 kHz), a corrente penetra as células, permitindo estimar a TBW. Com base nestes princípios, foram desenvolvidas equações para estimar ECW, ICW e TBW, embora algumas ainda careçam de validação adicional. Dado que os padrões de Z se relacionam com fatores que refletem gravidade clínica tal como, o estado volémico, composição corporal e integridade celular, o seu potencial valor de prognóstico tem sido alvo de crescente investigação. Em doentes críticos, embora a evidência ainda seja limitada, parâmetros brutos como o AF a 50 kHz tem demonstrado utilidade na previsão do estado nutricional e de desfechos clínicos [11, 28].

Apesar das suas vantagens, a interpretação dos resultados obtidos por BIA deve considerar características individuais como sexo, idade e composição corporal. Em doentes críticos, estas variações tornam-se ainda mais relevantes, dado que alterações no estado de hidratação, frequentes durante o tempo de internamento em UCI, podem modificar a R celular e, consequentemente, influenciar os valores derivados da BIA. De uma forma mais aprofundada, no contexto do doente crítico a BIA revela ser imprecisa, uma vez que, leva a uma sobrestimação significativa das alterações na TBW. Esta imprecisão está relacionada com fenómenos frequentes nesta população, nomeadamente, a transferência de eletrólitos entre o interior e o exterior das células com alterações na distribuição dos fluídos corporais. Adicionalmente, situações clínicas que cursam com expansão da ECW, como insuficiência cardíaca, insuficiência renal ou doença grave podem contribuir para uma sobrestimação adicional dos resultados obtidos por BIA, comprometendo a sua precisão neste contexto[12, 13].

Ainda assim, as diretrizes atuais para o diagnóstico de desnutrição recomendam a utilização de métodos de análise da composição corporal, incluindo a BIA, na avaliação nutricional de doentes hospitalizados. Estudos recentes demonstram concordância entre a BIA e a DEXA, considerada o método de referência para avaliação de massa muscular, massa gorda e BCM. A principal vantagem da BIA face à DEXA reside na sua aplicabilidade à cabeceira do doente, permitindo a sua utilização em contexto de cuidados intensivos. Além disso, mantém-se como um método seguro, não invasivo e economicamente acessível [6, 18].

Sendo assim, a utilização da BIA tem ganho destaque entre os profissionais de saúde devido à crescente procura por métodos de monitorização clínica que sejam precisos, acessíveis e não invasivos. Esta é considerada uma ferramenta

promissora para avaliação do risco nutricional e prognóstico, tendo sido associada a desfechos clínicos em diversas populações e parece ser valiosa na monitorização da resposta à intervenção nutricional em contexto de UCI. Para além disso, a razão entre ECW/TBW, utilizada como indicador do estado de hidratação, é simples, intuitiva e validada como preditor de sobrevivência em doentes com sobrecarga hídrica, como os submetidos a diálise, fornecendo uma justificação teórica sólida para a sua aplicação em doentes críticos [7, 29, 30]

1.5. Ângulo de Fase e Análise Vetorial de Impedância Bioelétrica

Nos últimos anos têm sido acrescentados aos parâmetros analíticos e antropométricos clássicos da avaliação do estado nutricional diversos parâmetros emergentes, como a BIA. Os parâmetros brutos derivados da BIA com o AF e a BIVA têm ganho destaque na literatura na identificação de alterações na integridade celular e sobrecarga de fluídos. A sua utilização para avaliação do doente crítico parece ser útil uma vez que estes valores são parâmetros brutos derivados da BIA e, sendo assim, não dependem de equações preditivas, que normalmente são imprecisas em doentes críticos[4, 20].

Sendo assim, estes parâmetros bioelétricos têm sido utilizados em doentes críticos para avaliar a integridade da membrana celular e alterações no estado de hidratação e composição corporal. Para além disso, demonstraram importância na avaliação do risco nutricional, antes mesmo dos indicadores antropométricos poderem detetar alterações através do rastreio, assim como a capacidade de detetar precocemente alterações no estado nutricional, com grande relevância para o prognóstico nutricional, bem como para a definição da terapêutica clínica e nutricional[17].

1.5.1. Ângulo de Fase

No que diz respeito ao AF, este é um indicador obtido diretamente através da BIA, sem depender de modelos matemáticos ou do estado de hidratação, sendo o parâmetro de Z mais estabelecido clinicamente. É definido como sendo o arco tangente da razão entre a Xc e a R. Reflete a distribuição de água podendo assim, ser considerado um marcador substitutivo emergente, tanto da quantidade, quanto da qualidade da massa muscular. O AF já foi fortemente correlacionado quer com a área do músculo esquelético, quer com a densidade avaliada através de tomografia computorizada em doentes críticos e não críticos[4, 10, 22, 31].

Este parâmetro é reconhecido por refletir a integridade da membrana celular, a sua permeabilidade e a FFM. Um AF baixo reflete disfunção celular e ausência de perda de massa gorda, enquanto valores mais elevados de AF sugerem uma melhor saúde celular, maior funcionalidade celular e melhor estado nutricional. Teoricamente, a composição do fluído extracelular, o número de células e a integridade das membranas estão também intimamente relacionados com a gravidade da doença, sendo, portanto, possível utilizar o AF para prever a gravidade e o prognóstico da doença. Graças à sua confiabilidade e aplicabilidade em populações saudáveis, o AF tem vindo a ser investigado como um índice útil em diversas doenças, tendo já sido comprovado como fator de prognóstico independente em vários tipos de cancro, incluindo cancro do pulmão e do pâncreas em estado avançado, cancro da mama e cancro da cabeça e pescoço, assim como em diversas condições clínicas tais como, doenças hepáticas, doença renal crónica (DRC) e, mais recentemente, nos cuidados intensivos[5, 6, 8, 12, 19, 22, 32].

Para além disso, alterações funcionais a nível celular podem preceder alterações visíveis na composição corporal, tornando o AF um parâmetro superior para

avaliação nutricional. Adicionalmente, ao contrário de parâmetros amplamente utilizados como FFM, massa muscular esquelética ou BCM, que dependem de equações de regressão e modelos preditivos incorporados nos *softwares* dos dispositivos de BIA, o AF é uma medição direta, obtida diretamente dos dados de Z. Estas estimativas baseadas em fórmulas podem variar entre fabricantes e modelos de dispositivos, limitando a comparabilidade entre estudos e a fiabilidade nos doentes individuais. Por isso, o AF é menos suscetível à variabilidade entre dispositivos, o que aumenta a sua fiabilidade, além disso não requer recordação de parâmetros, pesos corporais ou testes laboratoriais, sendo simples, não invasivo, reprodutível, imediato, custo-efetivo e de alta precisão. Assim, se o AF conseguir refletir com precisão o prognóstico, será um excelente complemento às limitações dos atuais sistemas de pontuação de gravidade[12, 19, 21, 33, 34].

Em indivíduos saudáveis, o AF aumenta gradualmente desde o nascimento até aos 18 anos, estabiliza entre os 19 e os 48 anos, e depois diminui progressivamente em indivíduos mais velhos e idosos. Sendo assim, em indivíduos saudáveis situa-se normalmente entre 5º e 7º, embora valores superiores a 9,5º possam ser observados em atletas. Em adultos saudáveis, a idade, o sexo e o IMC são os principais determinantes do AF. O AF diminui com o aumento da idade, devido a uma redução da Xc, que acompanha a perda de massa muscular, e a um aumento da R, resultante da diminuição da proporção de água corporal e do aumento da massa gorda. Por outro lado, indivíduos do sexo masculino apresentam AF mais elevados comparativamente ao sexo feminino, devido à elevada quantidade de massa muscular corporal. Adicionalmente, o AF aumenta com o IMC, devido ao maior número de células musculares e adiposas, que tem sido atribuído a uma maior hidratação dos tecidos, devido à sobrecarga hídrica, ou a uma razão

aumentada entre água extracelular e intracelular (ECW/ICW) no tecido adiposo. Contudo o AF encontra-se frequentemente inferior ao normal em situações patológicas, uma vez que fatores como infeção, inflamação ou parâmetros específicos da doença podem comprometê-lo. Para além disso, o AF demonstrou ser preditivo de prognóstico e mortalidade em diversas condições, incluindo hemodiálise, cancro, vírus de imunodeficiência humana, doença hepática e geriatria[3, 21, 28, 31].

Sendo assim, o AF tem sido associado a diversos desfechos, nomeadamente a função física na alta hospitalar em doentes com acidente vascular cerebral; resultados pós-operatórios a curto prazo e sobrevivência a longo prazo em doentes com cancro gastrointestinal e hepatobiliopancreático; mortalidade, morbilidade e duração do internamento hospitalar por fragilidade em doentes após cirurgia cardíaca *major*; perda de peso após cirurgia bariátrica; hospitalização, quedas e mortalidade em doentes com cirrose, desfechos a curto prazo e sobrevivência a longo prazo em doentes com cancro da mama, pâncreas e cólon após cirurgia[4, 7].

Em contexto de UCI, 60% a 80% dos doentes que sobrevivem ao internamento nesta unidade sofrem de fraqueza, e de baixa massa muscular esquelética, que por sua vez é um fator independente na previsão da mortalidade. Neste sentido, o AF assume particular relevância, uma vez que diminui com a presença de doença, inflamação, malnutrição, inatividade física prolongada e com o aumento do risco de morte, todos fatores presentes nas doenças críticas tratadas em UCI e que conduz a uma redução da qualidade de vida e a piores resultados clínicos. De acordo com as diretrizes da ESPEN, qualquer doente internado em UCI por mais de 48 horas é considerado em risco de malnutrição. Dadas estas associações,

existe um crescente interesse no potencial do AF como ferramenta de prognóstico em contextos clínicos agudos, como a UCI[9, 14].

Alguns estudos exploraram a utilidade do AF revelando que valores baixos deste parâmetro estão associados a uma maior mortalidade, maior duração de internamento na UCI e necessidade de ventilação mecânica. Além disso, foram observadas diferenças na variação do AF ao longo do internamento na UCI entre sobreviventes e não sobreviventes. No entanto, um valor de corte para alterações longitudinais e a sua associação com a mortalidade ainda não foram determinados. Dada a sua utilidade na avaliação do estado de saúde geral, a medição do AF quer como um valor bruto, quer como uma medida padronizada pela idade e sexo em doentes internados na UCI pode ajudar os profissionais de saúde a avaliar e prever o prognóstico destes doentes[4, 6, 13, 32, 35, 36].

Em suma, como o AF é rápido e fácil de obter em praticamente todos os doentes, poderá constituir uma valiosa adição a outros parâmetros clínicos na avaliação do risco individual de evolução grave da doença, caso estes resultados iniciais venham a ser confirmados. Para além disso, a ESPEN recomenda a utilização da BIA, mais especificamente do AF, para avaliar a sarcopenia e o estado nutricional[27, 36].

1.5.2. Análise Vetorial de Impedância Bioelétrica

Os parâmetros da BIVA são independentes do peso corporal e não requerem qualquer suposição relativamente ao peso, geometria, estado de hidratação ou modelo elétrico das membranas celulares do doente, ultrapassando assim alguns dos potenciais erros induzidos pelas equações preditivas (ajustadas à etnia, idade, sexo, peso corporal, etc.) utilizadas na BIA convencional[37]. A BIVA desenvolvida por Piccoli *et al.*, é um parâmetro baseado na análise bidimensional dos valores de R e Xc ajustados para a estatura. A R, representada no eixo dos X está

inversamente relacionada com o conteúdo de água. A Xc, é representada no eixo dos Y e está relacionada com a BCM. Existem três elipses de tolerância no nomograma RXc, correspondentes aos percentis 50, 75 e 95 da população de referência saudável. Quanto mais o vetor bivariado se situar fora destes percentis pior é a condição clínica, sendo que valores situados fora da elipse dos 75% são considerados anormais[4, 27, 31, 38].

O vetor de impedância ajustado para a estatura |Z/H| fornece informações sobre o estado de hidratação dos tecidos, sendo que trabalhos anteriores observaram que o comprimento do vetor se relaciona inversamente com TBW do doente. Assim, um aumento da hidratação corporal manifesta-se como uma redução do comprimento do vetor e, inversamente, uma diminuição da hidratação corporal traduz-se num aumento desse comprimento, sendo que a migração lateral do vetor reflete uma diminuição ou aumento da massa dielétrica (membranas e interfaces tecidulares) dos tecidos moles. Para além disso, alterações na posição e comprimento do vetor, em resposta a um processo fisiológico, uma doença ou uma intervenção, indicam modificações no estado de hidratação[37].

O estado de hidratação é uma função da distribuição da TBW entre os espaços extracelular e intracelular. Os componentes corporais extracelulares, como o volume plasmático e outros fluídos extracelulares, estão incluídos na massa corporal magra, cujo coeficiente padrão de hidratação varia entre 69 e 73%. No entanto, o compartimento extracelular pode incluir acumulação de ECW associada a processos patológicos tais como insuficiência cardíaca congestiva aguda, queimaduras graves, podendo provocar o aumento do volume até 100% em relação ao estado anterior à doença, ocorrendo uma alteração crítica na razão ECW/ICW. Clinicamente, a sobrecarga hídrica é identificada como uma expansão do fluído

extracelular, incluindo tanto o fluído intersticial, como o plasma. Na UCI a terapêutica com fluídos intravenosos é um dos pilares fundamentais no tratamento destes doentes, como tal uma vasta literatura demonstra claramente que a sobrecarga hídrica está associada a desfechos adversos relevantes, como o aumento da duração da ventilação mecânica e da permanência em UCI, lesão renal aguda, maior incidência de complicações infeciosas pós-operatórias e hipertensão intra-abdominal, além de um aumento do risco de mortalidade até 70%[37, 39, 40].

Desta forma, a avaliação de volume é um elemento fundamental na correta gestão do doente crítico, no entanto, apesar da sua importância, a avaliação do estado de hidratação em doentes críticos é um desafio, dificultada pela baixa precisão dos sinais clínicos e das técnicas instrumentais utilizadas para avaliar a TBW. O registo da entrada e saída de fluídos (avaliação dos balanços hídricos diários), embora amplamente utilizado em contexto de UCI, revela baixa sensibilidade e é frequentemente realizado de forma imprecisa. De igual modo, a presença de sinais clínicos, como edema periférico ou pulmonar, constitui um indicador tardio, uma vez que pode existir uma acumulação significativa de fluídos antes do aparecimento de edema. A avaliação frequente do peso corporal também se mostra inadequada, pois exige balanças integradas na cama e pode ser influenciada pela perda de massa muscular ou de gordura, mascarando assim o ganho de fluídos. Outras técnicas, como exames radiológicos, índices de oxigenação, pressão intra-abdominal, ecografia pulmonar e ecocardiografia, apresentam igualmente limitações[4, 37, 39-41].

Por outro lado, as equações derivadas da BIA, validadas em populações saudáveis, produzem estimativas enviesadas dos volumes dos compartimentos em doentes com sobrecarga hídrica ou desidratação, dado que dependem de pressupostos de

peso e composição corporal normais. Além disso, devido à forma da curva pressão-volume do fluído intersticial, o edema só se torna clinicamente detetável quando o volume intersticial aumenta cerca de 30% (4 a 5 litros) acima do normal. A literatura também não fornece valores de corte que permitam utilizar medições de BIA à cabeceira do doente para identificar o estado hídrico individual, quer em situações de sobrecarga antes do aparecimento de edema, quer em casos de desidratação antes do surgimento de sinais clínicos. Infelizmente, até à data, não existe um método ideal disponível em doentes de UCI para avaliar e monitorizar o estado de hidratação, o que faz com que a tomada de decisão clínica seja pouco orientada por dados precisos provenientes do acompanhamento clínico e instrumental. No entanto, ambos os componentes do vetor de Z, R e Xc quando analisados separadamente, apresentam forte correlação com o balanço hídrico em doentes cardíacos após cirurgia e durante a reidratação de doentes com cólera[37, 38].

Face a estas limitações, a utilização da BIVA tem ganho destaque como ferramenta para avaliar o estado de hidratação e estado nutricional em doentes com síndrome do intestino curto, COVID-19, em hemodiálise ou diálise peritoneal, com cancro avançado, insuficiência cardíaca aguda, cirrose hepática e obesos com peso estável ou variável, sendo a sua precisão sustentada pela elevada correlação com a avaliação da TBW obtida através da técnica de diluição com deutério, tendo a sua utilização sido validada em indivíduos saudáveis, bem como em doentes em hemodiálise e diálise peritoneal de manutenção. Para além disso, esta reflete o estado nutricional e hemodinâmico, parecendo estar também associada à mortalidade. Em suma, este parâmetro surge como um método promissor para avaliar o estado de hidratação em doentes críticos, sobretudo considerando que a

sobrecarga hídrica tem sido associada a piores desfechos nesta população, devendo, por isso, ser considerada como método de avaliação e monitorização [4, 5, 17, 31, 34, 41].

Assim, perante a escassez de evidência científica nesta área, torna-se pertinente aprofundar o conhecimento sobre a utilidade do AF e da BIVA na prática clínica em UCI, propósito que o presente estudo se propõe a alcançar.

2. Objetivos



2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral do presente trabalho é:

- Investigar a associação entre o Ângulo de Fase e a Análise Vetorial de Impedância Bioelétrica com o Prognóstico e Estado Nutricional do Doente Crítico.

2.2. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

- Avaliar a relação do AF com a mortalidade a 60 dias; tempo de internamento hospitalar; tempo de internamento na UCI; tempo de ventilação mecânica; reinternamento aos 60 dias; risco nutricional e malnutrição.
- Avaliar a relação da BIVA com a mortalidade a 60 dias; tempo de internamento hospitalar; tempo de internamento na UCI; tempo de ventilação mecânica; reinternamento aos 60 dias; risco nutricional e malnutrição.

3. Material e Métodos



3.1. Desenho do estudo

O presente estudo é um estudo observacional, descritivo prospetivo, não randomizado, desenvolvido no Serviço de Medicina Intensiva do Hospital de Bragança da Unidade Local de Saúde do Nordeste, E.P.E. (ULS Nordeste).

Este serviço encontra-se em funcionamento no piso 0 deste hospital e dispõe de dezoito camas, assim como equipamento de elevada qualidade e tecnologia avançada, capaz de assegurar o tratamento e a vigilância do doente conforme as suas necessidades específicas.

3.2. Amostra

A amostra de conveniência avaliada foi composta por doentes internados no Serviço de Medicina Intensiva da Unidade Hospitalar de Bragança.

A amostra foi selecionada de acordo com os seguintes critérios de inclusão: indivíduos internados, inicialmente no Serviço de Medicina Intensiva, com idade igual ou superior a 18 anos e com tempo de internamento previsto superior a 6 dias.

Foram critérios de exclusão, não poderem ser submetidos à realização da medição da BIA pela presença de pacemakers ou desfibrilhadores implantáveis.

Foram avaliados 63 utentes, dos quais 8 não reuniam todos os critérios de inclusão e 6 recusaram-se a participar. Deste modo, a amostra final foi constituída por 49 participantes.

3.3. Questões ético-legais

O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética da ULS Nordeste. E.P.E. (Anexo A). Todos os participantes ou familiares/representantes legais receberam informação detalhada, por escrito, acerca dos objetivos e procedimentos do estudo (Anexo B), tendo posteriormente assinado o consentimento informado, livre e esclarecido

(Anexo C), em conformidade com os princípios éticos estabelecidos pela Declaração de Helsínquia da Associação Médica Mundial, sendo garantidas a proteção e a confidencialidade das informações recolhidas.

3.4. Recolha de dados

A recolha de dados decorreu entre 18 de Dezembro de 2025 e 26 de Fevereiro de 2026. Todas as medições foram realizadas por um único nutricionista, no prazo de 72 horas após a admissão na UCI.

Deste modo, através da consulta do processo clínico do doente, assim como pela aplicação de questionários e da realização de avaliações antropométricas e da composição corporal, foram recolhidos dados demográficos, antropométricos, bioquímicos e foi ainda realizada a avaliação do risco e do estado nutricional.

Assim, do processo clínico de cada doente foram recolhidos dados demográficos, incluindo idade e sexo, bem como informações relativas à história clínica e às comorbilidades preexistentes. Foram ainda recolhidos dados sobre o tempo do internamento, a duração da ventilação mecânica, a ocorrência de reinternamentos e a mortalidade aos 60 dias.

Relativamente aos dados antropométricos, foram recolhidos dados relativos ao peso e estatura. Na maioria dos doentes, estes dados foram obtidos através da consulta do processo clínico; contudo, na ausência desta informação, procedeu-se à medição do perímetro braquial, perímetro geminal, comprimento ulnar, altura do joelho com posterior aplicação de equações preditivas. Estas medições foram efetuadas com recurso a uma fita métrica maleável extensível, com resolução de 0,1cm. Na ausência destes dados, o cálculo indireto da estatura foi realizado através do comprimento ulnar (cm), medida alternativa sugerida pelo MUST[42] (Anexo G). Relativamente ao peso, a estimativa do mesmo foi realizada

recorrendo a equação de *Chumlea WC et al*. (1998) considerando sexo, idade, raça e tendo por base a altura do joelho e perímetro braquial[43].

Posteriormente, foi calculado o IMC e os doentes foram classificados de acordo com os pontos de corte da OMS [44]. Adicionalmente, foram igualmente recolhidos parâmetros bioquímicos relevantes para a caracterização clínica da amostra.

A avaliação do risco nutricional foi realizada através da aplicação do questionário NRS 2002 (Anexo D). Esta ferramenta é constituída por dois grupos de perguntas, em que o primeiro se refere à deterioração do estado nutricional e inclui parâmetros como: perda de peso não intencional recente, redução da ingestão alimentar e o valor do IMC (kg/m^2); o segundo grupo diz respeito à gravidade da doença e compreende uma escala de gravidade da doença: ausente, ligeira, moderada ou grave. Se a idade for igual ou superior a 70 anos, adiciona-se mais um ponto à pontuação final. Considerou-se existir risco nutricional quando a pontuação final foi superior ou igual a 3 pontos[45].

Relativamente à avaliação do estado nutricional, esta foi realizada a partir da análise dos dados antropométricos obtidos e da aplicação do questionário *Patient-Generated Subjective Global Assessment* (PG-SGA)[46, 47] (Anexo E). Este instrumento integra questões relativas ao peso corporal, incluindo o peso autorreportado referente a um e/ou seis meses anteriores, permitindo o cálculo da percentagem de perda de peso, de acordo com a seguinte fórmula: 100 × (peso anterior − peso atual) / peso anterior. Para além disso, tem em consideração a variação do peso nas duas semanas precedentes, alterações na ingestão alimentar no último mês, a presença de sintomas com impacto alimentar e nutricional nas duas semanas anteriores, bem como a avaliação da atividade e da capacidade funcional do doente ao longo do último mês. Embora o questionário tenha sido

concebido para autopreenchimento pelo doente, no presente estudo a sua aplicação foi realizada pela investigadora principal, que colocou as perguntas aos doentes e acompanhantes, recolheu dados dos registos clínicos e procedeu ao registo das respostas, com o objetivo de otimizar o processo de recolha de dados e reduzir o tempo de aplicação. O resultado final deste questionário é obtido através das somas das pontuações dos diferentes itens, permitindo a classificação do estado nutricional em três categorias: (A) bem nutrido, (B) moderadamente desnutrido ou em risco de desnutrição e (C) gravemente desnutrido.

Além da aplicação do PG-SGA, a desnutrição foi definida de acordo com os critérios GLIM[48]. Deste modo, foram avaliados cinco critérios. Relativamente aos critérios fenotípicos, foram considerados a perda de peso não intencional; IMC e redução da massa muscular cuja avaliação foi operacionalizada através da avaliação da força de preensão da mão (FPM) e do perímetro geminal, de acordo com o protocolo adotado no presente estudo.

Quanto aos critérios etiológicos foi avaliada a redução da ingestão alimentar. Considerou-se que o doente apresentava este critério quando verificava pelo menos um dos seguintes indicadores: ingestão alimentar inferior ou igual a 50% das necessidades energéticas durante as últimas 1 a 2 semanas; ingestão reduzida por um período superior a duas semanas; ou presença de sintomas gastrointestinais, nomeadamente vómitos ou diarreia, suscetíveis de comprometer a ingestão ou absorção dos nutrientes.

A presença de inflamação/ gravidade da doença foi definida pela existência de diagnósticos clínicos associados a situações de doença aguda, como sépsis, trauma ou cirurgia abdominal major, bem como de doença crónica, incluindo doença pulmonar obstrutiva crónica, doença cardíaca congestiva ou DRC registados no

processo clínico eletrónico dos doentes. A classificação dos doentes como desnutridos exigiu a presença simultânea de, pelo menos, um critério etiológico e um critério fenotípico.

Para efeitos de operacionalização da gravidade da desnutrição, foi utilizada uma pontuação fenotípica desenvolvida especificamente para este estudo, baseada nos critérios apresentados no instrumento incluído no Anexo F. Cada critério fenotípico recebeu uma pontuação de acordo com os respetivos pontos de corte: a perda de peso foi pontuada segundo a magnitude e o período em que ocorreu; o IMC foi classificado de acordo com valores de referência distintos para indivíduos com idade inferior ou superior/igual a 70 anos; e a redução da massa muscular foi determinada pela FPM e pelo perímetro geminal, sendo atribuída pontuação sempre que pelo menos um dos indicadores se encontrava abaixo dos valores de normalidade. A soma das pontuações atribuídas aos três critérios resultou numa pontuação fenotípica total, utilizada para classificar a gravidade da desnutrição, considerando-se desnutrição grave quando a pontuação era superior a três e desnutrição moderada quando a pontuação era igual ou inferior a três. Esta abordagem permitiu uniformizar a avaliação fenotípica e garantir consistência na classificação da gravidade da desnutrição ao longo do estudo.

Adicionalmente, foi analisada a viabilidade da aplicação dos critérios GLIM e da classificação da gravidade da desnutrição, tendo em consideração o número de doentes para os quais cada critério foi efetivamente avaliado. Deste modo, a avaliação dos cinco critérios não foi considerada obrigatória para o estabelecimento do diagnóstico. Sempre que possível, todos os critérios foram analisados; contudo, quando um ou mais critérios não podiam ser avaliados, mas

se verificava a presença confirmada de pelo menos um critério fenotípico e um critério etiológico, o diagnóstico de desnutrição era atribuído.

A presença de sarcopenia foi avaliada de acordo com os critérios do *European Working Group on Sarcopenia in Older People 2* (EWGSOP2)[49]. A força muscular foi determinada através da avaliação da FPM, recorrendo a um dinamómetro manual, considerando-se baixa força muscular valores inferiores a 27 kg nos homens e inferiores a 16 kg nas mulheres. A massa muscular foi avaliada por BIA, utilizando o equipamento *InBody*® S10. Considerou-se existir baixa massa muscular quando a massa muscular apendicular (ASM) era inferior a 20 kg nos homens ou inferior a 15 kg nas mulheres, ou quando o índice de massa muscular apendicular ajustado à estatura (ASM/estatura^2) era inferior a 7,0 kg/m^2 nos homens e a 5,5 kg/m^2 nas mulheres (Anexo G). O diagnóstico de sarcopenia foi estabelecido pela presença simultânea de baixa força muscular e baixa massa muscular[20, 49].

A medição da BIA foi efetuada com o aparelho *InBody® S10* portátil, multifrequência, com oito elétrodos de contacto. De acordo com os procedimentos internacionalmente padronizados para a realização da técnica, foram utilizados oito elétrodos adesivos descartáveis, colocados sobre a pele previamente desinfetada e seca.

Os elétrodos foram posicionados em locais anatómicos específicos: nas mãos, um elétrodo proximal foi colocado na superfície dorsal de cada pulso e um elétrodo distal na superfície dorsal do terceiro metacarpo de cada mão; nos membros inferiores, um elétrodo proximal foi colocado na superfície anterior de cada tornozelo, entre as proeminências ósseas, e um elétrodo distal na superfície dorsal do terceiro metatarso correspondente[50].

As medições foram obtidas com o doente em decúbito dorsal e com os membros superiores afastados do tronco e os membros inferiores separados, sendo que esta avaliação não excedeu os cinco minutos. Deste modo, foram obtidos diretamente valores de AF corporal total. No entanto, o aparelho *InBody® S10* não fornece diretamente o valor total de Xc e de R. Sendo assim, os valores de R e Xc do corpo inteiro foram obtidos através da soma dos valores segmentares do braço direito, tronco e membro inferior direito à frequência de 50 kHz. A Z foi calculada pela relação vetorial entre R e Xc e, posteriormente, normalizada para a estatura[37, 50, 51].

A BIVA foi realizada através da representação gráfica dos valores de R e Xc ajustados para a estatura (R/H e Xc/H). A normalização pela estatura permite corrigir o efeito do comprimento do condutor elétrico representado pelo corpo humano, proporcionando uma avaliação qualitativa dos tecidos moles independente da dimensão corporal. A posição e o comprimento do vetor obtido fornecem informação relevante sobre o estado de hidratação, a BCM e a integridade celular. Um deslocamento lateral do vetor, associado a valores reduzidos ou elevados de Xc, indica, respetivamente, uma diminuição ou um aumento da massa dielétrica dos tecidos moles, nomeadamente das membranas celulares e das interfaces tecidulares. Por sua vez, o comprimento do vetor reflete o estado de hidratação, variando desde situações de sobrecarga hídrica, caracterizadas por uma diminuição da R e por vetores mais curtos, até estados de desidratação, associados a um aumento da R e a vetores mais longos[38]. Adicionalmente, os vetores de Z foram representados no plano R/Xc, utilizando como referência as elipses de tolerância de 50%, 75% e 95%, descritas por Piccoli et al. [52]. Para a comparação entre grupos foram representadas as respetivas

elipses de confiança dos vetores médios, sendo a sua diferença avaliada através do teste multivariado Two-samples Hotelling T^2, sendo igualmente calculado o tamanho do efeito.

3.5. Análise Estatística

O tratamento estatístico dos dados do trabalho de investigação foi realizado utilizando o programa IBM SPSS® versão 31.0 para macOS.

A normalidade das variáveis contínuas foi avaliada pelos critérios da assimetria e curtose. Caracterizou-se a amostra recorrendo a medidas de estatística descritiva, nomeadamente, a média e/ou mediana, desvio-padrão (dp) e percentis (P25 e P75) para variáveis cardinais e a frequência absoluta e relativa quando as variáveis eram categóricas.

A comparação entre dois grupos independentes, uma vez que a distribuição não foi normal, foi efetuada através do teste de Mann–Whitney. Quando a comparação envolveu três grupos independentes, recorreu-se ao teste de Kruskal–Wallis.

A associação entre pares de variáveis com distribuição não normal foi avaliada através do coeficiente de correlação de Spearman (r_s).

A associação entre o ângulo de fase e a mortalidade aos 60 dias foi avaliada através de um modelo de regressão de Cox, sendo estimados os hazard ratios (HR) e os respetivos intervalos de confiança a 95%. A capacidade discriminativa do AF para predizer a mortalidade aos 60 dias foi avaliada através da análise da curva ROC, tendo o ponto de corte ótimo sido determinado pelo índice de Youden. Adicionalmente, a probabilidade de sobrevivência aos 60 dias foi estimada pelo método de Kaplan–Meier.

A comparação multivariada dos vetores médios de BIA (R/H e Xc/H) entre grupos independentes foi realizada através do teste Two-samples Hotelling T^2.

Considerou-se um nível de confiança de 95%, pelo que a hipótese nula foi rejeitada quando o nível de significância (p) foi inferior a 0,05.

4. Resultados



4.1. Caracterização inicial da amostra

A amostra foi constituída por 49 doentes (77% dos potenciais participantes), dos quais 25 (51,0%) eram do sexo feminino e os restantes 24 (49,0%) eram do sexo masculino. A Figura 1 apresenta o fluxograma de seleção dos participantes do estudo. A média de idades foi de 70,65 anos (dp= 12,43) apresentando idades compreendidas entre os 21 e 88 anos. A etiologia séptica foi o principal motivo de admissão na UCI (36,7%), seguida da etiologia pulmonar (30,6%).

As características gerais da amostra encontram-se apresentadas na tabela 1.

Figura 1-Fluxograma dos participantes do estudo.

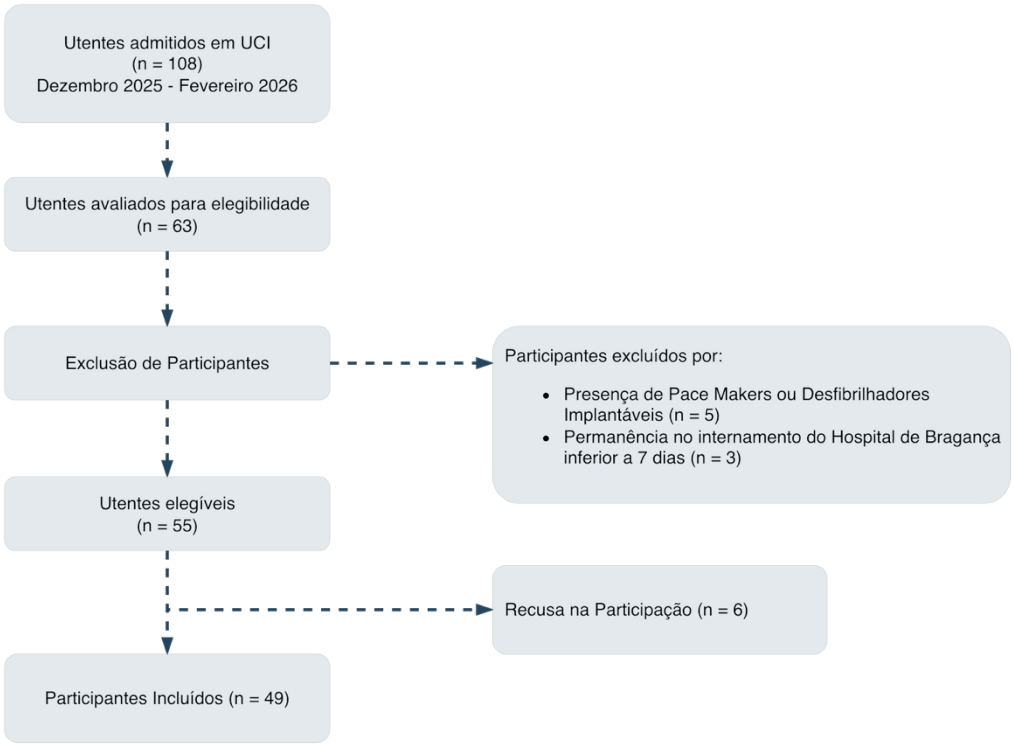


Tabela 1- Caracterização inicial da amostra.

	Total ***N*= 49**
Género, n (%)	
Feminino	25 (51)
Masculino	24 (49)
Idade (anos), média (dp)	70,65 (12,43)
Motivo de admissão, n (%)	
Séptico	18 (36,7)
Pulmonar	15 (30,6)
Outros	5 (10,2)

Abdominal	4 (8,2)
Cardíaco	3 (6,1)
Traumatologia	2 (4,1)
Neurológico	2 (4,1)
Comorbilidades, n (%)	
Hipertensão (HTA)	28 (57,1)
Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2)	15 (30,6)
DRC	9 (18,4)
IMC, média (dp)	27,5 (6,1)
Tempo de Internamento (dias), mediana (P25; P75)	27,0 (15,0; 48,5)
Tempo de Internamento em UCI (dias), mediana (P25; P75)	12,0 (8,0; 18,5)
Tempo de Ventilação Mecânica (dias), mediana (P25; P75)	6,0 (1,5; 13,0)
Óbito, n (%)	12 (24,5)

4.2. Caracterização do Estado Nutricional da amostra

Segundo a classificação de IMC da OMS [53] podemos observar na tabela 2, que os doentes do sexo masculino têm uma distribuição superior nas categorias baixo peso, normoponderal e obesidade grau 1 e 2. Por outro lado, o sexo feminino apresenta maior distribuição, em comparação ao sexo masculino, nas categorias de excesso de peso e obesidade grau 3. Contudo, não se observaram diferenças estatisticamente significativas entre o género e as categorias de IMC, sugerindo independência entre estas variáveis na amostra.

Tabela 2- Caracterização do estado nutricional através do IMC.

IMC (Kg/m²)	Total da amostra (n=49)	Sexo feminino	Sexo masculino	p*
	n (%)	n (%)	n (%)	
Baixo Peso [<18,5]	3 (6,1)	0 (0,0)	3 (12,5)	
Normoponderal [18,5-25,0[	13 (26,5)	5 (20,0)	8 (33,3)	
Excesso de Peso [25,0 -30,0[	21 (42,9)	13 (52,0)	8 (33,3)	0,144
Obesidade Grau 1 [30,0-35,0[	8 (16,3)	4 (16,0)	4 (16,7)	
Obesidade Grau 2 [35,0- 40,0[	2 (4,1)	1 (4,00)	1 (4,20)	
Obesidade Grau 3 ≥ 40,0	2 (4,1)	2 (8,00)	0 (0,00)	

**Teste Mann-Whitney*

O rastreio nutricional realizado através da ferramenta NRS 2002, demonstrou que a totalidade da amostra apresentava risco nutricional. Em relação à classificação do estado nutricional, segundo o questionário PG-SGA, observou-se na tabela 3

que a maioria da amostra, 44 doentes (89,8%) encontravam-se moderadamente desnutridos, 3 (6,1%) foram classificados como gravemente desnutridos e apenas 2 (4,1%) estavam bem nutridos. Adicionalmente, foram ainda aplicados os critérios GLIM, sendo que 81,6% dos participantes apresentavam desnutrição e 18,4% bom estado nutricional. Relativamente à gravidade da desnutrição, 63,3% foram classificados com desnutrição moderada e 18,4% desnutrição grave. Quanto à presença de sarcopenia, ao longo do período de internamento 14,9% dos doentes apresentavam sarcopenia e os restantes 85,1% foram classificados como sem sarcopenia.

Tabela 3- Caracterização do estado nutricional da amostra, de acordo com os critérios NRS 2002, PG-SGA e GLIM.

	Total da amostra (n=49) n (%)
NRS-2002	
Com Risco Nutricional	49 (100)
Sem Risco Nutricional	0 (0)
PG-SGA	
A- Bem nutrido	2 (4,1)
B- Moderadamente desnutrido	44 (89,8)
C- Gravemente desnutrido	3 (6,1)
GLIM	
Bom Estado Nutricional	9 (18,4)
Desnutrido	40 (81,6)
GLIM Gravidade da desnutrição (n=40)	
Desnutrição moderada	31 (77,5)
Desnutrição grave	9 (22,5)
Sarcopenia	
Com Sarcopenia	7 (14,9)
Sem Sarcopenia	40 (85,1)

4.3. Caracterização da Impedância Bioelétrica

Os parâmetros de BIA da amostra são apresentados na Tabela 4. A mediana do AF foi de 3,70° (P25–P75: 3,10; 4,15). A mediana da Xc/H foi de 14,1 Ω/m (P25–P75: 11,73; 20,27), a mediana da R/H foi de 218,7 Ω/m (P25–P75: 190,81; 306,48), enquanto a mediana da Z/H foi de 219,4 Ω/m (P25–P75: 191,3; 307,1).

Tabela 4- Caracterização dos parâmetros de bioimpedância da amostra.

	Mediana (P25-P75)
Ângulo de Fase (º)	3,70 (3,10; 4,15)
Xc/H (Ω/m)	14,1 (11,7; 20,3)
R/H (Ω/m)	218,7 (190,8; 306,5)
Z/H (Ω/m)	219,4 (191,3; 307,1)

4.4. Associação entre o Ângulo de Fase e o Prognóstico Clínico

4.4.1. Associação entre a Mortalidade e o Reinternamento aos 60 dias com o Ângulo de Fase

Os doentes que faleceram até aos 60 dias apresentaram valores de AF significativamente inferiores aos dos sobreviventes (3,05º vs. 3,80º, p=0,006). Em contrapartida, não se observaram diferenças estatisticamente significativas no AF entre os reinternados e os não reinternados aos 60 dias (3,70º vs 3,70º, p=0,587), como apresentado na tabela 5.

Tabela 5- Associação do Ângulo de Fase e o prognóstico aos 60 dias.

Prognóstico	**Grupo**	**Ângulo de Fase (º) Mediana (P25; P75)**	***p****
Mortalidade aos 60 dias	Não Sobreviventes (n= 12)	3,05 (2,43; 3,78)	**0,006**
	Sobreviventes (n= 37)	3,80 (3,30; 4,45)	
Reinternamento aos 60 dias	Reinternados (n=3)	3,70**	0,587
	Não Reinternados (n=46)	3,70 (3,10; 4,20)	

**Teste Mann-Whitney*
***No grupo dos Reinternados, devido ao reduzido número de participantes, apresenta-se apenas a mediana.*

4.4.2. Associação entre o Ângulo de Fase e o risco de mortalidade aos 60 dias

Com o objetivo de quantificar a associação entre o AF e a mortalidade aos 60 dias, foi realizada uma análise de regressão de Cox. Verificou-se que valores mais elevados de AF se associaram a menor risco de mortalidade aos 60 dias (HR=0,377; IC95%: 0,195; 0,728; p=0,004). Especificamente, por cada aumento de 1º no AF observou-se uma redução de 62,3% no risco de morte.

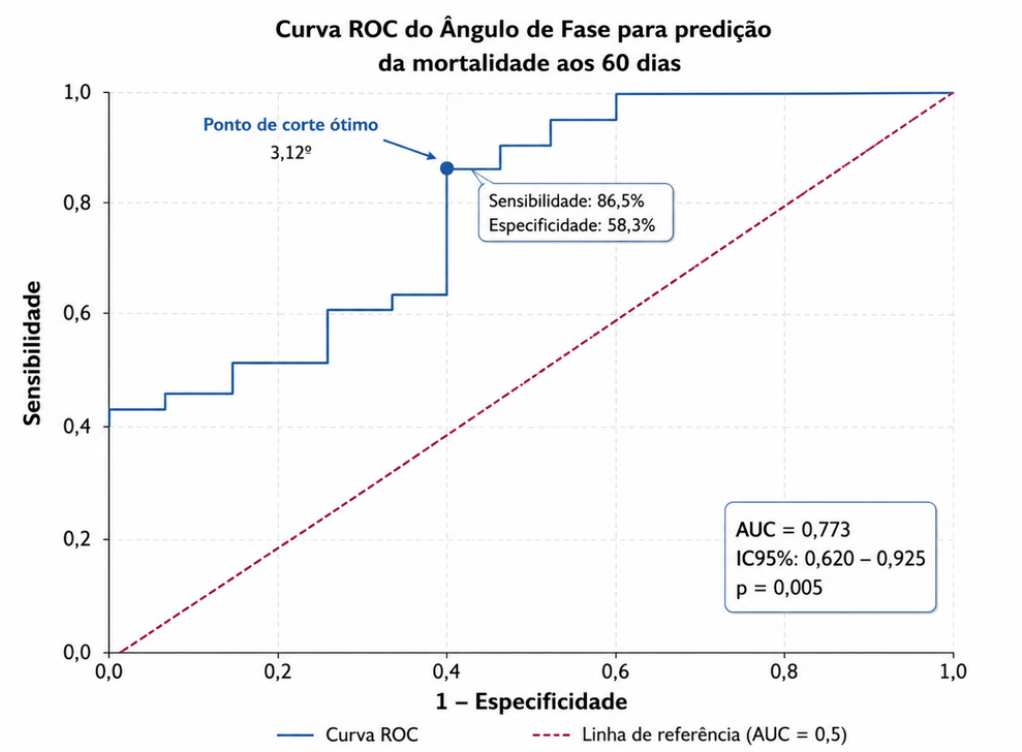
Tabela 6- Associação entre o Ângulo de Fase e a mortalidade aos 60 dias: Regressão de Cox.

Variável	HR	IC95%	*p*
Ângulo de Fase (º)	0,377	0,195 ; 0,728	0,004

4.4.3. Capacidade discriminativa do Ângulo de Fase na predição da mortalidade aos 60 dias

A curva ROC demonstrou que o AF apresentou boa capacidade discriminativa para predizer a mortalidade aos 60 dias (AUC=0,773; IC95%: 0,620; 0,925; p=0,005). O ponto de corte ótimo, determinado pelo índice de Youden, foi de 3,12°, apresentando sensibilidade de 86,5% e especificidade de 58,3%. Os participantes foram posteriormente classificados em dois grupos (AF <3,12° e AF ≥3,12°) para a análise de sobrevivência de Kaplan–Meier.

Figura 2-Curva ROC do ângulo de fase para predição da mortalidade aos 60 dias.

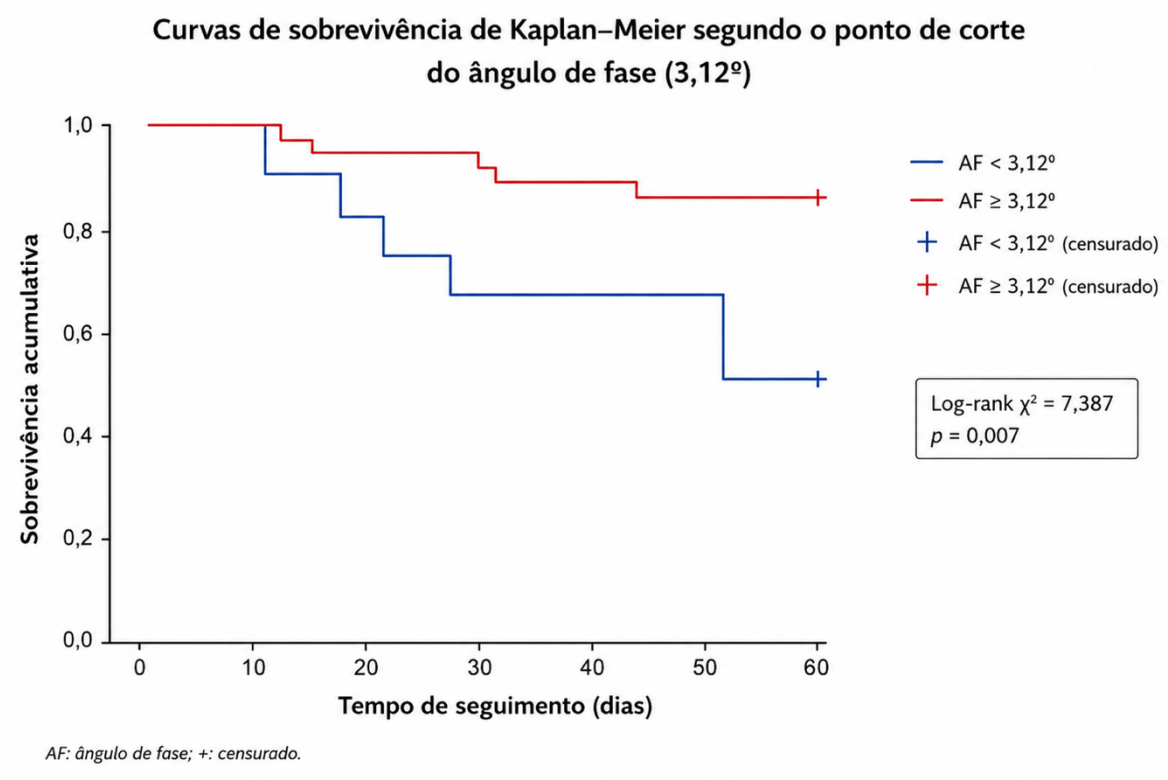


AUC: área sob a curva; IC95%: intervalo de confiança de 95%.
Ponto de corte ótimo determinado pelo índice de Youden.

4.4.4. Análise da Sobrevivência segundo o ponto de corte do Ângulo de Fase

A análise de Kaplan-Meier demonstrou diferenças estatisticamente significativas na sobrevivência aos 60 dias entre os grupos definidos pelo ponto de corte de 3,12º (Log-rank x^2=7,387; p=0,007). Os participantes com AF inferior a 3,12º apresentaram menor probabilidade de sobrevivência durante o período de seguimento.

Figura 3-Curvas de sobrevivência de Kaplan-Meier segundo o ponto de corte de 3,12º do ângulo de fase.



AF: ângulo de fase; +: censurado.

4.4.5. Correlação entre o Ângulo de Fase e o Tempo de Internamento e dos Cuidados Intensivos

De acordo com a tabela 7, observou-se que não existe uma correlação estatisticamente significativa entre o AF e o tempo de internamento hospitalar (r_s= -0,008; p=0,954), tempo de internamento em UCI (r_s= -0,083; p=0,571) ou com o tempo de ventilação mecânica (r_s= -0,215; p=0,139). Embora sem significância

estatística, todas as correlações apresentaram direção negativa, sugerindo que valores mais elevados de AF tendem a associar-se a menores tempos de internamento e de ventilação mecânica.

Tabela 7- Correlação entre o Ângulo de Fase e a duração do internamento e dos cuidados intensivos.

Variável	Coeficiente de Correlação (r_s)*	*p*
Tempo de internamento hospitalar (dias)	-0,008	0,954
Tempo de internamento em UCI (dias)	-0,083	0,571
Tempo de ventilação mecânica (dias)	-0,215	0,139

*Correlação de Spearman

4.5. Associação entre o Ângulo de Fase e o Estado Nutricional

Como referido anteriormente a aplicação da ferramenta de rastreio nutricional, NRS 2002 demonstrou que todos os doentes apresentavam risco nutricional, pelo que não foi possível comparar o ângulo de fase entre doentes com e sem risco nutricional.

Relativamente ao questionário de avaliação nutricional PG-SGA, observou-se na tabela 8 que não se verificaram diferenças estatisticamente significativas no AF entre os diferentes grupos (p= 0,122*)*. De igual modo, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre os doentes com e sem desnutrição de acordo com os critérios GLIM [3,6° (3,0; 4,0) vs. 3,7° (3,4; 5,2); p = 0,130].

Tabela 8- Associação entre o Ângulo de Fase e o estado nutricional avaliado pelo PG-SGA e pelos critérios GLIM.

Avaliação nutricional	Grupo	n	Ângulo de Fase (º) Mediana (P25; P75)	*p*
PG-SGA	Bem nutridos (A)	2	4,75**	0,122†
	Moderadamente desnutridos (B)	44	3,70 (3,13; 4,00)	
	Gravemente desnutridos (C)	3	3,10**	
Critérios GLIM	Sem desnutrição	9	3,70 (3,40; 5,20)	0,130*
	Com desnutrição	40	3,60 (3,03; 4,00)	

† Teste Kruskal-Wallis
**Teste Mann-Whitney*
***Nos grupos do PG-SGA: Bem nutrido e Gravemente desnutrido, devido ao reduzido número de participantes, apresenta-se apenas a mediana.*

4.6. Associação entre o BIVA e o Prognóstico Clínico

A avaliação do BIVA foi realizada através da análise dos parâmetros R, Xc, R/H e Xc/H, complementada pela representação gráfica dos vetores de Z.

4.6.1. Associação entre a Mortalidade e o Reinternamento aos 60 dias com os parâmetros do BIVA

A Tabela 9 apresenta a comparação dos parâmetros de BIVA entre os doentes sobreviventes e não sobreviventes aos 60 dias. A comparação entre sobreviventes e não sobreviventes não revelou diferenças estatisticamente significativas para nenhum dos parâmetros individuais da BIVA (p>0,05). Apesar dos sobreviventes apresentarem valores medianos superiores para a Xc e a Xc/H, estas diferenças não atingiram significância estatística. No entanto, a BIVA (Figura 4), que considerou simultaneamente R/H e Xc/H, revelou diferenças significativas entre sobreviventes e não sobreviventes.

Tabela 9- Associação entre a mortalidade com os parâmetros do BIVA.

Prognóstico	Variável	Grupo	Mediana (P25; P75)	*p**
Mortalidade aos 60 dias	**R (Ω)**	Não Sobreviventes (n=12)	366,6 (280,8; 583,1)	0,907
		Sobreviventes (n=37)	374,9 (320,2; 484,4)	
	Xc (Ω)	Não Sobreviventes	20,0 (11,8; 31,7)	0,111
		Sobreviventes	25,7 (20,0; 34,2)	
	IZ (Ω)	Não Sobreviventes	366,7 (281,2; 583,8)	0,889
		Sobreviventes	376,0 (320,7; 485,3)	
	R/H (Ω/m)	Não Sobreviventes	226,1 (181,7; 387,0)	0,963
		Sobreviventes	217,0 (194,4; 302,5)	
	Xc/H (Ω/m)	Não Sobreviventes	12,5 (7,3; 19,0)	0,109
		Sobreviventes	16,1 (11,8; 20,6)	
	Z /H(Ω/m)	Não Sobreviventes	226,2 (182,0; 337,3)	0,963
		Sobreviventes	217,6 (194,7; 303,5)	

**Teste Mann-Whitney*

A Tabela 10 apresenta a comparação dos parâmetros de BIVA entre os doentes reinternados e não reinternados aos 60 dias. Não se observaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos para a R (p = 0,381), Xc (p = 0,359), Z (p = 0,559), R/H (p = 0,559), Xc/H (p = 0,337) e Z/H (p = 0,381).

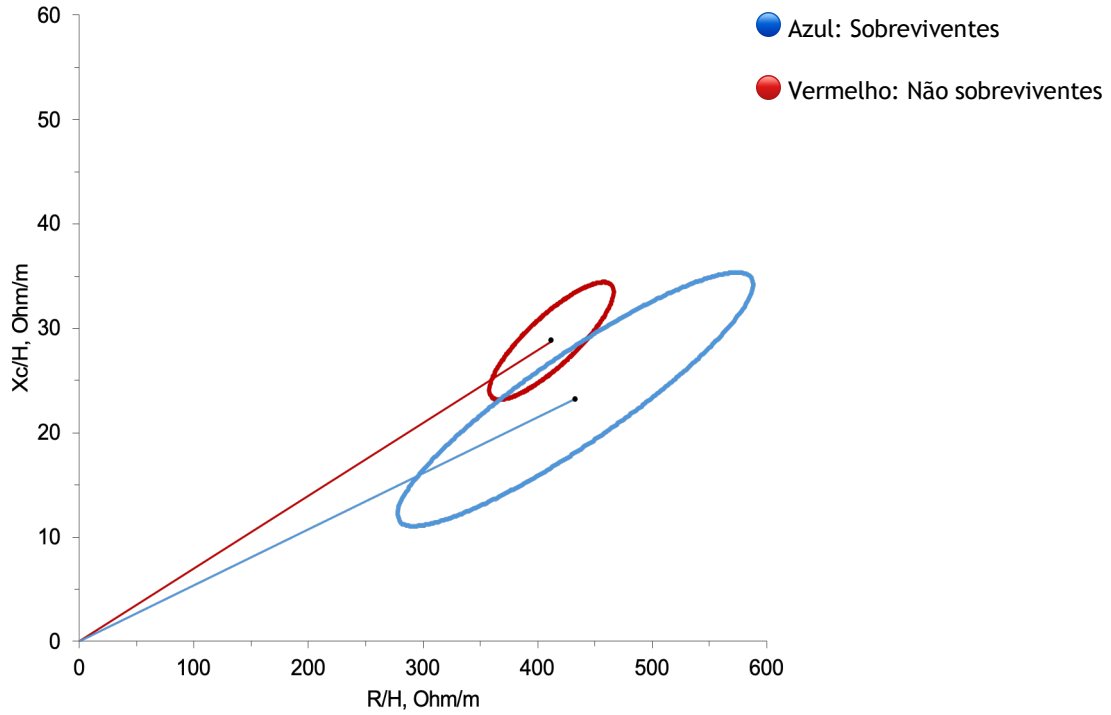
Tabela 10- Associação entre o reinternamento com os parâmetros do BIVA.

Prognóstico	Variável	Grupo	Mediana (P25; P75)	*P**
Reinternamento aos 60 dias	**R (Ω)**	Reinternados (n=3)	319,3**	0,381
		Não reinternados (n=46)	375,6 (317,4; 502,2)	
	Xc (Ω)	Reinternados	19,7**	0,359
		Não reinternados	24,9 (19,2; 34,3)	
	Z (Ω)	Reinternados	319,6**	0,559
		Não reinternados	376,5 (317,8; 503,1)	
	R/H (Ω/m)	Reinternados	215,7**	0,559
		Não reinternados	219,9 (191,0; 313,9)	
	Xc/H (Ω/m)	Reinternados	11,7**	0,337
		Não reinternados	14,4 (11,8; 20,9)	
	Z/H(Ω/m)	Reinternados	215,9**	0,381
		Não reinternados	220,3 (191,4; 314,5)	

**Teste Mann-Whitney*
***Nos grupos dos Reinternados, devido ao reduzido número de participantes, apresenta-se apenas a mediana*

A Figura 4 apresenta a BIVA entre os sobreviventes (n=37) e os não sobreviventes aos 60 dias (n=12). Verificou-se um deslocamento da elipse de confiança dos não sobreviventes (vermelho) relativamente à dos sobreviventes (azul), sugerindo diferenças no vetor médio de Z entre os grupos. Estas diferenças foram confirmadas pelo teste multivariado Two-samples Hotelling T^2, que demonstrou uma diferença estatisticamente significativa entre os vetores médios (T^2=11,5; F=5,6; p=0,006). O tamanho do efeito foi elevado (D=1,13), indicando uma diferença importante na distribuição conjunta dos parâmetros de BIA entre sobreviventes e não sobreviventes aos 60 dias.

Figura 4-Elipses de confiança dos vetores médios de BIVA dos sobreviventes e dos não sobreviventes aos 60 dias.



4.6.2. Correlação entre os Parâmetros do BIVA e o Tempo de Internamento e dos Cuidados Intensivos

A Tabela 11 apresenta a correlação entre os parâmetros do BIVA e o tempo de internamento hospitalar, o tempo de internamento em UCI e o tempo de ventilação mecânica. Verificaram-se correlações negativas fracas e estatisticamente significativas entre a R/H e o tempo de internamento hospitalar (r_s = -0,286; p = 0,047), bem como entre a R/H e o tempo de internamento em UCI (r_s = -0,285; p = 0,047). Resultados semelhantes foram observados para a Z/H, que apresentou correlações negativas fracas com o tempo de internamento hospitalar (r_s = -0,286; p = 0,047) e com o tempo de internamento em UCI (r_s = -0,285; p = 0,047). Observou-se ainda uma correlação negativa fraca entre a Xc e o tempo de ventilação mecânica (r_s = -0,299; p = 0,037).

Não foram encontradas correlações estatisticamente significativas entre os restantes parâmetros e os desfechos analisados (p > 0,05).

Tabela 11- Correlação entre a duração do internamento e dos cuidados intensivos com os parâmetros da BIVA.

Variável	Tempo de Internamento Hospitalar r_s (*p*)	Tempo de Internamento em UCI r_s (*p*)	Tempo de Ventilação Mecânica rs (*p*)
R (Ω)	-0,214 (0,139)	-0,229 (0,113)	-0,266 (0,065)
Xc (Ω)	-0,149 (0,308)	-0,200 (0,168)	-0,299 (0,037) *
Z (Ω)	-0,216 (0,137)	-0,232 (0,109)	-0,267 (0,064)
R/H (Ω/m)	-0,286 (0,047) *	-0,285 (0,047) *	-0,267 (0,063)
Xc/H (Ω/m)	-0,197 (0,175)	-0,222 (0,125)	-0,279 (0,052)
Z /H(Ω/m)	-0,286 (0,047) *	-0,285 (0,047) *	-0,267 (0,063)

P: correlação de Spearman
*Significado estatístico

4.7. Associação entre os Parâmetros do BIVA e o Estado Nutricional

A Tabela 12 apresenta a comparação dos parâmetros do BIVA entre os grupos de estado nutricional classificados pelo PG-SGA. Não se observaram diferenças estatisticamente significativas entre os participantes bem nutridos, moderadamente desnutridos e gravemente desnutridos para nenhum dos parâmetros avaliados, incluindo a R (p = 0,503), a Xc (p = 0,389), a Z (p = 0,503), a R/H (p = 0,787), a Xc/H (p = 0,448) e a Z/H (p = 0,787).

Tabela 12- Associação entre os parâmetros do BIVA e o estado nutricional avaliado pelo PG-SGA.

Avaliação nutricional	Variável	Bem nutridos (A) (n=2)	Moderadamente desnutridos (B) (n=44)	Gravemente desnutridos (C) (n=3)	$p^{\dagger}$
PG-SGA	**R (Ω)**	446,2**	364,7 (313,9; 496,0)	390,5**	0,503
	Xc (Ω)	36,8**	23,6 (19,0; 32,9)	21,0**	0,389
	Z (Ω)	447,8**	365,8 (314,6; 497,8)	390,6**	0,503
	R/H (Ω/m)	263,7**	217,8 (186,8; 302,7)	231,0**	0,787
	Xc/H (Ω/m)	21,7**	14,1 (11,7; 19,8)	11,8**	0,448
	Z/H(Ω/m)	264,6**	218,5 (187,0; 303,5)	231,1**	0,787

†Teste Kruskal-Wallis
***Nos grupos do PG-SGA: Bem nutrido e Gravemente desnutrido, devido ao reduzido número de participantes, apresenta-se apenas a mediana*

A Tabela 13 apresenta a comparação dos parâmetros de BIVA entre os doentes com bom estado nutricional e os doentes com desnutrição, de acordo com os critérios GLIM. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos para nenhum dos parâmetros avaliados (p > 0,05).

Os doentes classificados com desnutrição apresentaram valores medianos superiores de R, Z e respetivos parâmetros ajustados à estatura; contudo, estas diferenças não atingiram significância estatística (p=0,084). Também não se verificaram diferenças significativas na Xc (p = 0,816), nem na Xc/H (p = 0,718). De forma concordante, a BIVA (Figura 5), considerando simultaneamente R/H e Xc/H, não evidenciou diferenças significativas entre os grupos definidos pelos critérios GLIM.

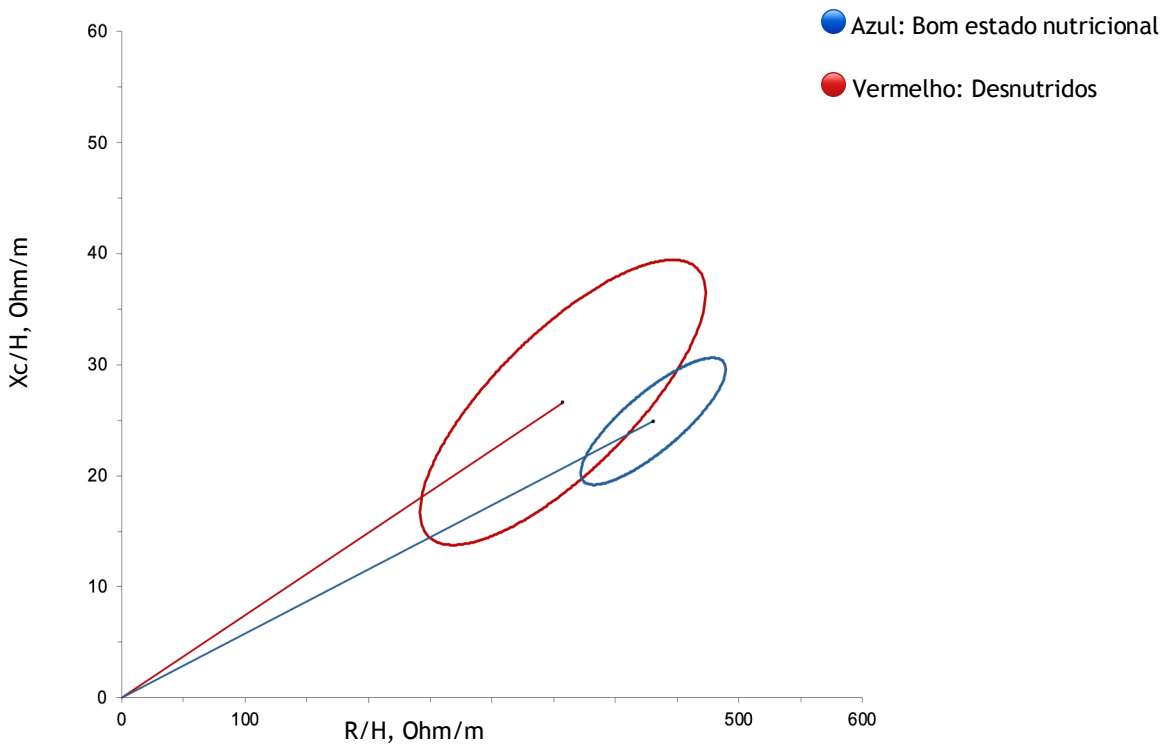
Tabela 13- Associação entre os parâmetros do BIVA e o estado nutricional avaliado pelos critérios GLIM.

Avaliação nutricional	Variável	Bom estado nutricional (n=9)	Desnutridos (n=40)	*p**
Critério GLIM	**R (Ω)**	302,5 (282,2; 437,5)	380,7 (322,2; 506,9)	0,084
	Xc (Ω)	20,3 (17,8; 38,6)	24,9 (19,4; 33,6)	0,816
	Z (Ω)	303,2 (282,8; 438,8)	381,5 (322,8; 507,6)	0,084
	R/H (Ω/m)	182,9 (179,1; 274,1)	226,1 (198,6; 321,6)	0,084
	Xc/H (Ω/m)	13,3 (10,7; 22,9)	14,4 (11,8; 20,5)	0,718
	Z /H(Ω/m)	183,2 (179,7; 274,9)	226,2 (199,0; 322,2)	0,084

**Teste Mann-Whitney*

A Figura 5 apresenta a BIVA entre os doentes com bom estado nutricional (n = 9) e os doentes com desnutrição (n = 40), de acordo com os critérios GLIM. Observa-se uma sobreposição das elipses de confiança dos dois grupos, sem evidência de um deslocamento marcado entre os vetores médios. O teste multivariado Two-samples Hotelling T^2 não demonstrou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos (T^2 = 4,8; F = 2,3; p = 0,108). Apesar de o tamanho do efeito ter sido moderado (D = 0,81), não foram identificadas diferenças significativas na distribuição conjunta dos parâmetros de BIA entre os doentes com e sem desnutrição segundo os critérios GLIM.

Figura 5-Elipses de confiança dos vetores médios de BIVA dos doentes com bom estado nutricional e dos doentes com desnutrição segundo os critérios GLIM.



5. Discussão



O presente estudo incluiu 49 doentes críticos internados em UCI, com idade média de 70,7 ± 12,4 anos, o que reflete uma população predominantemente idosa. Este resultado é consistente com a tendência demográfica que tem vindo a ser observada em contexto de UCI, em que o envelhecimento populacional conduz a um aumento progressivo do número de admissões de doentes com idade avançada e com múltiplas comorbilidades. Esta característica é concordante com a literatura, na qual a idade dos doentes críticos varia conforme o contexto clínico e os critérios de inclusão. No estudo de Rosenfeld *et al.*[14] foram incluídos doentes críticos com uma idade média de 79,9 ± 8,5 anos. De igual modo, Sanson *et al.*[37] descreveram uma população com mediana de 70 anos, apresentando ambos uma população maioritariamente idosa, semelhante ao encontrado no presente estudo, o que reforça a comparabilidade entre as amostras.

A predominância de população idosa é clinicamente relevante, uma vez que o envelhecimento está associado a maior fragilidade, multimorbilidade, redução da massa muscular e menor reserva funcional[54]. Consequentemente, estes fatores podem comprometer a resposta ao stresse metabólico da doença crítica e contribuir para maior vulnerabilidade nutricional e pior prognóstico[55]. Esta interpretação é particularmente importante no contexto do presente estudo, em que se observou elevada prevalência de risco nutricional e desnutrição.

Relativamente ao sexo, a amostra apresentou uma distribuição aproximadamente equitativa entre mulheres (51%) e homens (49%). Esta distribuição vai de encontro ao observado no estudo de Razzera *et al.*[5] no qual a amostra incluía 50,6% de mulheres, e no estudo de Rosenfeld *et al.*[14] cuja amostra foi composta por 51% de mulheres. No entanto, é necessário realçar que esta distribuição difere da apresentada em diversos estudos no doente crítico onde se observa uma maior

proporção de doentes do sexo masculino, tal como Thibault *et al.*[34] que incluiu 60% de homens e Deana *et al.*[56] que reportou 72% de participantes do sexo masculino. Deste modo, o facto de a amostra deste estudo ser maioritariamente constituída por participantes do sexo feminino permite uma análise equilibrada, opondo-se à tendência de alguns estudos que apresentam uma predominância masculina.

A prevalência da etiologia séptica (36,7%), seguida da pulmonar (30,6%), reflete o panorama epidemiológico típico da UCI. Sendo assim, esta distribuição é semelhante ao observado na literatura recente, uma vez que Al-Kalaldeh *et al.*[57] identificou a sépsis como o principal motivo de admissão, seguido da patologia pulmonar. De igual modo, esta prevalência é corroborada por Ellegård *et al.*[3] que identificou estas patologias em 71% da sua amostra.

De destacar que neste estudo optou-se por uma análise polivalente e heterogénea, integrando doentes médicos e cirúrgicos. Esta decisão é suportada pela meta-análise conduzida por Lima *et al.*[4] que verificou que a maioria dos estudos relativos à BIA no doente crítico são realizados em UCI mista. Adicionalmente, Ferreira *et al.*[17] reforça esta decisão defendendo que a avaliação conjunta é preferencial, uma vez que a divisão poderia reduzir o poder estatístico e impedir a inferência de resultados relevantes. Desta forma, a utilização da amostra polivalente no presente estudo assegura a representatividade da população crítica geral.

Quanto ao perfil de comorbilidades da amostra em estudo, esta é altamente representativa da população em cuidados intensivos, uma vez que a prevalência de HTA (57,1%) e DRC (18,4%) é similar aos achados encontrados por Samoni *et al.*, que observaram uma prevalência de 56,8% e 17,6%, respetivamente[41]. De

igual modo, a prevalência de doentes com DM2 de 30,6% aproxima-se dos 28% observados por Simón-Frapolli *et al.*[20], o que reforça o facto da amostra deste estudo possuir o elevado risco metabólico e cardiovascular característico do doente crítico.

De salientar, que a amostra estudada apresenta um perfil clínico e de *outcomes* altamente consistente com o descrito na literatura internacional. O IMC médio obtido neste estudo de 27,5 ± 6,1 Kg/m^2 vai de encontro ao IMC reportado no estudo de Cleymaet *et al.*[40] de 27,8 ± 6,9 Kg/m^2. Por outro lado, o tempo de internamento hospitalar (32,7 dias) espelha os achados de Lakenman *et al.*[2] e de García-Grimaldo *et al.*[35], ambos com uma duração média de 32 dias. Relativamente ao tempo de internamento em UCI a permanência média de 14,8 dias é comparável à descrita por da Silva Passos *et al.*[18] que apresentaram uma permanência em UCI média de 13 dias. No que respeita à ventilação mecânica, os participantes necessitaram deste suporte durante uma média de 8,8 dias, valor semelhante ao descrito por Deana *et al.*[56] que reportou uma duração média deste suporte de 7 dias. Por fim, a taxa de mortalidade (24,5%), encontra-se em conformidade com os valores descritos noutras populações de doentes críticos em unidades polivalentes, como demonstrado por Ko *et al.*[6] que verificou uma mortalidade em UCI de 25,8% e de Basso *et al.*[39] que reportou uma mortalidade de 25%. Deste modo, estes dados reforçam a comparabilidade da amostra com outras populações de doentes críticos descritas na literatura, sustentando a sua representatividade e conferindo maior robustez e potencial de generalização aos achados do presente estudo.

Na caracterização do estado nutricional da amostra, segundo a classificação de IMC da OMS, observou-se uma tendência de maior representação feminina em

categorias de excesso de peso e grau de obesidade mais elevados. Esta tendência é suportada por Ellegård *et al.*[3] que identificaram um perfil de IMC superior nas mulheres. No entanto, o facto de não se terem encontrado diferenças estatisticamente significativas entre o género e as categorias de IMC, vai de encontro aos resultados de Rosenfeld *et al.*[14] que não encontraram associações significativas entre o IMC e os resultados clínicos quando analisados por grupos.

Através da avaliação do estado nutricional foi demonstrada uma elevada prevalência de deterioração nutricional nesta população. Desta forma, todos os doentes apresentavam risco nutricional segundo o NRS 2002, enquanto através da aplicação do PG-SGA, 89,8% dos participantes foram classificados como moderadamente desnutridos e 6,1 % como gravemente desnutridos, perfazendo um total de 95,9% da amostra identificada como estando desnutrida através deste questionário. Adicionalmente, 81,6% dos participantes preenchiam os critérios de desnutrição segundo o consenso GLIM.

Sendo assim, a elevada prevalência de risco nutricional era expectável, pois o NRS 2002 integra, em sua constituição, a gravidade da doença, sendo que no doente crítico o estado catabólico acentuado desencadeia um aumento das necessidades energéticas e proteicas. No entanto, nesta população é comum a existência de desequilíbrio entre a ingestão e as necessidades nutricionais, devido a múltiplos fatores, tais como sedação, ventilação mecânica, alterações de consciência e disfunção gastrointestinal[1, 55].

Por outro lado, esta prevalência poderá ser justificada pela idade avançada da amostra em estudo. Desta forma, a maioria destes doentes apresenta risco nutricional desde o momento da sua admissão em UCI, o que vai de encontro com o descrito pelas *guidelines* da ESPEN que afirmam que todos os doentes críticos

com permanência superior a 48 horas em UCI devem ser considerados em risco nutricional[55]. Pode-se então concluir que os resultados obtidos com a aplicação do NRS 2002 são coincidentes com os do Del Giorno *et al.*[15] que demonstraram que 92% da sua amostra apresentava risco nutricional.

Relativamente à classificação de desnutrição obtida pela aplicação do PG-SGA e pelo critério GLIM, é de salientar que este estudo está de acordo com a percentagem de desnutrição em UCI reportada por outros estudos que varia entre 38% a 78%[55]. De igual modo, Simón-Frapolli *et al.*[20] observaram que 100% dos doentes foram classificados como moderadamente ou gravemente desnutridos através do questionário SGA. Para além disso, nesse estudo foi apresentada uma prevalência de desnutrição de 78,7% dos participantes após aplicação dos critérios GLIM. Sendo assim, é importante salientar que a elevada prevalência da desnutrição que tem vindo a ser apontada nos diversos estudos realizados no doente critico são a representação da interação complexa entre a inflamação, anorexia, perda de peso significativa, e consequente redução de massa magra que ocorre nesta população[1, 55].

No entanto, de acordo com a classificação de gravidade da desnutrição obtida através dos critérios GLIM, Simón-Frapolli *et al.*[20] apresentou uma distribuição distinta da apresentada neste estudo cuja predominância da desnutrição moderada foi de 77,5%. A explicação para estas diferenças observadas poderá residir na ausência de uma metodologia universalmente validada para a classificação da gravidade da desnutrição. Embora, no presente estudo, a perda de peso, o IMC e a redução da massa muscular tenham sido considerados na classificação da gravidade, diferentes pontos de corte e formas de combinação destes critérios poderão conduzir a classificações distintas e, por outro lado,

devido ao perfil antropométrico da amostra estudada que apresenta pesos basais elevados, ou sobrecarga hídrica (por exemplo, em casos de insuficiência cardíaca, renal ou hepática descompensada) característica destes doentes, e que mesmo após perdas de peso significativas o IMC não atinge os pontos de corte definidos para desnutrição grave [20, 23, 24].

Apesar da elevada prevalência de excesso de peso e obesidade identificada pelo IMC, mais de 80% dos participantes foram diagnosticados com desnutrição segundo os critérios GLIM. Este resultado confirma a limitação que tem vindo a ser identificada da utilização isolada do IMC para avaliação do estado nutricional, uma vez que a fiabilidade deste indicador na identificação da perda de massa muscular e, portanto, da desnutrição é frequentemente comprometida pela presença de sobrecarga hídrica, processos inflamatórios e pelo hipercatabolismo comum em doentes em estado crítico [19, 22]. Desta forma, a utilização dos critérios GLIM, que inclui critérios fenotípicos e etiológicos apresentam um valor prognóstico bem validado para desfechos clínicos negativos, permitindo uma identificação mais rigorosa da desnutrição[23, 24]. Estes achados, reforçam a ideia de que a avaliação nutricional do doente crítico deve integrar de forma dinâmica os diversos métodos de rastreio e diagnóstico nutricional, uma vez que cada ferramenta fornece identificação distinta e complementar permitindo a identificação precoce dos doentes com maior risco nutricional e que necessitam da implementação de uma intervenção nutricional atempada.

A sarcopenia é definida pela diminuição da massa muscular e/ou da função muscular e é frequente em doentes desnutridos internados em UCI[58]. Segundo as recomendações da ESPEN, a sarcopenia e a perda de massa muscular devem ser identificadas, uma vez que, nos doentes com obesidade, a sua presença é

frequente e constitui uma condição de desnutrição[55]. Neste estudo a presença de sarcopenia foi identificada em 14,9% da amostra, sendo semelhante ao valor obtido por Yabe *et al.*[59] que observou em 9,9% da sua amostra o desenvolvimento de fraqueza durante o internamento em UCI. No entanto, é necessária cautela na interpretação desta comparação, uma vez que a sarcopenia e a fraqueza adquirida em UCI apesar de apresentarem mecanismos fisiopatológicos de perda da massa e função muscular semelhantes, são dois conceitos distintos.

A discrepância encontrada entre a prevalência da desnutrição e a da sarcopenia pode ser discutida com base em Kanova *et al.*[27] que identificam a presença de sobrecarga hídrica como um fator que pode mascarar a identificação da perda de massa muscular quando avaliada por BIA. Para além disso, a avaliação da função muscular através da FPM apenas foi possível de ser realizada no doente que se encontrava consciente e colaborante, sendo uma limitação no primeiro momento de avaliação, uma vez que uma parte significativa da amostra se encontrava sedada ou sob ventilação mecânica invasiva. Consequentemente, a impossibilidade de identificar ou excluir a presença de sarcopenia em todos os participantes justifica o facto desta variável não ter sido incluída nas análises de associação realizadas neste estudo.

Os parâmetros da BIA da amostra sugerem alterações da distribuição de fluídos corporais e comprometimento da integridade celular. O AF apresentou uma mediana de 3,70º (3,10; 4,15)º, sendo da mesma ordem de grandeza dos valores médios reportados por Ko *et al.*[6] (3,6 ± 1.2º). Em contrapartida, comparativamente a estudos anteriores que estudaram o AF obtido por BIA, como Papanastasiou *et al.*[9] e Stapel *et al.*[8] a amostra do presente estudo apresentou valores de AF inferiores, diferença que poderá refletir um compromisso acentuado

da integridade da membrana celular e um aumento da sua permeabilidade em consequência da doença crítica[6]. Adicionalmente, a idade média mais elevada dos participantes poderá ter contribuído para valores mais baixos de AF, uma vez que o envelhecimento é acompanhado da redução da massa muscular e da diminuição da TBW que está associado, respetivamente, a uma diminuição da Xc e aumento da R, que em última instância resulta numa redução do valor de AF[28]. Relativamente ao valor de mediana da R/H e de Xc/H na presente amostra, revelaram-se inferiores aos valores de referência estabelecidos por *Piccoli et al.*[52] para indivíduos saudáveis, estando em concordância com os resultados descritos por Sanson *et al.*[37] e Kanova *et al.*[27] Deste modo, verifica-se que a redução da R está inversamente relacionada com a TBW, diminuindo à medida que aumenta o edema ou a hiperhidratação. Adicionalmente, a diminuição da Xc, acompanhada por valores de AF inferiores, corresponde a uma expansão da ECW e a um aumento significativo da razão ECW/ICW. Por outro lado, a redução dos valores de Z/H obtidos, são corroborados por Sanson *et al.*[37] uma vez que foram verificadas reduções significativas na mediana de Z/H (238,2 Ω/m), que são compatíveis com alterações do estado de hidratação.

Sendo assim, o conjunto dos parâmetros de BIA obtidos na amostra são característicos da fisiopatologia da doença crítica, sendo estas alterações responsáveis pelos valores de AF reduzidos observados neste estudo.

O principal achado do presente estudo foi a associação entre valores de AF inferiores e maior probabilidade de mortalidade aos 60 dias. Os doentes não sobreviventes da amostra, obtiveram valores de AF significativamente inferiores ao dos sobreviventes em que a mediana foi 3,05 (2,43; 3,78)° e 3,80 (3,30; 4,45)°, respetivamente. Valores semelhantes do AF foram encontrados no estudo de

Rosenfeld *et al.*[14] em que o valor médio de AF nos não sobreviventes aos 60 dias foi de 3,09º (dp=0,81) e nos sobreviventes foi de 3,77º (dp=0,84).

Na meta-análise de Lima *et al.*[4], que incluiu 4872 participantes, 12 dos 21 estudos incluídos que avaliaram a associação entre AF e a mortalidade verificaram que os sobreviventes apresentavam valores de AF mais elevados comparativamente aos doentes não sobreviventes, tendo uma diferença média de 0,75º a favor dos sobreviventes, o que coincide com as diferenças encontradas neste estudo. Num outro estudo desenvolvido por Osuna-Padilla *et al.*[22] a análise comparativa revelou que os doentes não sobreviventes apresentaram valores médios de AF significativamente inferiores aos dos sobreviventes (4,4° ± 1,0° vs. 5,4° ± 1,2°). Estes valores são superiores aos encontrados no presente estudo, podendo esta diferença estar relacionada com a idade, uma vez que neste estudo os participantes tinham em média mais 15 anos (70,7 anos; dp=12,4), do que os doentes incluídos no estudo de Osuna-Padilla *et al.*[22] (55,3 anos; dp=13,6).

A análise de regressão de Cox reforçou esta associação, demonstrando que por cada aumento de 1º no AF, o risco de morte diminuiu aproximadamente 62,3% (HR=0,377; IC95%: 0,195; 0,728; p=0,004). No entanto, a associação encontrada neste estudo deve ser interpretada com cautela, pois o modelo não foi ajustado para potenciais fatores confundidores, tais como, idade, sexo, comorbilidades ou gravidade clínica. Todavia, este resultado apresenta uma magnitude semelhante à do estudo de Osuna-Padilla *et al.*[22], anteriormente mencionado, que através da regressão logística univariada identificou uma redução de 64% no risco de mortalidade por cada aumento unitário no AF (odds ratio (OR)=0,36; p= 0,002). Semelhante Stapel *et al.*[8] verificou que a associação entre o AF e a mortalidade aos 90 dias manteve-se estatisticamente significativa após ajuste para o APACHE

IV (OR ajustado = 0,65; IC 95%: 0,44; 0,96; p = 0,031). Realçar que embora o período de seguimento tenha sido superior ao deste estudo, os autores sugerem um grande potencial deste parâmetro como preditor da mortalidade tardia, nomeadamente nos doentes com valores baixos de AF.

A boa capacidade discriminativa que o AF apresentou para predizer a mortalidade aos 60 dias (área sob a curva [AUC]=0,773; IC95%: 0,620; 0,925), encontra-se enquadrada nos resultados obtidos por Stapel *et al.*[8] que encontrou um AUC=0,70 (IC 95%: 0,59; 0,80). No doente crítico com idade superior a 60 anos, Rosenfeld *et al.*[14] observou, que o AF foi o único parâmetro que apresentou uma capacidade discriminativa aceitável para predizer a mortalidade aos 60 dias (AUC = 0,71; IC 95%: 0,61; 0,81), quando comparado com as ferramentas clássicas para avaliação do prognóstico (APACHE; SOFA; NUTRIC; NRS 2002). Deste modo, apesar da AUC obtida indicar uma boa capacidade discriminativa e se encontrar dentro do intervalo dos restantes estudos, é necessário considerar que o intervalo de confiança amplo obtido revela alguma incerteza que poderá estar associada ao reduzido tamanho amostral e número de óbitos.

O ponto de corte identificado de 3,12º encontra-se em linha com os valores de 3,29º para o sexo masculino e 3,01º para o sexo feminino determinado por Rosenfeld *et al.*[14] para a mortalidade aos 60 dias. De igual modo, no estudo de Thibault *et al.*[34], o ponto de corte descrito foi de 3,49º para a predição da mortalidade aos 28 dias. No entanto, Osuna-Padilla *et al.*[22] identificou pontos de corte mais elevados (3,85° para o sexo feminino e 5,25° para o sexo masculino). Esta variabilidade reforça a não existência de um valor universal de AF aplicável a todas as populações, uma vez que os valores vão depender da idade, sexo, gravidade clínica, da heterogeneidade das populações estudadas, do período de

seguimento, assim como do equipamento e metodologia utilizada para determinar o ponto de corte. O ponto de corte identificado apresentou uma sensibilidade de 86,5% e especificidade de 58,3%. Comparativamente, no estudo de Thibault *et al.*[34] o valor de sensibilidade obtido foi inferior (56%) e o de especificidade foi superior (74%). No estudo de Rosenfeld *et al.*[14] os valores de sensibilidade e especificidade foram, respetivamente, 59% e 88% para o sexo masculino e 56% e 74% para o sexo feminino. Sendo assim, quando comparado com a literatura recente, neste estudo o ponto de corte de 3,12°, demonstrou elevada capacidade de identificação dos doentes que vieram a falecer, embora com capacidade moderada para identificar corretamente os sobreviventes.

A análise de Kaplan–Meier demonstrou que os participantes com AF inferior a 3,12° apresentavam menor probabilidade de sobrevivência aos 60 dias (Log-rank x^2=7,387; p=0,007), este achado é concordante com Papanastasiou *et al.*[9] e com da Silva Passos *et al.*[18].

No estudo de Papanastasiou *et al.*[9] observaram uma mortalidade significativamente superior nos doentes com valores de AF inferiores, sendo que os participantes com valores mais elevados de AF apresentaram uma sobrevivência significativamente superior a longo prazo. No estudo de da Silva Passos *et al.*[18] verificou-se uma maior sobrevivência aos 28 dias nos doentes críticos que, nas primeiras 48 horas após a admissão na UCI, apresentavam valores de AF superiores a 4,4° (p = 0,020).

Num outro trabalho, desenvolvido por Stellingwerf *et al.*[13], estes achados foram reforçados, mas num espaço temporal superior, pois a mortalidade por todas as causas ao fim de um ano foi significativamente superior nos doentes com valores baixos de AF (p < 0,001).

Deste modo, embora um ponto de corte ótimo do AF associado a um maior risco de mortalidade, ainda não esteja definido, o valor inicial de AF, assim como a sua trajetória ao longo do período de internamento, poderão ser úteis para fornecer informações complementares.

Ao contrário do observado na mortalidade, o AF não encontrou associação significativa com o reinternamento aos 60 dias (p=0,587), sendo que os doentes reinternados apresentaram valores de AF semelhantes aos dos doentes não reinternados. No entanto, no estudo de Kim *et al.*[60], um valor de AF baixo à admissão associou-se de forma independente a um risco significativamente superior de reinternamento não planeado na UCI (p < 0,001) e um AF baixo à data da alta da UCI evidenciou uma tendência positiva para associação com o reinternamento não planeado, embora sem atingir significância estatística (p = 0,07). Estas diferenças poderão ser explicadas pela natureza distinta do desfecho avaliado. Enquanto Kim *et al.*[60] analisou o reinternamento não planeado em UCI, este estudo avaliou o reinternamento hospitalar aos 60 dias, sendo um desfecho mais complexo que envolve múltiplas variáveis tais como, fatores clínicos, funcionais e organizacionais que poderão não ser refletidos pelo AF isoladamente. A justificação para a ausência de associação encontrada pode, por um lado, estar relacionada com o reduzido número de episódios de reinternamento observados (n=3), que limita o poder estatístico para a identificação de diferenças. Acresce que o AF foi determinado nas primeiras 72 horas de internamento, sendo que as alterações ocorridas ao longo da hospitalização, nomeadamente a evolução clínica, a resposta ao tratamento e o estado nutricional à data da alta, poderão exercer maior influência sobre o risco de reinternamento, do que a avaliação inicial e a utilização do AF isoladamente. Além disso, a comparação deste

resultado com a literatura ainda permanece limitada, uma vez que a grande maioria dos estudos desenvolvidos no contexto de UCI, focam-se na mortalidade, duração do internamento e ventilação mecânica, existindo escassa evidência sobre o reinternamento hospitalar.

Semelhante ao encontrado para o reinternamento, o AF não apresentou associação estatisticamente significativa com a duração do internamento hospitalar (r_s=-0,008; p=0,954), o tempo de internamento em UCI (r_s=-0,083; p=0,571), nem com a duração da ventilação mecânica (r_s=-0,215; p=0,139). No entanto, embora sem significado estatístico, a presente amostra revela uma tendência para menores tempos de internamento em UCI e hospitalar, assim como menor duração da ventilação mecânica em doentes com valores mais elevados de AF.

A ausência de significado estatístico alinha-se com os achados de Sanson *et al.*[37] e Moonen *et al.*[30], que também observaram que o AF não se associou aos desfechos clínicos, nomeadamente, duração do internamento na UCI, internamento hospitalar e ventilação mecânica. No estudo de Ko *et al.*[6], a análise de regressão múltipla revelou que o AF não se associou ao número de dias de ventilação mecânica (p=0,898), contudo, os doentes com valores mais elevados de AF recuperaram mais rapidamente e tiveram alta da UCI mais precocemente do que aqueles com valores mais baixos de AF (5,6 vs. 9,8 dias de internamento na UCI; p = 0,016), sugerindo que o AF poderá refletir uma recuperação clínica mais favorável.

Deste modo, os resultados obtidos neste estudo diferem parcialmente da literatura. Osuna-Padilla *et al.*[22] reportaram correlações inversas significativas entre o AF e a duração do internamento hospitalar ($p \leq 0,01$) e entre o AF e a duração da ventilação mecânica ($p \leq 0,05$). Do mesmo modo, Jansen *et al.*[61]

verificaram que o AF apresentava uma associação significativa com a duração do internamento na UCI (r = −0,159; p = 0,039), a duração do internamento hospitalar (r = −0,159; p = 0,040) e a duração da ventilação mecânica (r = −0,169; p = 0,048). Os mesmos autores observaram que um valor de AF reduzido se associou a um aumento de 2,26 vezes na probabilidade de internamento hospitalar prolongado. Por outro lado, Lakenman *et al.*[2] demonstraram que por cada diminuição de 1º no AF, ocorreu um aumento de 20% na duração do internamento hospitalar.

A explicação para a ausência de correlação nestes resultados poderá estar associada a diversos aspetos. Primeiramente, o tamanho amostral reduzido e heterogéneo pode ter sido insuficiente para atingir a significância estatística em variáveis de contagem que apresentam frequentemente uma grande variabilidade. Em segundo lugar, a idade média avançada dos participantes poderá ser um potencial fator confundidor, uma vez que a idade avançada está associada a piores *outcomes* clínicos e, simultaneamente, a valores mais baixos de AF[4]. Por fim, o AF foi determinado nas primeiras 72 horas após a admissão em UCI, deste modo, um valor isolado inicial pode ter sido incapaz de prever a duração exata de um processo contínuo, que é influenciado por complicações agudas inesperadas, duração e gravidade da resposta inflamatória, disponibilidade de camas em enfermarias, protocolos de desmame ventilatório, assim como características sociais e logísticas que o processo de alta envolve[2, 4].

O AF não apresentou associação significativa com o estado nutricional avaliado, quer pelo PG-SGA (p= 0,122), quer pelos critérios GLIM (p= 0,130). Contudo, apesar da ausência de significado estatístico, observou-se na avaliação pelo PG-SGA uma diminuição progressiva do AF entre os participantes classificados como bem nutridos (4,75º), moderadamente desnutridos (3,70º) e gravemente

desnutridos (3,10º). Da mesma forma, segundo os critérios GLIM, os doentes com desnutrição apresentaram valores ligeiramente mais baixos que os doentes sem desnutrição (3,60º vs 3,70º). Deste modo, verificou-se uma tendência, ainda que com ausência significativa, para valores de AF inferiores nos indivíduos com maior comprometimento nutricional.

Os resultados diferem parcialmente em relação à literatura. Relativamente aos critérios GLIM, apenas no trabalho de Theila *et al.*[62] é que foi demonstrada uma associação estatisticamente significativa entre os critérios GLIM para o diagnóstico de desnutrição e o AF ($r = 0,345$; $p < 0,05$) em doentes críticos. No que respeita ao PG-SGA, Simón-Frapolli *et al.*[20] observou que nos doentes em estado crítico, o AF médio foi significativamente superior nos doentes classificados como moderadamente desnutridos (PG-SGA B) quando comparados com os gravemente desnutridos (PG-SGA C) ($5,40 \pm 1,2^{\circ}$ vs. $4,49 \pm 0,8^{\circ}$; $p = 0,001$). Estes achados sugerem uma redução progressiva do AF à medida que a gravidade de desnutrição aumenta, tendência que também foi observada no presente estudo.

Resultados semelhantes foram descritos por Jansen *et al.*[61] que verificaram que valores reduzidos de AF se associavam a um aumento de cerca de três vezes na probabilidade dos doentes apresentarem desnutrição. De igual modo, no estudo de Kyle *et al.*[21], os doentes classificados como moderadamente desnutridos pelo PG-SGA apresentaram uma probabilidade 3,8 vezes superior de apresentarem valores reduzidos de AF, enquanto aqueles gravemente desnutridos apresentaram uma probabilidade 7,2 vezes superior, quando comparados com os valores de referência de indivíduos saudáveis. Relativamente à condição clínica, os doentes com doença crónica apresentaram uma probabilidade 5,6 vezes superior de apresentar valores baixos de AF, enquanto, nos doentes com doença aguda essa

probabilidade foi 1,6 vezes superior, em comparação com os valores de referência de indivíduos saudáveis. Adicionalmente, em Norman *et al.*[31] observou-se uma correlação moderada entre o AF e o PG-SGA (r = 0,53).

No entanto, é importante salientar que, nos estudos mencionados no parágrafo anterior, a amostra foi constituída por uma população clínica heterogénea, incluindo doentes admitidos em qualquer serviço de internamento, sendo escassos os estudos desenvolvidos exclusivamente em doentes críticos. Sendo assim, a ausência de associação significativa observada no presente estudo, poderá ser explicada pela fisiopatologia subjacente às diferentes doenças críticas que poderá influenciar de forma distinta a BCM, a integridade das membranas celulares e o estado de hidratação, condicionando os valores de AF e consequentemente, o seu desempenho enquanto marcador do estado nutricional[50]. Por outro lado, a avaliação nutricional nesta população constitui um desafio, devido à dificuldade em obter informação sobre a história nutricional, o estado de sedação, a ausência de familiares que possam fornecer dados adicionais, a presença de edema ou fraturas, as alterações dos marcadores bioquímicos séricos e a existência de amputações[63]. Adicionalmente a sobrecarga hídrica, frequentemente presente no doente crítico, provoca uma expansão do compartimento extracelular que pode mascarar a perda de massa muscular, condicionando simultaneamente a interpretação do AF e a avaliação da composição corporal. Deste modo, alterações importantes do estado de hidratação poderão reduzir a capacidade discriminativa do AF, dificultando a distinção estatística entre os grupos no momento agudo do internamento, conforme descrito por Kanova *et al.*[27].

Assim, um AF reduzido reflete não apenas as alterações agudas inerentes à doença crítica, mas também um pior estado de saúde subjacente, caracterizado por perda

de massa muscular e maior fragilidade, aspetos que nem sempre são captados por outros preditores de gravidade da doença habitualmente utilizados em UCI[12]. Deste modo, os resultados do presente estudo reforçam a necessidade de avaliação sistemática do estado nutricional em todos os doentes admitidos na UCI, recorrendo a diferentes estratégias e métodos complementares, como o PG-SGA, os critérios GLIM e a BIA, para identificar precocemente os doentes com estado nutricional debilitado.

Ao contrário do observado para o AF, a análise individual dos parâmetros de BIA, não revelou diferenças estatisticamente significativas entre os sobreviventes e não sobreviventes aos 60 dias ($p > 0,05$). Ainda assim, os sobreviventes apresentaram valores medianos superiores para a Xc/H comparativamente aos não sobreviventes, ainda que não tenha atingido significância estatística. Embora Z seja derivado de R e Xc, é importante fazer algumas considerações sobre o significado dos parâmetros isolados que contêm informação biologicamente relevante para a classificação do estado de hidratação. De facto, embora Z e R tenham sido descritos como fortemente correlacionados, a magnitude de Z é sempre 1–2% superior à de R, uma vez que Xc contribui com aproximadamente 10% para o valor de Z[37].

Contudo, a análise vetorial revelou resultados distintos dos obtidos pela análise univariada. Através do teste Two-samples Hotelling T^2 foi demonstrada uma diferença estatisticamente significativa entre os vetores médios dos grupos ($p=0,006$). O menor comprimento vetorial no grupo dos não sobreviventes poderá estar associado com o maior conteúdo hídrico, embora esta interpretação deva ser prudente, uma vez que, tal como referido anteriormente, R/H e Xc/H não diferiram significativamente quando analisados isoladamente. Assim, a diferença

multivariada observada parece resultar da combinação e covariação destas duas componentes, evidenciando uma vantagem da utilização da BIVA relativamente à interpretação isolada dos parâmetros da BIA. Este achado foi acompanhado de um AF significativamente inferior nos não sobreviventes, sugerindo maior comprometimento da integridade celular e pior estado fisiológico global.

Desta forma, os resultados relativos aos parâmetros individuais da BIA encontram-se parcialmente de acordo com os resultados de Cleymaet *et al.*[40], no qual os não-sobreviventes apresentaram níveis significativamente inferiores de Xc ($p=0,039$) em comparação com os sobreviventes, enquanto os restantes parâmetros não demonstraram diferenças significativas entre os grupos. Para além disso, no estudo de Razzera *et al.*[5] demonstraram valores de R, Xc, R/H e Xc/H significativamente mais elevados nos sobreviventes do que nos não-sobreviventes ($p<0,005$). A reforçar estes resultados, temos o estudo da Rosa Hise *et al.*[64] que observou valores médios de R/H inferiores nos doentes não sobreviventes face aos sobreviventes (220,5 ± 74,6 vs. 246,6 ± 69,6 Ω/m), indicando um maior grau de hidratação nos doentes não sobreviventes.

Relativamente ao gráfico R-Xc obtido no presente estudo, os resultados são corroborados por da Rosa Hise *et al.*[64] que também verificaram através do teste de Hotelling T^2 a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os sobreviventes e os não sobreviventes ($p < 0,001$). Os autores verificaram que os doentes que faleceram apresentavam maior volume hídrico corporal, refletido por vetores de Z mais curtos e valores inferiores de R/H, em comparação com os doentes que sobreviveram. Sendo assim, os resultados deste estudo corroboram os obtidos neste trabalho, reforçando que a BIVA permite identificar alterações

no estado de hidratação dos doentes, associadas à evolução clínica do doente crítico.

Contudo, a evidência disponível não é totalmente consistente com os resultados deste estudo. Na revisão sistemática e meta-análise realizada por Lima *et al.*[4] apenas um dos estudos incluídos verificou que os doentes que faleceram apresentavam valores inferiores de R/H, quando comparados com os doentes sobreviventes. Os autores salientaram a necessidade de cautela na interpretação destes resultados devido ao reduzido poder estatístico da análise, uma vez que apenas quatro estudos foram incluídos. Por outro lado, o presente estudo comparou diretamente os vetores médios por meio do teste multivariado de Hotelling, enquanto vários estudos incluídos na meta-análise classificaram apenas os participantes de acordo com categorias de hidratação (hiperhidratados vs normohidratados), dificultando a comparação direta dos resultados.

O momento da realização da medição de BIA poderá explicar a ausência de diferenças encontradas nos parâmetros individuais. Os dados obtidos neste estudo foram recolhidos nas primeiras 72 horas após a admissão do doente em UCI, contudo, a acumulação de fluídos ocorre frequentemente numa fase posterior, em resposta à fluidoterapia. Assim, conforme sugerido por Lima *et al.*[4], medições seriadas de BIVA ao longo do internamento na UCI poderão ser mais úteis na predição de *outcomes* clínicos desfavoráveis, do que uma medição isolada à admissão. Para além do mais, a reduzida dimensão da amostra poderá ter limitado a obtenção de significado estatístico nas pequenas diferenças obtidas nos parâmetros da BIA isolados.

Deste modo, a abordagem BIVA tem vindo a ganhar destaque como ferramenta para a avaliação e monitorização do estado de hidratação e do estado nutricional

em diferentes populações clínicas, incluindo doentes críticos. A sua principal vantagem reside no facto de ser independente das equações de regressão utilizadas para estimar a FFM e a massa gorda, cuja precisão é frequentemente questionável, bem como de não depender da medição do peso corporal[31]. Salienta-se que os resultados do presente estudo sugerem que a BIVA poderá ser uma ferramenta complementar útil para estimar o risco de mortalidade em doentes internados na UCI.

Relativamente ao reinternamento aos 60 dias, os parâmetros individuais da BIA não demonstraram diferenças estatisticamente significativas entre os indivíduos reinternados e os não reinternados ($p>0,05$). No entanto, os indivíduos reinternados apresentaram valores medianos inferiores de R, Xc, Z e dos respetivos parâmetros normalizados para a estatura comparativamente aos indivíduos não reinternados.

A comparação destes resultados com estudos existentes na literatura é bastante limitada, uma vez que a grande maioria dos estudos desenvolvidos no doente crítico relativamente aos parâmetros da BIA, centra-se na sua associação com o tempo de internamento total, o tempo de permanência em UCI, na mortalidade e na duração da ventilação mecânica, existindo escassa evidência relativamente ao reinternamento[4]. Do mesmo modo, os estudos que utilizaram a BIVA, focam-se sobretudo na avaliação do estado de hidratação do doente, assim como, no seu prognóstico durante a sua permanência no internamento, não existindo evidência consistente sobre a sua utilidade para predizer o risco de reinternamento após a alta, dificultando a comparação direta com os resultados do presente estudo.

A ausência de associação significativa entre estes parâmetros, alinha-se com a evidência de que a identificação dos doentes com risco superior de

reinternamento continua a ser um desafio, devido à natureza flutuante e multidimensional da doença crítica, uma vez que estes doentes frequentemente apresentam deterioração fisiológica complexa e multiorgânica, sendo que, alterações clínicas subtis precedem muitas vezes eventos adversos *major*[60]. Da mesma forma, a resposta ao tratamento durante o período de internamento, assim como o estado nutricional à data da alta, são fatores que também vão influenciar esta variável.

Importa ainda salientar que o número reduzido de episódios de reinternamentos observados nesta amostra (n=3) limitou substancialmente o poder estatístico para identificar diferenças entre os grupos. Deste modo, a ausência de associação observada deve ser interpretada com cautela.

Assim, a previsão precisa da readmissão é clinicamente essencial devido à sua forte associação a desfechos adversos, incluindo aumento da mortalidade, prolongamento da hospitalização e maiores custos em cuidados de saúde [60], no entanto, a utilização da BIA, particularmente da BIVA, continua pouco explorada na previsão do risco de readmissão, sendo necessário mais estudos com maior dimensão amostral de forma a esclarecer o potencial desta metodologia na identificação precoce dos doentes com maior risco de reinternamento.

No que concerne aos resultados temporais, a R/H correlacionaram-se negativamente com o tempo de internamento hospitalar (r_s= -0,286; p=0,047) e com o tempo de internamento em UCI (r_s= -0,285; p=0,047). Por outro lado, a Xc correlacionou-se negativamente com a duração da ventilação mecânica (r_s= -0,299; p=0,037). Adicionalmente, a Z/H apresentou coeficientes de correlação idênticos aos de R/H, o que era expectável, uma vez que a R constitui a principal componente de Z, contribuindo predominantemente para o seu valor[37].

Nesta população, especialmente naqueles que apresentam choque séptico e fuga capilar significativa, a distribuição de água e eletrólitos encontra-se consideravelmente alterada, observando-se um aumento da ECW devido ao deslocamento de fluídos para os espaços intersticiais ou terciários, com surgimento de edema, derrame pleural ou outras formas de acumulação de fluídos. A BIA baseia-se nas propriedades elétricas dos tecidos corporais, sendo que a FFM contém elevadas quantidades de água e eletrólitos, apresentando elevada condutividade e, consequentemente, baixa Z. Como tal, considera-se que a Z está inversamente relacionada com o volume de água no organismo[27].

Deste modo, as correlações negativas encontradas com o tempo de internamento hospitalar e o tempo de internamento em UCI sugerem que a redução dos valores de R/H e Z/H é um sinal clássico de sobrecarga hídrica[4]. Por sua vez, a sobrecarga hídrica tem sido reconhecida pelo seu impacto negativo no doente crítico, nomeadamente disfunção orgânica, aumento de hipertensão intra-abdominal e incidência de complicações infeciosas, assim como, atraso na recuperação, que contribuiu para o prolongamento da hospitalização[65]. Este achado é sustentando por Sanson *et al.*[37] que identificaram que valores baixos de Z/H estavam associados a um aumento de 4,7 vezes no risco de prolongamento do internamento em UCI e de 5,6 vezes no risco de prolongamento do internamento hospitalar.

De igual modo, a associação negativa entre a Xc e a duração da ventilação mecânica sugere que doentes com menor Xc e, desta forma, menor integridade celular permanecem mais tempo ventilados, reforçando o papel da massa celular e da integridade das membranas no sucesso do suporte ventilatório[37]. Neste contexto, no estudo de Slobod *et al.*[65], os autores demonstraram que rácios elevados de ECW são frequentemente acompanhados de valores de Xc mais baixos

e estão associados a um aumento de 1,2 vezes do número de dias em ventilação mecânica. De igual modo, segundo Kanova *et al.*[27], uma Xc baixa está constantemente associada à depleção de tecidos moles ou à sarcopenia, podendo comprometer a musculatura respiratória com consequente dificuldade no processo de desmame ventilatório. Desta forma, estes achados vão de encontro aos resultados observados na presente amostra.

Contudo, é necessário destacar a limitação da comparação dos resultados deste estudo com a literatura atual, uma vez que a grande maioria dos trabalhos realizados no doente critico focam-se na análise do AF, existindo poucos trabalhos que tenham explorado isoladamente os parâmetros brutos da BIA. Adicionalmente, a elevada heterogeneidade da população estudada, o momento de avaliação e a metodologia utilizada dificulta a comparação com os resultados deste estudo. Por outro lado, o tempo de internamento hospitalar, o tempo de internamento em UCI e a duração da ventilação mecânica são variáveis multifatoriais e, por conseguinte, a informação fornecida pelos parâmetros da BIA deverá ser interpretada juntamente com as restantes ferramentas utilizadas na avaliação do doente.

Relativamente à associação entre os parâmetros do BIVA e o estado nutricional, não se observaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos quando classificados de acordo com o PG-SGA, nem de acordo com os critérios GLIM ($p>0,500$). A ausência de diferenças significativas nos parâmetros da BIVA é corroborada pela sobreposição das elipses de confiança correspondentes aos doentes com e sem desnutrição de acordo com os critérios GLIM, representada na figura 5 ($p=0,108$). Estes resultados refletem a homogeneização fisiopatológica do doente crítico na fase aguda.

Conforme discutido por Kanova *et al.*[27], a sobrecarga hídrica e a deslocação dos fluídos é acompanhada por uma redução da R e da Xc de forma generalizada, que mascara a perda de massa celular e dificulta, por sua vez, a interpretação da composição corporal. Consequentemente, alterações no estado de hidratação influenciam diretamente a posição e o comprimento do vetor de Z dificultando a interpretação da BIVA quando utilizada isoladamente. Assim, durante a fase aguda da doença crítica, os vetores de Z tendem a refletir predominantemente as alterações do estado de hidratação, em detrimento das alterações da composição corporal associadas à desnutrição. Por outro lado, a avaliação do estado nutricional no doente crítico é um desafio, uma vez que depende de diversos fatores para além da sobrecarga hídrica, tais como, presença de doenças associadas ao estado inflamatório, a ausência de registos clínicos sobre variáveis nutricionais, a avaliação complexa do peso corporal causada por manobras de reanimação e pela administração de grandes volumes de fluídos que comprometem a avaliação nutricional[63]. Adicionalmente, os métodos utilizados para a avaliação da composição corporal, tal como a BIA e da funcionalidade muscular, como a avaliação da FPM, são influenciados pela condição critica subjacente e pelo estado de sedação do doente, o que não permite determinar de forma adequada o estado nutricional deste doente.

Apesar dos resultados obtidos neste estudo, Theilla *et al.*[62] demonstram uma associação significativa entre o diagnóstico de desnutrição, segundo os critérios GLIM e os parâmetros da BIA, observando que os doentes desnutridos apresentavam maior comprometimento nutricional. Do mesmo modo, Ferreira *et al.*[17] verificaram que os valores de Xc eram mais baixos nos grupos de alto risco, evidenciando, respetivamente, um pior prognóstico nutricional e uma

deterioração da integridade da membrana celular ($p < 0,001$). A BIVA evidenciou, igualmente, alterações na composição corporal entre os grupos de alto e baixo risco nutricional, com pior composição corporal e menor massa celular de tecidos moles nos indivíduos com elevado risco nutricional. No entanto, importa referir que este estudo avaliou o risco nutricional e não o diagnóstico de desnutrição, tendo sido aplicada uma ferramenta diferente das utilizadas no presente trabalho, o que limita a comparação direta dos resultados.

Norman *et al.*[31] observaram valores significativamente mais baixos de R/H e Xc/H nos doentes desnutridos, sugerindo que a desnutrição definida pelo SGA está associada a alterações na estrutura tecidular, bem como à perda de massa corporal, alterações que não são observadas quando a classificação nutricional se baseia exclusivamente no IMC. Contudo, é de realçar que esta investigação foi desenvolvida numa população clínica com características clínicas distintas das do doente crítico.

Por fim, a ausência de significância estatística no presente estudo poderá estar relacionada com aspetos metodológicos. A reduzida dimensão amostral, particularmente do grupo de participantes sem desnutrição, segundo os critérios GLIM (n=9), poderá ter limitado o poder estatístico da análise. De facto, apesar do teste Two-samples Hotelling T^2, ter demonstrado um tamanho do efeito moderado (D=0,81), este não foi suficiente para demonstrar diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, o que poderá refletir um erro do tipo II.

Os achados encontrados sugerem que a BIVA fornece informação relevante sobre o estado de hidratação e a integridade celular, no entanto, apresenta capacidade limitativa para discriminar isoladamente o estado nutricional durante a fase aguda

da doença. Sendo assim, a sua aplicação deve ser complementar a outros instrumentos de rastreio e de avaliação nutricional. A sua integração poderá permitir uma caracterização mais abrangente e rigorosa do estado nutricional no doente crítico.

O presente estudo apresenta algumas limitações; sendo um estudo observacional nenhuma inferência sobre causalidade pode ser feita, podendo apenas gerar hipóteses para investigações futuras. De igual forma, o AF foi avaliado apenas nas primeiras 72 horas após a admissão em UCI, não permitindo analisar a evolução temporal deste parâmetro, nem a sua eventual relação com a progressão clínica.

A principal limitação deste estudo, prende-se com a reduzida dimensão amostral, que poderá ter reduzido o poder estatístico para identificar diferenças significativas entre os grupos e que limitou o ajuste para potenciais fatores confundidores, não podendo, deste modo, ser excluída a influencia de variáveis clínicas nas associações observadas.

6. Conclusões



O presente trabalho permitiu responder aos objetivos propostos, avaliando a associação do AF e da BIVA com o prognóstico e estado nutricional em doentes críticos.

Os resultados demonstraram que valores inferiores de AF, determinados nas primeiras 72 horas após a admissão em UCI, se associaram significativamente à mortalidade aos 60 dias. No presente estudo, foi possível identificar o ponto de corte de 3,12º, abaixo do qual se verificou maior mortalidade, reforçando o potencial papel do AF como marcador de prognóstico precoce nesta população. Deste modo, estes achados são consistentes com a evidência disponível, que tem demonstrado uma associação entre valores mais baixos de AF e um risco maior de mortalidade em doentes críticos.

Contudo, não foram observadas associações significativas entre o AF e o tempo de internamento hospitalar, do internamento em UCI, da ventilação mecânica, o reinternamento aos 60 dias ou os indicadores de risco nutricional e malnutrição.

Relativamente à BIVA, o teste T^2 de Hotelling evidenciou diferenças significativas na distribuição dos vetores entre os doentes sobreviventes e não sobreviventes, sugerindo alterações globais nas características bioelétricas entre os grupos. Em contrapartida, a análise isolada dos parâmetros da BIA não demonstrou diferenças significativas na mortalidade e no reinternamento aos 60 dias.

No presente estudo, observaram-se associações entre alguns parâmetros da BIVA e a duração do internamento hospitalar, internamento em UCI e a ventilação mecânica; no entanto, não foram identificadas associações com o risco nutricional e a malnutrição. Estes resultados contribuem para a evidência ainda limitada sobre a aplicação da BIVA nesta população e, por outro lado, reforça a necessidade de mais trabalhos de investigação nesta área.

Em suma, os resultados deste estudo sugerem que o AF, nomeadamente quando inferior a 3,12º, poderá constituir uma ferramenta complementar na estratificação precoce do risco de mortalidade no doente crítico, enquanto a BIVA poderá fornecer informação sobre alterações bioelétricas relacionadas com a evolução clínica desta população. Deste modo, este estudo contribuiu para o conhecimento sobre a utilidade da BIA no doente crítico.

Futuramente, deverão ser realizados estudos com amostras de maior dimensão e avaliações seriadas do AF e da BIVA ao longo do internamento, de modo a confirmar estes resultados, validar o ponto de corte identificado e clarificar o papel destas ferramentas na prática clínica desta população.

7. Referências Bibliográficas



1. Reignier J, Rice TW, Arabi YM, Casaer M. Nutritional support in the ICU. Bmj. 2025; 388
2. Lakenman PL, van Marwijk I, van der Hoven B, van Bommel J, Joosten KF, Olieman JF. Association between fat-free mass and survival in critically ill patients with COVID-19: a prospective cohort study. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition. 2024; 48(2):192-98.
3. Ellegård L, Petersen P, Öhrn L, Bosaeus I. Longitudinal changes in phase angle by bioimpedance in intensive care patients differ between survivors and non-survivors. Clinical Nutrition ESPEN. 2018; 24:170-72.
4. Lima J, Eckert I, Gonzalez MC, Silva FM. Prognostic value of phase angle and bioelectrical impedance vector in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis of observational studies. Clinical Nutrition. 2022; 41(12):2801-16.
5. Razzera EL, Marcadenti A, Rovedder SW, Alves FD, Fink JdS, Silva FM. Parameters of bioelectrical impedance are good predictors of nutrition risk, length of stay, and mortality in critically ill patients: a prospective cohort study. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition. 2020; 44(5):849-54.
6. Ko S, Cho J, Choi S, Park Y, Lee C-H, Lee S-M, et al. Phase angle and frailty are important prognostic factors in critically ill medical patients: a prospective cohort study. The Journal of nutrition, health and aging. 2021; 25(2):218-23.
7. Peng J, Yang J, Li F. Association of bioimpedance analysis parameters trajectories with clinical outcomes in neurocritical patients. Heliyon. 2024; 10(12)
8. Stapel SN, Looijaard WG, Dekker IM, Girbes AR, Weijs PJ, Oudemans-van Straaten HM. Bioelectrical impedance analysis-derived phase angle at admission as a predictor of 90-day mortality in intensive care patients. European journal of clinical nutrition. 2018; 72(7):1019-25.
9. Phase Angle Trajectory Among Critical Care Patients: Longitudinal Decline Predicts Mortality Independent of Clinical Severity Scores. Healthcare; 2025. MDPI.
10. Hu Z, Li C, Zhu S, Ge Y, Gong D. The association between the change in severity score from baseline and the outcomes of critically ill patients was enhanced by integration of bioimpedance analysis parameters. Scientific Reports. 2024; 14(1):14681.
11. Yao J, Zhou M, Xu B, Li C, Chen H, Gong D. The association of bioimpedance analysis parameters with the outcomes of critically ill patients. Clinical Nutrition. 2020; 39(9):2848-55.
12. Zheng W-H, Zhao Y-H, Yao Y, Huang H-B. Prognostic role of bioelectrical impedance phase angle for critically ill patients: A systemic review and meta-analysis. Frontiers in medicine. 2023; 9:1059747.
13. Stellingwerf F, Beumeler L, Rijnhart-de Jong H, Boerma E, Buter H. The predictive value of phase angle on long-term outcome after ICU admission. Clinical Nutrition. 2022; 41(6):1256-59.
14. Rosenfeld RS, Gonzalez MC, Freire SM, Lourenço RA. Low phase angle in critically ill older patients is associated with late mortality: A prospective study. Nutrition. 2023; 105:111852.
15. Del Giorno R, Quarenghi M, Stefanelli K, Capelli S, Giagulli A, Quarleri L, et al. Nutritional risk screening and body composition in COVID-19 patients hospitalized in an internal medicine ward. International Journal of General Medicine. 2020:1643-51.

16. Cederholm T, Bosaeus I, Barazzoni R, Bauer J, Van Gossum A, Klek S, et al. Diagnostic criteria for malnutrition–an ESPEN consensus statement. Clinical nutrition. 2015; 34(3):335-40.
17. Ferreira RLU, da Silva MF, de Macedo Olimpio NJ, Oliveira MRDdA, Vermeulen-Serpa KM, Brandão-Neto J, et al. The positive relationship between NUTRIC score, bioelectric measures and hospital mortality in critically ill patients. Nutrition & Food Science. 2023; 53(7):1179-91.
18. da Silva Passos LB, Macedo TAA, De-Souza DA. Nutritional state assessed by ultrasonography, but not by bioelectric impedance, predicts 28-day mortality in critically ill patients. Prospective cohort study. Clinical Nutrition. 2021; 40(12):5742-50.
19. Popiolek-Kalisz J, Kalisz G, Zembala M. The application of bioelectrical impedance analysis phase angle in cardiac surgery. Nutrients. 2025; 17(11):1914.
20. Simón-Frapolli VJ, Vegas-Aguilar IM, Fernández-Jiménez R, Cornejo-Pareja IM, Sánchez-García AM, Martínez-López P, et al. Phase angle and rectus femoris cross-sectional area as predictors of severe malnutrition and their relationship with complications in outpatients with post-critical SARS-CoV2 disease. Frontiers in Nutrition. 2023; 10:1218266.
21. Kyle UG, Genton L, Pichard C. Low phase angle determined by bioelectrical impedance analysis is associated with malnutrition and nutritional risk at hospital admission. Clinical nutrition. 2013; 32(2):294-99.
22. Osuna-Padilla IA, Rodríguez-Moguel NC, Rodríguez-Llamazares S, Aguilar-Vargas A, Casas-Aparicio GA, Ríos-Ayala MA, et al. Low phase angle is associated with 60-day mortality in critically ill patients with COVID-19. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition. 2022; 46(4):828-35.
23. Milanez DSJ, Razzera EL, Lima J, Silva FM. Feasibility and criterion validity of the GLIM criteria in the critically ill: a prospective cohort study. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition. 2023; 47(6):754-65.
24. Cederholm T, Jensen GL, Correia MIT, Gonzalez MC, Fukushima R, Pisprasert V, et al. The GLIM consensus approach to diagnosis of malnutrition: a 5-year update. Clinical Nutrition. 2025; 49:11-20.
25. García-García C, Vegas-Aguilar IM, Rioja-Vázquez R, Cornejo-Pareja I, Tinahones FJ, García-Almeida JM. Rectus femoris muscle and phase angle as prognostic factor for 12-month mortality in a longitudinal cohort of patients with cancer (AnyVida Trial). Nutrients. 2023; 15(3):522.
26. Baumgartner RN, Chumlea WC, Roche AF. Bioelectric impedance phase angle and body composition. The American journal of clinical nutrition. 1988; 48(1):16-23.
27. Kanova M, Petrekova K, Borzenko N, Rusková K, Nytra I, Dzurnakova P. Bioelectrical impedance analysis to assess hydration in critically ill patients: A practical guide demonstrating its use on artificially ventilated COVID patients. Neuroendocrinol Lett. 2023; 44:271-82.
28. Xia X-x, Li C-x, Xue X-x, Chen Y-j, He F, Guo H-r. Association between phase angle and all-cause mortality in adults aged 18–49 years: NHANES 1999–2004. Scientific Reports. 2025; 15(1):2785.
29. Hung K-Y, Chen T-H, Lee Y-F, Fang W-F. Using body composition analysis for improved nutritional intervention in septic patients: a prospective interventional study. Nutrients. 2023; 15(17):3814.
30. Moonen HPFX, van Zanten FJL, Driessen L, de Smet V, Slingerland-Boot R, Mensink M, et al. Association of bioelectric impedance analysis body composition

and disease severity in COVID-19 hospital ward and ICU patients: the BIAC-19 study. Clinical Nutrition. 2021; 40(4):2328-36.
31. Norman K, Stobäus N, Pirlich M, Bosy-Westphal A. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis–clinical relevance and applicability of impedance parameters. Clinical nutrition. 2012; 31(6):854-61.
32. Lee GR, Kim EY. Usefulness of phase angle on bioelectrical impedance analysis as a surveillance tool for postoperative infection in critically ill patients. Frontiers in Medicine. 2023; 10:1111727.
33. Panagidi M, Papazoglou AS, Moysidis DV, Vlachopoulou E, Papadakis M, Kouidi E, et al. Prognostic value of combined preoperative phase angle and handgrip strength in cardiac surgery. Journal of Cardiothoracic Surgery. 2022; 17(1):227.
34. Thibault R, Makhlouf A-M, Mulliez A, Cristina Gonzalez M, Kekstas G, Kozjek NR, et al. Fat-free mass at admission predicts 28-day mortality in intensive care unit patients: the international prospective observational study Phase Angle Project. Intensive care medicine. 2016; 42(9):1445-53.
35. García-Grimaldo A, Trujillo-Mercado AS, Rodríguez-Moguel NC, Rios-Ayala MA, Hernandez-Cardenas CM, Osuna-Padilla IA. Association between longitudinal changes in phase angle and mortality rate in adults critically ill with COVID-19: A retrospective cohort study. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition. 2024; 48(8):974-81.
36. Moonen HP, Bos AE, Hermans AJ, Stikkelman E, van Zanten FJ, van Zanten AR. Bioelectric impedance body composition and phase angle in relation to 90-day adverse outcome in hospitalized COVID-19 ward and ICU patients: the prospective BIAC-19 study. Clinical nutrition ESPEN. 2021; 46:185-92.
37. Sanson G, Doriguzzi L, Garbari P, Ruggiero MJ, Valentinuzzo I, Mettulio T, et al. The severity of early fluid overload assessed by bioelectrical vector impedance as an independent risk factor for longer patient care after cardiac surgery. Clinical Nutrition. 2024; 43(3):803-14.
38. Piccoli A, Rossi B, Pillon L, Bucciante G. A new method for monitoring body fluid variation by bioimpedance analysis: the RXc graph. Kidney international. 1994; 46(2):534-39.
39. Basso F, Berdin G, Virzì GM, Mason G, Piccinni P, Day S, et al. Fluid management in the intensive care unit: bioelectrical impedance vector analysis as a tool to assess hydration status and optimal fluid balance in critically ill patients. Blood Purif. 2013; 36(3-4):192-9.
40. Cleymaet R, D'Hondt M, Scheinok T, Malbrain L, De Laet I, Schoonheydt K, et al. Comparison of Bioelectrical Impedance Analysis (BIA)-Derived Parameters in Healthy Volunteers and Critically Ill Patients. Life (Basel). 2023; 14(1)
41. Samoni S, Vigo V, Reséndiz LI, Villa G, De Rosa S, Nalesso F, et al. Impact of hyperhydration on the mortality risk in critically ill patients admitted in intensive care units: comparison between bioelectrical impedance vector analysis and cumulative fluid balance recording. Crit Care. 2016; 20:95.
42. Elia M. The 'MUST'report. Nutritional screening of adults: a multidisciplinary responsibility. 2003; 1038:1039.
43. Chumlea WC, Guo S, Roche AF, Steinbaugh ML. Prediction of body weight for the nonambulatory elderly from anthropometry. Journal of the American Dietetic Association. 1988; 88(5):564-68.
44. Status WP. The use and interpretation of anthropometry. WHO technical report series. 1995; 854(9)

45. Amaral T, Matos L, Ferro MdG, Kent-Smith L, Gomes F, Alves A, et al. Desenvolvimento de uma versão portuguesa do nutritional risk screening NRS 2002. 2020
46. Detsky AS, JR M, Baker JP, Johnston N, Whittaker S, Mendelson R, et al. What is subjective global assessment of nutritional status? Journal of parenteral and enteral nutrition. 1987; 11(1):8-13.
47. Pinho JPTA. Tradução, adaptação cultural e validação para a população portuguesa da avaliação global subjetiva-preenchida pelo doente (PG-SGA). Universidade do Porto (Portugal); 2015.
48. Cederholm T, Jensen GL, Correia M, Gonzalez MC, Fukushima R, Higashiguchi T, et al. GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition–a consensus report from the global clinical nutrition community. Journal of cachexia, sarcopenia and muscle. 2019; 10(1):207-17.
49. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. Age and ageing. 2019; 48(1):16-31.
50. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis—part I: review of principles and methods. Clinical nutrition. 2004; 23(5):1226-43.
51. Oh J-H, Song S, Rhee H, Lee SH, Kim DY, Choe JC, et al. Normal reference plots for the bioelectrical impedance vector in healthy Korean adults. Journal of Korean medical science. 2019; 34(30):e198.
52. Piccoli A, Nigrelli S, Caberlotto A, Bottazzo S, Rossi B, Pillon L, et al. Bivariate normal values of the bioelectrical impedance vector in adult and elderly populations. The American journal of clinical nutrition. 1995; 61(2):269-70.
53. WH O. A healthy lifestyle-WHO recommendations. Organisation WH Geneva; 2010.
54. Volkert D, Beck AM, Cederholm T, Cruz-Jentoft A, Goisser S, Hooper L, et al. ESPEN guideline on clinical nutrition and hydration in geriatrics. Clinical nutrition. 2019; 38(1):10-47.
55. Singer P, Blaser AR, Berger MM, Alhazzani W, Calder PC, Casaer MP, et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit. Clinical nutrition. 2019; 38(1):48-79.
56. Deana C, Gunst J, De Rosa S, Umbrello M, Danielis M, Biasucci DG, et al. Bioimpedance-assessed muscle wasting and its relation to nutritional intake during the first week of ICU: a pre-planned secondary analysis of Nutriti Study. Annals of Intensive Care. 2024; 14(1):29.
57. Al-Kalaldeh M, Sabra MA, Al-Kalaldeh O. Predictive ability of malnutrition screening tools in enterally fed, mechanically ventilated patients with phase angle inference: A prospective observational study. The Journal of Critical Care Medicine. 2026; 12(2):232-42.
58. Studenski SA, Peters KW, Alley DE, Cawthon PM, McLean RR, Harris TB, et al. The FNIH sarcopenia project: rationale, study description, conference recommendations, and final estimates. Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences. 2014; 69(5):547-58.
59. Yabe Y, Komori A, Iriyama H, Ikezawa K, Abe T. Association between the development of intensive care unit-acquired weakness and body composition at intensive care unit admission: A descriptive study. Journal of Critical Care. 2025; 85:154933.

60. Kim M, Woo HY, Oh S-Y, Kang C, Lim L, Lee H, et al. Phase angle as a potential predictor for unplanned ICU readmission risk in critically ill surgical patients: a retrospective cohort study. International Journal of Surgery. 2025:10.1097.
61. Jansen AK, Gattermann T, da Silva Fink J, Saldanha MF, Rocha CDN, de Souza Moreira TH, et al. Low standardized phase angle predicts prolonged hospitalization in critically ill patients. Clinical nutrition ESPEN. 2019; 34:68-72.
62. Theilla M, Rattanachaiwong S, Kagan I, Rigler M, Bendavid I, Singer P. Validation of GLIM malnutrition criteria for diagnosis of malnutrition in ICU patients: an observational study. Clinical Nutrition. 2021; 40(5):3578-84.
63. Díaz G, Correia MIT, Gonzalez MC, Reyes M. The global leadership initiative on malnutrition criteria for the diagnosis of malnutrition in patients admitted to the intensive care unit: A systematic review and meta-analysis. Clinical Nutrition. 2023; 42(2):182-89.
64. da Rosa Hise AC, Gonzalez MC. Assessment of hydration status using bioelectrical impedance vector analysis in critical patients with acute kidney injury. Clinical Nutrition. 2018; 37(2):695-700.
65. Slobod D, Yao H, Mardini J, Natkaniec J, Correa JA, Jayaraman D, et al. Bioimpedance-measured volume overload predicts longer duration of mechanical ventilation in intensive care unit patients. Canadian Journal of Anesthesia. 2019; 66(12):1458-63.

Utilizou-se inteligência artificial para editar as imagens (Figura 2 e Figura 3).

8. Anexos



Anexo A

Autorização da Comissão de Ética para o desenvolvimento do Trabalho de Investigação

REPÚBLICA PORTUGUESA SAÚDE | SNS SERVIÇO NACIONAL DE SAÚDE | UNIDADE LOCAL DE SAÚDE NORDESTE

IdeN.º 44/2025

Parecer da Comissão de Ética

Título de investigação: Investigar a associação do Ângulo de Fase e da Análise Vetorial da Impedância Bioelétrica com o Prognóstico e Estado Nutricional do Doente Crítico.

A CE deliberou emitir parecer ***favorável*** ao presente estudo.
Salvaguarda-se que o representante legal deverá fazer prova disso e o médico assistente deverá confirmar a capacidade cognitiva do doente.

Aprovado em reunião do dia 16 de julho de 2025, por unanimidade.

O processo foi votado pelos membros da Comissão de Ética da ULSNE, EP.E. presentes na reunião.

Maria de Jesus Machado Lopes
Evangelina da Natividade Camelo Bonifácio Correia da Silva
Maria Judite Ramos Marques
Ana Catarina Fernandes Pires
Liseta Conceição Pereira Gomes Gonçalves
Adília Maria Pires da Silva Fernandes
Maria Ângela Gonçalves Rocha Aragão
Maria Assunção Moura Esteves (secretária da CE)

Dr. Carlos Alberto Vaz
Presidente do
Conselho de Administração

Comissão de Ética
ULSNE, E.P.E.

Anexo B

Informação sobre o estudo para os participantes/representantes legais

U.PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO
UNIVERSIDADE DO PORTO

UNIDADE LOCAL DE SAÚDE NORDESTE

O estudo Impedância Bioelétrica no Doente Crítico: Ângulo de Fase e BIVA como Indicadores do Prognóstico e Estado Nutricional tem como investigadora principal a Drª. Rosária Maria Afonso Rodrigues de Melo com o email rosaria@ulsne.min-saude.pt.

Esta investigação tem como objetivo geral investigar a associação do Ângulo de Fase e da Análise Vetorial de Impedância Bioelétrica com o Prognóstico e Estado Nutricional no Doente Crítico e como objetivos específicos avaliar a relação do Ângulo de Fase com a mortalidade a 60 dias; tempo de internamento na UCI; tempo de ventilação mecânica; risco nutricional e malnutrição e avaliar a relação da Análise Vetorial de Impedância Bioelétrica com a mortalidade a 60 dias, tempo de ventilação mecânica e tempo de internamento na UCI.\

No que diz respeito à metodologia na primeira avaliação irão ser recolhidos dados antropométricos e dados sociodemográficos. Já os dados bioquímicos e da composição corporal irão ser recolhidos semanalmente.

Para obter os dados relativos à composição corporal irá ser realizada uma avaliação da Impedância Bioelétrica através do equipamento InBodyS10®.

Por outro lado, para avaliar o estado nutricional e risco nutricional irão ainda ser realizados dois formulários. O primeiro questionário que irá ser aplicado será o questionário de Avaliação Subjetiva Global. De acordo com o resultado final o estado nutricional é classificado em: (A) bem nutrido; (B) desnutrido leve a moderado ou (C) desnutrido grave. Já o segundo questionário que irá ser aplicado é o Nutritional Risk Screening. De acordo com a pontuação final neste formulário, irá ser considerado como um doente em risco nutricional se obtiver uma pontuação igual ou superior a 3.

Por fim, de forma a avaliar o tempo de internamento na UCI, tempo de ventilação mecânica e a mortalidade a 60 dias os dados serão obtidos com recurso ao sistema informático SClínico®.

Os benefícios esperados da participação neste estudo é a obtenção de novos resultados que possam vir a aprofundar o pouco conhecimento que neste momento existe relativamente à utilização do Ângulo de Fase e da Análise Vetorial de Impedância Bioelétrica no prognóstico e estado nutricional do doente internado na Unidade de Cuidados Intensivos. Não estão previstos sofrer quaisquer riscos ou incómodo pela participação neste estudo.

Antes da primeira avaliação irá ser transmitida informação relativa aos objetivos e procedimentos. Após esta transmissão de informação tem direito a decidir se pretende participar ou não no estudo sendo-lhe conferido um período de 5 dias durante o qual poderá refletir e inclusive poderá contactar familiares e/ou amigos para ajudar na sua decisão. Caso inicialmente aceite participar no estudo, mas por qualquer motivo queira desistir, possui esse direito sem que se comprometa o relacionamento com o médico nem o respeito pelos direitos à assistência que lhe é devida.

A sua privacidade e confidencialidade vão ser garantidos através da pseudonimização dos dados recolhidos nomeadamente fazendo uso de codificação com siglas e números.

Caso a investigação seja aprovada pela Comissão de Ética da Unidade Local de Saúde do Nordeste irá ser informado da decisão.

Anexo C

Consentimento informado para a participação no estudo

REPÚBLICA PORTUGUESA SAÚDE | SNS SERVIÇO NACIONAL DE SAÚDE | UNIDADE LOCAL DE SAÚDE NORDESTE

CONSENTIMENTO INFORMADO, ESCLARECIDO E LIVRE

Designação do Estudo:

Impedância Bioelétrica no Doente Crítico: Ângulo de Fase e BIVA como Indicadores do Prognóstico e

Confirmo que expliquei ao participante/representante legal, de forma adequada e compreensível, a investigação referida, os benefícios, os riscos e possíveis complicações associadas à sua realização.

O Investigador responsável

Nome: Rosária Maria Afonso Rodrigues de Melo Assinatura: [signature] (1402)

EP-1032N

Identificação do participante:

Nome: _____

BI/CC: _____

Participante

☐ Compreendi a explicação que me foi facultada acerca do estudo que se tenciona realizar: os objetivos, os métodos, os benefícios previstos, os riscos potenciais e o eventual desconforto.

☐ Solicitei todas as informações de que necessitei, sabendo que o esclarecimento é fundamental para uma boa decisão.

☐ Fui informado da possibilidade de livremente recusar ou abandonar a todo o tempo a participação no estudo, sem que isso possa ter como efeito qualquer prejuízo na assistência que é prestada.

☐ Declaro não ter sido incluído em nenhum outro projeto nos últimos três meses.

Concordo com a participação neste estudo, de acordo com os esclarecimentos que me foram prestados, como consta neste documento, do qual me foi entregue uma cópia.

Data: ___/___/___ Assinatura: _____

Representante legal

Nome: _____

BI/CC: _____ Grau de parentesco: _____

Data: ___/___/___ Assinatura: _____

Anexo D

Nutritional Risk Screening (NRS-2002)

Tabela 1*

Rastreio inicial

		SIM	NÃO
1	O IMC é < 20,5?		
2	O doente perdeu peso nos últimos 3 meses?		
3	O doente teve uma redução na sua ingestão alimentar na última semana?		
4	O doente está gravemente doente? (p.e. em terapêutica intensiva)		

SIM: Se a resposta for "Sim" em qualquer questão, efetuar o rastreio da Tabela 2.
NÃO: Se a resposta for "Não" para todas as questões, o doente é novamente rastreado em intervalos semanais. Se o doente p.e. tem uma cirurgia 'major' programada, é considerado preventivamente um plano de cuidados nutricionais que evite o risco associado.

*Nota do tradutor: de acordo com a publicação original (2003), a Tabela 1 poderá ser aplicada em serviços/unidades de internamento onde previsivelmente a prevalência de risco nutricional seja baixa.

Tabela 2

Rastreio final

DETERIORAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL			GRAVIDADE DE DOENÇA (= AUMENTO DAS NECESSIDADES)		
Ausente	pontuação 0	Estado nutricional normal	**Ausente**	pontuação 0	Necessidades nutricionais normais
Ligeira	pontuação 1	Perda de peso > 5% em 3 meses OU Ingestão alimentar abaixo de 50-75% das necessidades na semana anterior	**Ligeira**	pontuação 1	Fratura da anca*, Doentes crónicos, em particular com complicações agudas: cirrose*, DPOC*, *Hemodiálise crónica, diabetes, oncologia.*
Moderada	pontuação 2	Perda de peso > 5% em 2 meses OU IMC 18,5–20,5 + deterioração do estado geral OU Ingestão alimentar 25-60% das necessidades na semana anterior	**Moderada**	pontuação 2	Cirurgia abdominal 'major'*, AVC*, *Pneumonia grave, malignidade hematológica*
Grave	pontuação 3	Perda de peso > 5% em 1 mês (>15% em 3 meses) OU IMC < 18,5 + deterioração do estado geral OU Ingestão alimentar 0-25% das necessidades na semana anterior	**Grave**	pontuação 3	Lesão craneoencefálica*, Transplante de medula óssea*, *Doentes de cuidados intensivos (APACHE > 10)*
Pontuação		+	**Pontuação**		= Pontuação total:
Idade	se ≥ 70 anos: adicionar 1 à pontuação total anterior		**Idade**		**= pontuação ajustada para a idade:**

Pontuação ≥ 3: o doente está em risco nutricional e é iniciado um **plano de cuidados nutricionais**
Pontuação < 3: **repetir rastreio semanalmente**. Se o doente p.e. tem uma cirurgia 'major' programada, é considerado preventivamente um plano de cuidados nutricionais que evite o risco associado.

* Indica que um ensaio clínico suporta especificamente a inclusão da patologia nessa categoria de gravidade.
Os diagnósticos apresentados em itálico são baseados nos padrões de gravidade descritos abaixo.

O **NRS-2002** é baseado na interpretação de ensaios clínicos randomizados disponíveis. (Nota do tradutor: até à data de publicação do original, 2003)

Risco Nutricional é definido pelo estado nutricional atual e pelo risco de deterioração do estado atual, devido a um aumento das necessidades nutricionais causado por stress metabólico associado à condição clínica.

ESTÁ INDICADO UM PLANO DE CUIDADOS NUTRICIONAIS PARA TODOS OS DOENTES QUE ESTÃO COM:	
1	Desnutrição grave (pontuação = 3)
2	Doença grave (pontuação = 3)
3	Desnutrição moderada (pontuação = 2) e Doença ligeira (pontuação = 1)
4	Desnutrição ligeira (pontuação = 1) e Doença moderada (pontuação = 2)

Padrões de gravidade de doença:
Pontuação = 1: doente com doença crónica, admitido no hospital por complicações. O doente está fragilizado, mas faz "levante do leito" regularmente. As necessidades proteicas estão aumentadas, mas podem ser atingidas através de alimentação ou suplementação orais, na maioria dos casos.
Pontuação = 2: doente acamado devido a doença, p.e. após cirurgia abdominal 'major'. As necessidades proteicas estão substancialmente aumentadas, mas podem ser atingidas, embora em muitos casos seja necessária nutrição artificial.
Pontuação = 3: doente internado em cuidados intensivos, com necessidade de ventilação assistida, etc. As necessidades proteicas estão aumentadas e não podem ser atingidas, mesmo com nutrição artificial. O catabolismo proteico e perda de azoto podem ser significativamente atenuados.

Anexo E

Patient-Generated Subjective Global Assessment (PG-SGA)

Scored Patient-Generated Subjective Global Assessment
[Avaliação Global Subjetiva – Preenchida Pelo Doente]
PG-SGA

História: As caixas 1-4 foram feitas para serem preenchidas pelo doente.
[As caixas 1-4 constituem a versão PG-SGA *Short Form*]

Identificação do doente:

1. Peso:

Resumo do meu peso atual e recente:

Atualmente peso cerca de _____kg
A minha altura é _____cm

Há 1 mês pesava cerca de _____kg
Há 6 meses pesava cerca de _____kg

Durante as duas últimas semanas o meu peso:

☐ diminuiu (1) ☐ ficou igual (0) ☐ aumentou (0)

Caixa 1 ☐
Indicar somatório (Ver folha de trabalho 1)

2. Ingestão alimentar: No **último mês**, comparando com o habitual, eu classificaria a minha alimentação como:

☐ igual (0)
☐ mais que o habitual (0)
☐ menos que o habitual (1)
Eu agora como:
☐ *comida normal* mas em menor quantidade (1)
☐ poucos alimentos sólidos (2)
☐ apenas alimentos líquidos (3)
☐ apenas suplementos nutricionais (3)
☐ muito pouca quantidade de qualquer alimento (4)
☐ apenas alimentação por sonda ou pela veia (0)

Caixa 2 ☐
Indicar valor mais alto

3. Sintomas: Durante as duas últimas semanas, tenho tido problemas que me impediram de comer o suficiente (**assinalar todos os aplicáveis**):

☐ não tive problemas em comer (0)
☐ não tive apetite, não me apeteceu comer (3)
☐ náuseas (enjoos) (1)
☐ obstipação (prisão de ventre) (1)
☐ feridas na boca (2)
☐ alimentos têm agora um sabor estranho ou não têm sabor (1)
☐ dificuldades em engolir (2)
☐ dor; onde? (3) _____
☐ outros*: (1) _____
☐ vómitos (3)
☐ diarreia (3)
☐ boca seca (1)
☐ os cheiros incomodam-me (1)
☐ sinto-me cheio depressa (1)
☐ cansaço (fadiga) (1)

ex. depressão, problemas dentários ou financeiros, etc.

Caixa 3 ☐
Indicar somatório

4. Atividades e capacidade funcional:
Relativamente ao mês passado, eu classificaria a minha atividade como:

☐ normal sem limitações e sou capaz de fazer a minha vida diária (0)
☐ não estou normal, mas sou capaz de fazer grande parte das minhas atividades diárias habituais (1)
☐ não me sinto capaz de realizar a maioria das minhas atividades e fico na cama ou sentado menos de metade do dia (2)
☐ sou capaz de realizar poucas atividades e passo a maior parte do dia na cama ou sentado (3)
☐ passo a maior parte do tempo na cama (3)

Caixa 4 ☐
Indicar valor mais alto

O restante questionário será preenchido pelo seu nutricionista, médico ou enfermeiro. Obrigado.

Somatório das caixas 1 a 4 ☐ **A**

©FD Ottery 2005, 2006, 2015 v03.22.15
Portugal 15-003 v07.17.15
Email: faithotterymdphd@aol.com ou info@pt-global.org

Scored Patient-Generated Subjective Global Assessment (PG-SGA)
Avaliação Global Subjetiva – Preenchida Pelo Doente

Somatório das caixas 1 a 4 (Ver página 1) ☐ **A**

Folha de Trabalho 1 - Pontuação da perda de peso
Para determinar a pontuação usar o valor do peso de há 1 mês, se disponível. Usar o valor de há 6 meses apenas quando não existe o de há 1 mês. Usar os pontos abaixo para pontuar a variação de peso e adicionar 1 ponto extra se o doente tiver perdido peso durante as duas últimas semanas. Registar a pontuação total na caixa 1 da PG-SGA.

Perda de peso em 1 mês	Pontos	Perda de peso em 6 meses
≥ 10%	4	≥ 20%
5 - 9,9%	3	10 - 19,9%
3 - 4,9%	2	6 - 9,9%
2 - 2,9%	1	2 - 5,9%
0 - 1,9%	0	0 - 1,9%

$$\frac{\text{P anterior} - \text{P atual}}{\text{P anterior}} \times 100$$

Pontuação da Folha de Trabalho 1 ☐

Folha de Trabalho 2 – Patologias e a sua relação com as necessidades nutricionais
Todos os diagnósticos relevantes (especificar) _____
Estadiamento da doença primária (assinale se conhecido ou apropriado) I II III IV Outro _____
A pontuação é calculada adicionando um ponto por cada uma das seguintes condições clínicas que o doente apresente:
☐ Cancro ☐ SIDA ☐ Caquexia Cardíaca ou Pulmonar ☐ Úlcera de decúbito, ferida aberta ou fístula
☐ Existência de traumatismo ☐ Idade superior a 65 anos ☐ Insuficiência Renal Crónica

Pontuação da Folha de Trabalho 2 ☐ **B**

Folha de Trabalho 3 - Necessidades metabólicas
A pontuação para o *stress* metabólico é determinada por um número de variáveis que estão associadas ao aumento das necessidades proteicas e calóricas. Nota: A pontuação desta folha de trabalho resulta de um somatório dos pontos relativos à febre ou à duração da febre (o valor mais elevado destas duas variáveis) e relativos aos corticosteroides, de forma a que um doente que tem de febre 38,8ºC (3 pontos) há menos de 72 horas (1 ponto) e está em tratamento com 10mg de prednisona (2 pontos) totalizaria 5 pontos.

	Sem *Stress* (0 pts)	Baixo *Stress* (1 pt)	*Stress* Moderado (2 pts)	*Stress* Elevado (3 pts)
Febre	Sem febre	>37,2 e <38,3ºC	≥38,3 e <38,8ºC	≥38,8ºC
Duração da febre	Sem febre	<72 horas	72 horas	>72 horas
Corticosteroides	Sem corticoterapia	Dose baixa (<10mg equival. prednisona/dia)	Dose moderada (≥10 a <30mg equival. prednisona/dia)	Dose elevada (≥30mg equival. prednisona/dia)

Pontuação da Folha de Trabalho 3 ☐ **C**

Folha de Trabalho 4 - Exame físico
O exame físico inclui uma avaliação subjetiva de 3 aspetos da composição corporal: músculo, gordura e fluídos. Uma vez que é subjetivo, cada item deste exame é cotado pelo grau de défice. Embora subjetivo, o impacto do défice muscular é superior ao da gordura. Definição das categorias: 0 = sem défice, 1+ = défice ligeiro, 2+ = défice moderado, 3+ = défice grave. A pontuação do défice destes três aspetos não é somatória mas é usada para determinar clinicamente o grau global de défice (ou de edema).

Estado do compartimento muscular:	Sem défice	Défice ligeiro	Défice mod.	Défice grave
Região temporal (músculos temporais)	0	1+	2+	3+
Clavículas (peitorais e deltóides)	0	1+	2+	3+
Ombros (deltóides)	0	1+	2+	3+
Músculos interósseos	0	1+	2+	3+
Omoplata (*latísimus dorsi*, trapézio, deltóide)	0	1+	2+	3+
Coxa (quadricípedes)	0	1+	2+	3+
Gémeos (*gastrocnemius*)	0	1+	2+	3+
Classificação do estado muscular global	**0**	**1+**	**2+**	**3+**
Reservas de gordura:				
Gordura periorbitária	0	1+	2+	3+
Prega tricipital	0	1+	2+	3+
Gordura adjacente às costelas inferiores	0	1+	2+	3+
Classificação do défice global de gordura	**0**	**1+**	**2+**	**3+**

Estado de fluídos:	Sem edema	Edema ligeiro	Edema mod.	Edema grave
Edema do tornozelo	0	1+	2+	3+
Edema do sacro	0	1+	2+	3+
Ascite	0	1+	2+	3+
Classificação do estado de fluídos global	**0**	**1+**	**2+**	**3+**

O impacto do défice muscular prevalece sobre o da gordura e o edema.

A pontuação do exame físico é determinada pela classificação subjetiva global do défice corporal.
Sem défice = 0 pontos
Défice ligeiro = 1 ponto
Défice moderado = 2 pontos
Défice grave = 3 pontos

Pontuação da Folha de Trabalho 4 ☐ **D**

Folha de Trabalho 5 - Categorias de avaliação global da PG-SGA
A Avaliação Global é subjetiva e pretende refletir uma apreciação qualitativa das Caixas 1-4 e da Folha de Trabalho 4 (Exame Físico). Assinale em cada item e, conforme os resultados obtidos, selecione o Estádio (A, B ou C).

	☐ Estádio A Bem nutrido	☐ Estádio B Moderadamente desnutrido OU em risco de desnutrição	☐ Estádio C Gravemente desnutrido
Peso	Sem perda de peso OU aumento recente de peso (sem edema)	≤5% perda de peso em 1 mês (ou ≤10% em 6 meses) OU perda de peso progressiva	>5% perda de peso em 1 mês (ou >10% em 6 meses) OU perda de peso progressiva
Ingestão alimentar	Sem défice OU melhoria recente significativa	Diminuição clara da ingestão	Diminuição grave da ingestão
Sintomas com impacto nutricional	Nenhuns OU melhoria recente significativa permitindo ingestão adequada	Presença de sintomas com impacto nutricional (caixa 3)	Presença de sintomas com impacto nutricional (caixa 3)
Capacidade funcional	Sem défice OU melhoria recente significativa	Défice funcional moderado OU deterioração recente	Défice funcional grave OU deterioração recente significativa
Exame físico	Sem défice OU défice crónico mas com melhoria clínica recente	Evidência de depleção ligeira ou moderada de massa muscular e/ou tónus muscular à palpação e/ou gordura subcutânea	Sinais claros de desnutrição (ex. depleção grave de massa muscular, gordura e possível edema)

AVALIAÇÃO GLOBAL
Estádio A, B ou C ☐
Ver Folha de Trabalho 5

PONTUAÇÃO TOTAL DA PG-SGA
(Pontuação numérica total de A + B + C + D) ☐
Ver Recomendações de triagem nutricional

Recomendações de triagem nutricional:
A pontuação total da PG-SGA é usada para determinar a intervenção nutricional individualizada incluindo o aconselhamento ao doente e família, o controlo de sintomas (incluindo intervenções farmacológicas) e a seleção da intervenção nutricional apropriada (através de alimentos, suplementos nutricionais, nutrição entérica ou parentérica).
A 1ª linha de intervenção nutricional corresponde a um controlo ótimo de sintomas.
Triagem de acordo com a pontuação total da PG-SGA:
0 – 1 Não é necessário intervenção nutricional de momento. Reavaliar regularmente e por rotina durante o tratamento;
2 – 3 Aconselhamento ao doente e família por um nutricionista, enfermeiro ou outros clínicos, com intervenção farmacológica, tal como indicado na caixa 3 (Sintomas) e por resultados laboratoriais, conforme apropriado;
4 – 8 Requer intervenção nutricional por nutricionista em conjunto com o enfermeiro ou médico conforme indicado na caixa 3 (Sintomas);
≥ 9 Indica uma necessidade crítica para um melhor controlo dos sintomas e/ou intervenção nutricional.

Assinatura do clínico: _____ Data ___/___/_____

Avaliação Global Subjetiva – Preenchida pelo Doente (PG-SGA). Traduzido, adaptado e validado para população portuguesa de *Scored Patient-Generated Subjective Global Assessment* PG-SGA (©FD Ottery, 2005, 2006, 2015) Portugal 15-003 v07.17.15, com permissão e colaboração de Dr. Faith Ottery, MD, PhD. *Email:* info@pt-global.org

Anexo F

Algoritmo de operacionalização dos critérios GLIM utilizado no presente estudo

Critérios Fenotípicos

A. Perda de peso não intencional:
1 = > 5% nos últimos 6 meses;
2 = > 10% há mais de 6 meses;
3 = > 20% há mais de 6 meses. ☐

B. Índice de Massa Corporal - IMC (kg/m2):
1 = < 20 kg/m2, se idade < 70 anos
2 = < 22 kg/m2, se idade ≥ 70 anos
3 = < 18,5 kg/m2, se idade < 70 anos
4 = < 20 kg/m2, se idade ≥ 70 anos ☐

C. Redução da massa muscular:
C1: Baixa força muscular (FPM): < 27 kg (♂) ou < 16 kg (♀)
C2: Perímetro Geminal (cm): < 33cm (♂) ou < 32cm (♀) ☐

Critérios Etiológicos

D. Redução da ingestão ou absorção alimentar:
D1. Ingestão ≤ 50% das necessidades energéticas nas últimas 1 a 2 semanas;
D2. Ingestão reduzida superior a 2 semanas;
D3. Alteração GI que prejudique a assimilação ou absorção dos alimentos. ☐ ☐
Sim Não

E. Gravidade da doença/ inflamação:
E1. Doença aguda/ lesão (infeção major, sepsis e trauma);
E2. Doença crónica (cancro, DPOC, doença cardíaca congestiva e doença renal crónica);
☐ ☐
Sim Não

Malnutrição ou desnutrição: se existir pelo menos 1 critério em cada secção

Determinação da Gravidade de Desnutrição

☐ **Grau 1 - Desnutrição Moderada (critérios fenotípicos com pontuação < 3)**

☐ **Grau 2 - Desnutrição Grave (pelo menos um critério fenotípico com pontuação ≥ 3)**

Fonte: Adaptado dos critérios da Global Leadership Initiative on Malnutrition (GLIM)[48] e do protocolo utilizado no presente estudo.

Anexo G

Valores de referência e critérios

Tabela i: Pontos de corte utilizados para o diagnóstico da sarcopenia segundo o EWGSOP2[49].

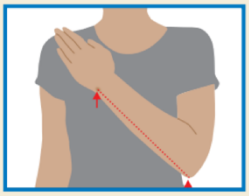
Critérios para o diagnóstico de Sarcopenia

Baixa força Muscular	+	Baixa Massa Muscular
Dinamometria		**BIA**
Homem: < 27 kg Mulher: < 16 kg		**ASM*:** Homens < 20 kg; Mulheres < 15 kg **ou** **ASMI (ASM/estatura²)*:** Homens < 7,0 kg/m²; Mulheres < 5,5 kg/m²

*ASM, massa muscular apendicular; ASMI, índice de massa muscular apendicular ajustado à estatura

Tabela ii: Valores de estatura estimados pelo comprimento cubital a partir do sexo e da idade.

Estimating height from ulna length



Measure between the point of the elbow (olecranon process) and the midpoint of the prominent bone of the wrist (styloid process) (left side if possible).

Height (m)	men (<65 years)	1.94	1.93	1.91	1.89	1.87	1.85	1.84	1.82	1.80	1.78	1.76	1.75	1.73	1.71
	men (≥65 years)	1.87	1.86	1.84	1.82	1.81	1.79	1.78	1.76	1.75	1.73	1.71	1.70	1.68	1.67
	Ulna length (cm)	32.0	31.5	31.0	30.5	30.0	29.5	29.0	28.5	28.0	27.5	27.0	26.5	26.0	25.5
Height (m)	Women (<65 years)	1.84	1.83	1.81	1.80	1.79	1.77	1.76	1.75	1.73	1.72	1.70	1.69	1.68	1.66
	Women (≥65 years)	1.84	1.83	1.81	1.79	1.78	1.76	1.75	1.73	1.71	1.70	1.68	1.66	1.65	1.63
Height (m)	men (<65 years)	1.69	1.67	1.66	1.64	1.62	1.60	1.58	1.57	1.55	1.53	1.51	1.49	1.48	1.46
	men (≥65 years)	1.65	1.63	1.62	1.60	1.59	1.57	1.56	1.54	1.52	1.51	1.49	1.48	1.46	1.45
	Ulna length (cm)	25.0	24.5	24.0	23.5	23.0	22.5	22.0	21.5	21.0	20.5	20.0	19.5	19.0	18.5
Height (m)	Women (<65 years)	1.65	1.63	1.62	1.61	1.59	1.58	1.56	1.55	1.54	1.52	1.51	1.50	1.48	1.47
	Women (≥65 years)	1.61	1.60	1.58	1.56	1.55	1.53	1.52	1.50	1.48	1.47	1.45	1.44	1.42	1.40

Tabela do *Malnutrition Universal Screening Tool* (MUST)[42].

