

Ângulo de fase, o que é e qual a sua aplicabilidade em avaliação nutricional: uma revisão sistemática

Phase angle, what is it and what is its applicability in nutritional assessment: a systematic review

Amanda Puttini Rodrigues Lupinacci¹, Thaienny de Freitas Abreu², Sandra Bragança Coelho³

¹Discente do curso de nutrição da Universidade Federal de Lavras - UFLA

²Discente do curso de nutrição da Universidade Federal de Lavras - UFLA

³Nutricionista, professora doutora da Universidade Federal de Lavras - UFLA

Resumo

Este estudo tem como finalidade buscar a definição de ângulo de fase e sua aplicabilidade em avaliação nutricional através de uma revisão sistemática baseada no método PRISMA. Foram analisadas 4 bases de dados (Science Direct, Scielo, PubMed e Periódico Capes) e encontrados 759 artigos que usaram o ângulo de fase como método de avaliação nutricional, sendo 200 artigos no Science Direct, 16 no Scielo, 303 no Periódico Capes e 240 no PubMed. Após a aplicação dos critérios de elegibilidade, foram incluídos 44 artigos na revisão, publicados de 2011 a 2021 e conduzidos com crianças, adultos e idosos de ambos os sexos. A bioimpedância, considerada um método não invasivo, seguro e factível para estimar a composição corporal, gera o valor do ângulo de fase, interpretado como indicador de integridade da membrana e massa celular corporal. Este valor supera outras ferramentas mais complexas de avaliação nutricional, podendo ser usado como diagnóstico de desnutrição em estágios iniciais e avançados; diagnóstico de sarcopenia; biomarcador do perfil metabólico e prognóstico confiável para monitoramento clínico ao prever o tempo de internação hospitalar, complicações infecciosas e mortalidade em pacientes críticos.

Palavras-chave: prognóstico, diagnóstico nutricional, bioimpedância, estado nutricional

Abstract

This study aims to seek a phase angle definition and its nutritional phase plan and its applicability in evaluation through a review based on the PRISMA method. There were 4 databases analysed (Science Direct, Scielo, PubMed and Capes Periodical) and found 759 articles that used phase angle as a nutritional assessment method, with 200 articles in Science Direct, 16 in Scielo, 303 in Capes Periodical and 240 in PubMed. After applying the eligibility inclusion criteria, 44 articles were included in the review, published from 2011 to 2021 and forecast with children, adults, elderly in both sexes. Bioimpedance, a non-invasive, safe and feasible method for estimating body composition, generates the phase angle value, interpreted as an indicator of membrane integrity recognition and body cell mass. This value surpasses other more advanced nutrition tools and can be used as a diagnostic assessment for malnutrition in early and advanced stages; diagnosis of sarcopenia; metabolic profile biomarker and reliable prognostic to predict length of hospital stay, infectious complications and critical patient mortality.

Keywords: prognosis, nutritional diagnosis, bioimpedance, nutritional status

1 INTRODUÇÃO

O estado nutricional demonstra o quanto as necessidades fisiológicas por nutrientes estão sendo alcançadas, a fim de se obter o equilíbrio entre ingestão e necessidade de nutrientes. Quando alterado, a composição e funções do organismo são prejudicadas tornando-se um fator que contribui para o aumento da morbi-mortalidade¹.

Existem diversas ferramentas de diagnóstico e avaliação do estado nutricional que tem por objetivo identificar distúrbios e riscos nutricionais, bem como a sua gravidade para traçar condutas que possibilitem a recuperação ou manutenção adequada do estado de saúde de um indivíduo ou um grupo populacional².

Essa avaliação pode ser feita através de métodos convencionais e não-convencionais. São métodos convencionais aqueles tradicionalmente usados por sua consolidada utilização tanto na prática clínica quanto em estudos epidemiológicos. Os quais têm como características principais: a) praticidade; b) custo aceitável; c) refletem com certa precisão o estado nutricional do indivíduo. Já os métodos não-convencionais são aqueles que apresentam limitações no seu uso, como equipamentos de custo elevado, dificuldades técnicas para sua execução, entre outras, que impossibilitam seu uso de forma rotineira. Geralmente são métodos mais sensíveis, utilizados como referência em pesquisas³.

Portanto, cada ferramenta de avaliação tem sua capacidade de mensuração que pode variar quanto à complexidade, fornecendo vantagens e desvantagens, não existindo até o momento, um teste considerado padrão-ouro⁴.

Dentre os métodos convencionais, os antropométricos, de composição corporal e medidas laboratoriais podem ser influenciados por fatores não nutricionais⁵ como alterações metabólicas e de hidratação, mobilização do paciente, restrições ao leito, alterações da homeostase fisiológica, ventilação mecânica e sedação que são comuns em um ambiente de cuidado intensivo. Esses fatores fazem com que a avaliação do estado nutricional seja limitada nestes casos^{6,7}.

Por mais de 40 anos, a bioimpedância elétrica (BIA) tem sido promovida como um método não invasivo, seguro e factível para a estimativa da composição corporal^{7,8}. Este método mensura parâmetros de composição corporal, assim como o valor de ângulo de fase, interpretado como indicador de integridade da membrana e massa celular corporal⁶.

A capacitância dos tecidos (X_c) e resistência (R) são dados obtidos por meio da BIA e posteriormente são calculados pela fórmula do arco tangente ($R / X_c \times 180^\circ / \pi$). A capacitância dos tecidos (X_c) está relacionada à celularidade, tamanho da célula e integridade da membrana

celular. A resistência (R) depende do estado de hidratação dos tecidos. Essa proporção dos componentes resulta em um ângulo, denominado ângulo de fase (AF)⁹.

Estudos recentes mostram que o baixo valor de AF está associado a risco nutricional, aumento da morbidade e mortalidade^{10, 11}.

Por esta razão, AF tem sido útil para identificar disfunções da integridade da membrana celular e estado nutricional; sendo visto como um importante marcador prognóstico para muitos contextos clínicos¹², inclusive a desnutrição¹³.

Este estudo tem como objetivo definir o AF e descrever a sua aplicabilidade em avaliação nutricional.

2 METODOLOGIA

2.1 Estratégia de pesquisa e critério de seleção

Duas autoras (APRL e TFA) realizaram as pesquisas, de forma independente, nas bases de dados Scielo, PubMed, Periódico Capes e Science Direct. Para essa revisão, a busca bibliográfica surgiu através da seguinte pergunta “ângulo de fase, o que é e qual sua aplicabilidade em avaliação nutricional?”

Este estudo foi baseado na metodologia PRISMA, que consiste em um checklist com 27 itens e um fluxograma de quatro etapas, que ajuda a melhorar os relatos de revisões sistemáticas.

Para a busca nas bases de dados informadas acima, foram pesquisados termos como “ângulo de fase” e “ângulo de fase + avaliação nutricional”. Para que fosse possível obter um maior número de resultados na pesquisa, estes termos também foram buscados em inglês, como “phase angle” e “phase angle + nutritional assessment”.

Como critério de elegibilidade, foram selecionados estudos realizados em todas as idades e ambos os sexos; que usaram o AF como método de avaliação nutricional, como forma de prever com maior sensibilidade os riscos de desnutrição em determinada população e como prognóstico relacionado a nutrição em diversas patologias e estados clínicos; artigos originais; publicados em português, inglês ou espanhol; publicados entre 2011 e 2021 e artigos disponíveis na íntegra.

Foram excluídos da seleção, artigos que utilizavam AF para outros fins, que não fosse avaliação nutricional e que não pertenciam ao escopo da ciência da Nutrição; artigos com ausência de dados sobre o uso do AF para prever risco nutricional; artigos sem disponibilidade de textos completos e artigos de revisão.

2.2 Seleção de estudo e extração de dados

A seleção dos estudos foi realizada em etapas: a) leitura dos títulos dos artigos, selecionando apenas aqueles que se encaixavam para a pesquisa; b) leitura dos resumos dos artigos selecionados pelo título, e eliminação dos que não se encaixavam nos critérios de seleção; c) leitura na íntegra dos artigos selecionados através das etapas anteriores, elegendo por fim, quais seriam usados para a revisão.

Todas essas etapas foram realizadas pelas duas autoras desta revisão, de forma independente. Por isso, após a leitura do título de forma independente pelas autoras, foi necessário incluir a etapa de exclusão dos artigos duplicados, pois muitos apareciam nas duas buscas.

Após finalizar as etapas acima descritas, foi feito um quadro (Quadro 1) com a extração das principais informações de cada artigo selecionado para a revisão, como: título, autoria e ano de publicação; objetivos, métodos e conclusão.

3 RESULTADOS

3.1 Seleção de estudos

Após as buscas realizadas em todas as plataformas selecionadas, foram encontrados um total de 759 artigos, sendo 200 no Science Direct, 16 no Scielo, 303 no Periódico Capes e 240 no PubMed.

A figura I representa o fluxograma com as 4 etapas baseadas no método PRISMA, com o número de artigos excluídos e selecionados em cada etapa. Foram removidos (n=483) artigos pela leitura do título por não apresentarem os termos acima citados. Em seguida, foram removidos os artigos em duplicata (n=137). Quarenta e cinco artigos foram removidos através dos resumos por não cumprirem os critérios de inclusão, seis foram excluídos por não possuírem o resumo disponível para leitura e vinte e dois foram excluídos por não ter o artigo disponível na íntegra. O texto completo dos 66 estudos potencialmente relevantes foram lidos e examinados pelas duas autoras e 44 foram considerados adequados para esta revisão sistemática.

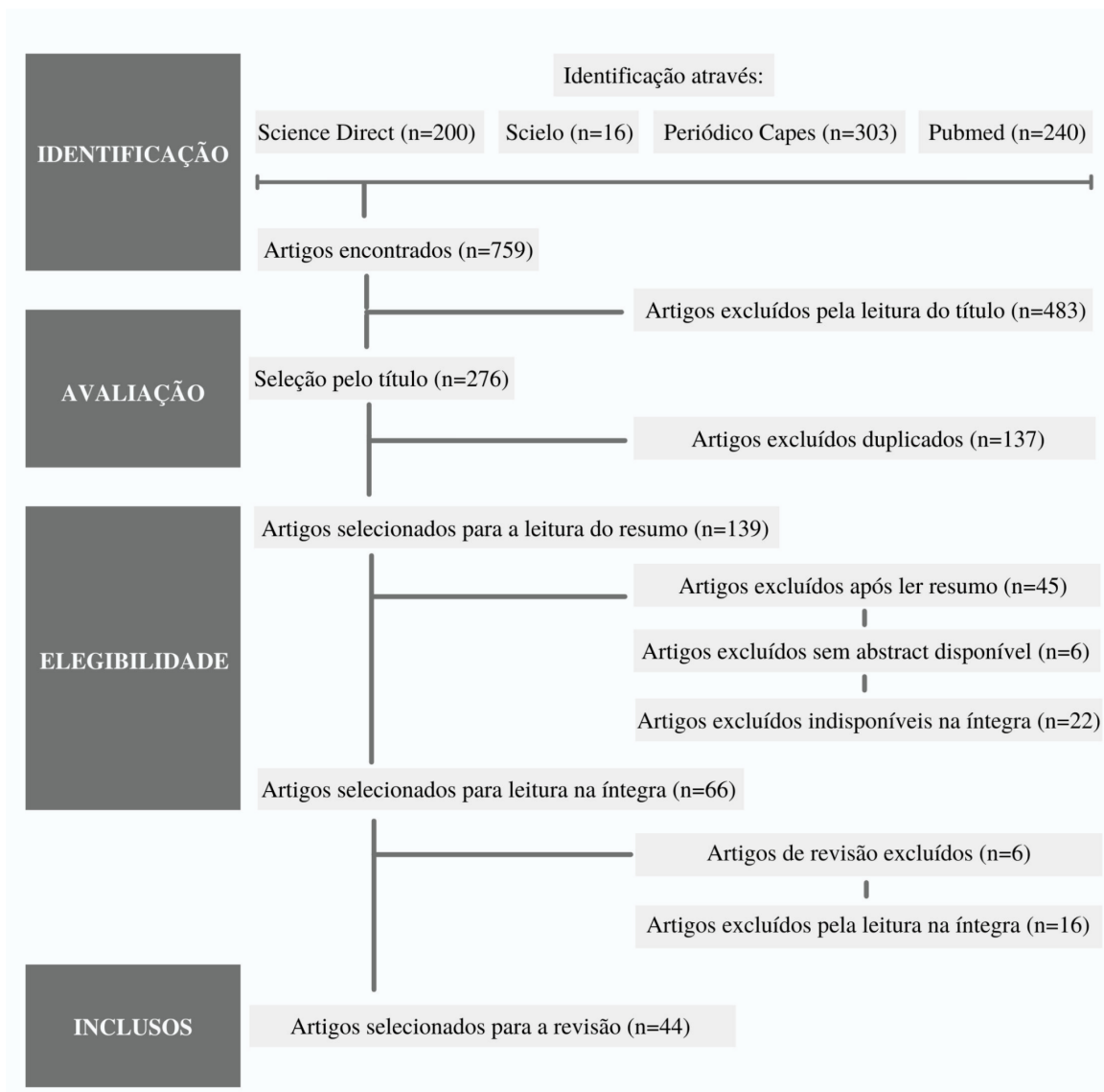


Figura I: Fluxograma de 4 etapas baseado no método prisma com os resultados da seleção dos artigos

3.2 Características dos estudos

Os artigos foram publicados de 2011 a 2021. Dos 44 artigos selecionados para a revisão, 5 estudos foram conduzidos com crianças, 5 em idosos e o restante em adultos de 18 a 59 anos.

O quadro 1 apresenta as características mais relevantes dos artigos selecionados. Em 28 estudos o AF foi medido na frequência de 50kHz; em 1 estudo o AF foi medido na frequência entre 5 a 200 kHz; em 2 estudos o AF foi medido em 6 frequências diferentes (1, 5, 50, 250, 500, 500 e 1000kHz); em 1 estudo o AF foi medido na frequência entre 50 e 60 kHz; e nos outros 12 estudos não foi especificada qual a frequência utilizada na BIA para a medição.

Todos os artigos levaram em consideração AF em ambos os resultados e seções de discussão.

Quanto ao tamanho das amostras, dezenove artigos têm amostra inferior a 100 indivíduos, vinte e três entre 100 e 500 e apenas dois artigos superior a 500 indivíduos.

Em 10 estudos, o AF foi avaliado como preditor de morte, ou seja, quanto menor o AF menor a chance de sobrevivência e em 3 estudos o AF baixo foi associado ao maior tempo de internação hospitalar. Em 19 estudos, o AF foi associado à desnutrição em patologias e síndromes específicas e em 6 estudos foi avaliado a sarcopenia nestas condições. Em 2 deles, o AF foi avaliado em pacientes submetidos a cirurgia bariátrica e em 2 em pacientes com doença de Crohn. Nos demais, o AF foi avaliado em pacientes transplantados, com artrite idiopática, pré-cirúrgicos e com hepatite.

Contexto	Título	Objetivo	Método	Resultados
CRIANÇAS E/OU ADOLESCENTES				
Preditor de mortalidade	AF da BIA como uma ferramenta de prognóstico e estado nutricional para crianças e adolescentes submetidos ao transplante de células-tronco hematopoéticas (HSCT)¹⁴	Associar AF e seu valor prognóstico para crianças e adolescentes submetidos ao HSCT.	Estudo prospectivo n=67, com idades entre 3 a 20 anos. 35 controles foram avaliados pela BIA e por medidas antropométricas. Foi calculado a sobrevivência e determinada a concordância entre o AF e outros parâmetros de avaliação nutricional.	O AF pode ser útil como um indicador de sobrevivência e estado nutricional para pacientes HSCT, além de ser uma ferramenta mais precisa do que outros métodos de avaliação nutricional.
Osteogênese imperfeita	AF e critérios da Organização Mundial de Saúde (OMS) na avaliação do estado nutricional em crianças com osteogênese imperfeita¹⁵	Comparar AF de crianças com osteogênese imperfeita (OI), avaliar o estado nutricional desses pacientes pelo Índice de Massa Corporal (IMC) proposto pela OMS.	Estudo transversal n= 7 com OI e grupo controle composto por 17 crianças saudáveis de mesmo sexo e idade. Foram aferidos peso e estatura e BIA. Posteriormente, o AF foi calculado.	O AF de 4,74° detectou risco nutricional em crianças com OI, sendo uma ferramenta útil para triagem nutricional nesta população. O AF do grupo controle foi de 5,5°.
Artrite idiopática juvenil	Composição corporal e ângulo de fase como indicador do estado nutricional em crianças com artrite idiopática juvenil (AIJ)¹⁶	Avaliar a composição corporal e o AF em crianças com diagnóstico de AIJ.	Estudo transversal n=46 com idade entre 4 e 18 anos. Em crianças com AIJ e grupo controle saudáveis foi realizada BIA com cálculo do AF.	Os resultados obtidos indicam maior risco de desnutrição em crianças e adolescentes com AIJ em comparação com seus pares saudáveis.
Desnutrição na DII	Ângulo de fase da bioimpedância como indicador de desnutrição em crianças hospitalizadas com diagnóstico de doenças inflamatórias intestinais (DII)¹⁷	Avaliar a composição corporal e o estado nutricional de crianças e adolescentes hospitalizados com DII.	Estudo consistiu n=59. Foram feitas avaliações através da BIA e cálculo do AF.	O AF mais baixo ($5,34^\circ \pm 1,34$), juntamente com os parâmetros de composição corporal mais baixos demonstram pior estado nutricional e funcional em crianças com DII.

Desnutrição e baixa estatura	Associação entre o ângulo de fase e as classificações do índice estatura-idade de crianças <5 anos¹⁸	Investigar se existem diferenças no AF de acordo com as classificações de Estatura por Idade (E/I) de crianças <5 anos.	Estudo transversal n=100, 54% mulheres e 46% homens. Dados antropométricos foram coletados, resistência e reatância da BIA.	Crianças com baixa estatura apresentam valores de AF mais elevados (média de 4,5° com risco de raquitismo e 4,6° com raquitismo) do que crianças com E/I adequada (média de 3,9°).
ADULTOS				
Desnutrição	Concordância e associação entre o ângulo de fase e os parâmetros de avaliação do estado nutricional em pacientes cirúrgicos¹⁹	Avaliar a concordância e a associação entre AF e parâmetros do estado nutricional em pacientes cirúrgicos.	Estudo transversal n=98. O risco e o estado nutricional foram avaliados por meio da Nutritional Risk Screening 2002 (NRS-2002), Avaliação Global Subjetiva (SGA), IMC e da Contagem Total de Linfócitos (CPT). Essas avaliações foram comparadas com a média de AF .	O AF apresentou fraca concordância com os métodos de avaliação nutricional, apesar de os menores valores do AF (<0,8°) terem sido encontrados em pacientes desnutridos.
Desnutrição & Preditor de morte	O ângulo de fase da bioimpedância como indicador de desnutrição e desfecho clínico adverso em pacientes cirúrgicos cardíacos²⁰	Investigar se AF é um indicador de subnutrição e evolução clínica em cirurgia cardíaca.	Estudo prospectivo n=325. Analisou as associações entre o AF pré-operatório, IMC, perda de peso não intencional e MLG, força muscular, função imunológica e resultados clínicos adversos.	Um baixo AF (<5,38°) pré-operatório está associado à desnutrição, e aumenta o risco de resultados clínicos adversos após cirurgia cardíaca, além de identificar a desnutrição.
Desnutrição	O ângulo de fase determinado pela análise de bioimpedância elétrica pode avaliar o risco nutricional? Uma comparação entre indivíduos saudáveis e hospitalizados²¹	Determinar os valores de corte para AF comparando com outras ferramentas em pacientes no hospital	Estudo com amostra n=40. A sensibilidade e a especificidade foram calculadas para AF em comparação com NRS-2002, SGA e albumina sérica. Os valores de corte foram também avaliados.	O AF parece ser uma ferramenta de triagem útil para avaliar o risco nutricional sem ter que aferir peso ou altura. AF foi considerado baixo quando <5° em homens e <4,6° em mulheres.
Desnutrição & Preditor de mortalidade	O baixo ângulo de fase determinado pela bioimpedância elétrica está associado à desnutrição e ao risco nutricional na admissão hospitalar²²	Determinar a associação entre AF, BIA e risco nutricional pela NRS-2002, SGA, tempo de internação hospitalar e não sobrevivida de 30 dias em pacientes no hospital	Estudo com amostra n=61. O AF foi determinado pela BIA em pacientes no hospital e comparado com controles saudáveis pareados por idade, sexo e altura. AF baixo foi estabelecido em <5,0° (homens) e <4,6° (mulheres).	Há uma associação significativa entre baixo AF (<5° para homens; <4,6° para mulheres) e risco nutricional, tempo de internação hospitalar e não sobrevivência. O AF é útil para identificar pacientes que estão em risco nutricional na admissão hospitalar.

Desnutrição	Avaliação da Desnutrição em Pacientes em Hemodiálise: Papel da Análise de Bioimpedância Elétrica Ângulo de Fase ²³	Determinar o marcador mais potente de desnutrição pela BIA e ajustar sua aplicação a pacientes em hemodiálise (HD).	Estudo observacional n=99. Pacientes em HD avaliados pela SGA, albumina sérica, IMC e gordura derivada de BIA e AF.	O AF é o preditor mais potente de desnutrição, e pode ser ajustado para o excesso de fluido após a HD, idade e sexo e usado de acordo.
	A desnutrição avaliada pelo ângulo de fase determina desfechos em pacientes de cirurgia cardíaca de baixo risco ²⁴	Determinar se AF é um marcador de desnutrição e morbidade pós-operatória de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca.	Estudo prospectivo n=342. O estado nutricional foi avaliado através da BIA no dia anterior à cirurgia programada. Os impactos de baixo AF no tempo de permanência em uma UTI e no resultado de pós-operatório foram avaliados.	Um baixo AF ($4.4^\circ \pm 0.58$) pré-operatório é um indicador de desnutrição e determina resultados adversos após cirurgia cardíaca.
	Concordância dos novos critérios ESPEN com baixo ângulo de fase na definição de estágios iniciais de desnutrição em cirurgia cardíaca ²⁵	Avaliar a incidência de desnutrição em pacientes cardíacos cirúrgicos implementando critérios de diagnóstico ESPEN para determinar se são concordantes com a análise de BIA e AF.	Estudo prospectivo n=549. O estado nutricional foi avaliado um dia antes da cirurgia cardíaca usando as ferramentas de triagem de desnutrição NRS-2002, MUST e MNA-SF, e BIA. Pacientes em risco de desnutrição eram mais estudados. Foram avaliados o impacto do AF na permanência dos pacientes em UTI e nos resultados no pós-operatório.	Menos pacientes são classificados como desnutridos pelos critérios ESPEN como aqueles identificados pelo AF, podendo ajudar no campo da cirurgia cardíaca.
Desnutrição & Preditor de mortalidade na UTI	O ângulo de fase está relacionado ao resultado após a admissão na UTI; um estudo observacional ²⁶	Comparar a porcentagem de desnutrição em pacientes internados para a UTI, de acordo com Questionário curto de avaliação nutricional (SNAQ) com o AF.	Estudo observacional prospectivo n=299, sendo 66% do sexo masculino com idade de aproximadamente 66 anos e IMC 27 kg / m ² .	De acordo com o SNAQ, houve 16% de desnutrição e de acordo com AF, houve 36%. O AF de desnutrição foi de <5 em homens e <4,6 em mulheres. O AF baixo foi considerado um indicador independente de mortalidade.
Desnutrição	Avaliação do estado nutricional de pacientes críticos usando a ferramenta universal de triagem de desnutrição e ângulo de fase ²⁷	Avaliar o estado nutricional de pacientes críticos usando o método MUST e BIA.	Estudo observacional transversal n=321. Foi examinado o estado nutricional pelo menos 1 semana após a admissão na UTI usando MUST, AF e medidas antropométricas.	O uso de MUST pacientes criticamente enfermos parece fornecer uma estimativa precisa com base em sua congruência com AF.

	A análise de bioimpedância elétrica (BIA) derivada do ângulo de fase é um auxílio prático para a avaliação nutricional em pacientes hospitalizados ²⁸	Esclarecer se a fome ou repouso são necessários para uma medição confiável de AF. Além de identificar se AF, citrulina e transtirretina se correlacionam com o estado nutricional.	Estudo transversal observacional n=80 pacientes internados. O estado nutricional foi determinado por SGA, antropometria e também MUST. Os valores de AF nos diferentes estados metabólicos foram comparados. Em jejum e repouso a média do AF foi de 4,9° e não se alterou após exercício e/ou café da manhã. Em pacientes desnutridos a média foi de 5,97° e em gravemente desnutridos 3,47°. Já nos nutridos a média do AF foi de 5,97°. O AF foi considerada para definir a desnutrição quando abaixo dos intervalos de referência.	O AF é fortemente associado à SGA, supera a transtirretina circulante, tornando-se uma ferramenta promissora para avaliar o estado nutricional em pacientes hospitalares. O jejum e o repouso no leito são desnecessários.
	Determinação do estado nutricional através do ângulo de fase em pacientes em hemodiálise ²⁹	Investigar o estado nutricional e sua relação com o IMC e AF em pacientes com doença renal crônica terminal (DRCT) em hemodiálise.	Estudo com amostra n=99. A independência das associações do IMC e do AF foi determinada.	Sugere que AF e composição corporal avaliada pelo BIA poderia ser melhor do que o IMC na avaliação clínica de pacientes com essa doença.
Desnutrição & Preditor de morte	Escore de desnutrição-inflamação vs ângulo de fase na era dos critérios GLIM: um estudo transversal entre pacientes em hemodiálise nos Emirados Árabes Unidos ³⁰	Explorar a prevalência de desnutrição usando o escore de desnutrição-inflamação (MIS) e o AF.	Estudo com amostra n=70. A desnutrição foi diagnosticada com base nos critérios GLIM e questionário MIS. Foi avaliada a concordância entre as ferramentas diagnósticas (MIS, AF e critérios GLIM). Os pontos de corte específicos foram identificados para o AF de acordo com os critérios do GLIM.	O MIS teve um desempenho ligeiramente melhor no diagnóstico de desnutrição em pacientes em HD do que o AF. Os pontos de corte AF para detectar desnutrição de acordo com os critérios do GLIM foram AF ≤5,7° para homens e ≤3,8° para mulheres.
Desnutrição	Ângulo de fase como preditor de desnutrição em pessoas vivendo com HIV/AIDS ³¹	Avaliar a capacidade discriminativa de AF para detecção de desnutrição em pessoas que vivem com o HIV, com o objetivo de propor pontos de corte para essa população.	Estudo observacional retrospectivo n=427 adultos que vivem com HIV. Os participantes foram classificados de acordo com o estado de desnutrição usando Critérios GLIM. A composição corporal foi avaliada usando BIA.	O AF pode ser um preditor válido, útil e simples de desnutrição em pessoas que vivem com HIV.

Sarcopenia	Ângulo de fase como indicador de sarcopenia, desnutrição e caquexia em pacientes internados com doenças cardiovasculares ³²	O AF como um marcador de sarcopenia, caquexia e desnutrição em pacientes hospitalizados com Doença Cardiovascular (DCV).	Estudo com n=412 pacientes submetidos à reabilitação cardíaca na admissão por DCV.	O AF parece ser um marcador útil para sarcopenia, desnutrição e caquexia em pacientes hospitalizados com DCV.
	Associação do ângulo de fase com parâmetros de avaliação do estado nutricional em pacientes em hemodiálise ³³	Avaliar a associação de AF com parâmetros do estado nutricional em pacientes em HD	Estudo transversal, observacional n=101. O projeto foi desenvolvido no setor de HD de um hospital universitário público e particular.	O AF apresentou associação com alguns parâmetros de avaliação nutricional, e pode ser uma medida útil adicional para refletir o estado nutricional e avaliar a sarcopenia em pacientes em hemodiálise.
	Ângulo de fase como marcador de sarcopenia na cirrose ³⁴	Avaliar a associação entre baixos valores de AF, variáveis clínicas e nutricionais na cirrose com ênfase na sarcopenia.	Estudo transversal n=119 pacientes cirróticos do sexo masculino com idade entre 22 e 76 anos foram agrupados de acordo com seus valores de AF (> 4,9° ou 4,9°) após realizar a BIA.	Os baixos valores de AF ($\leq 5,05^\circ$) podem refletir o prognóstico da doença ao se correlacionar com sarcopenia entre outras alterações clínico-nutricionais e atuou como um bom marcador de complicação nutricional.
	Associação da sarcopenia com AF e índice de massa corporal em receptores de transplante renal ³⁵	Investigar a prevalência de sarcopenia e a sua relação com AF, IMC e fatores nutricionais	Estudo com amostra n=210 receptores de transplante renal. A idade média era 55 anos e 11,1% apresentavam sarcopenia.	Os resultados sugerem que AF e IMC podem ser usados na prática clínica para prever a sarcopenia em nestes pacientes.
Doença de crohn	Avaliação do AF bioelétrico como preditor do estado nutricional em pacientes com DC ³⁶	Avaliar o estado nutricional em pacientes com DC. Diferenças na duração da doença e medicamentos também foram considerados	Estudo transversal n=140 pacientes adultos com DC entre 18 e 65 anos submetidos a medidas de antropometria, composição corporal e FPM; além disso, foram colhidas amostras de sangue. Os dados de pacientes com DC também foram comparados com a idade, pessoas saudáveis pareadas por sexo e IMC.	O AF derivado de BIA é um indicador válido do estado nutricional em pacientes com DC, e seus valores diminuíram com o aumento da atividade da doença. A média de AF usada para a comparação foi entre 5° e 7° para indivíduos saudáveis, podendo chegar a 8,5° em atletas.

	Estado nutricional e avaliação bioelétrica do ângulo de fase em pacientes adultos com doença de Crohn recebendo terapia anti-TNFα ³⁷	Investigar o estado nutricional e o efeito de diferentes terapias em pacientes adultos com Doença de Crohn (DC).	Estudo comparativo n=45. O estado nutricional foi avaliado em 12 pacientes. Dados da BIA foram comparados com os de 20 voluntários saudáveis assintomáticos e foram obtidas a dosagem de proteína C reativa (PCR) e albuminemia nestes pacientes.	O AF é um indicador nutricional confiável em pacientes com DC e pode ser considerado como uma ferramenta adicional para avaliar a resposta ao tratamento.
Cirurgia bariátrica	O ângulo de fase da bioimpedância está associado à transtirretina sérica, mas não ao índice inflamatório e nutricional prognóstico durante o seguimento de mulheres submetidas à cirurgia bariátrica ³⁸	Avaliar AF como um índice prognóstico inflamatório e índice nutricional (PINI) em mulheres submetidas à cirurgia bariátrica.	Estudo transversal n=20 com idade média de 40,2 anos e uma altura média de 1,59 antes da cirurgia. Peso corporal, IMC, AF e componentes bioquímicos de PINI foram avaliados. A média do AF foi avaliada antes da cirurgia (7,1°); 72,0 \pm 19,5 dias após a cirurgia (5,7°) e 189,0 \pm 12,2 dias após a cirurgia (5,9°)	O AF não foi associado com PINI, embora valores mais baixos foram correlacionados com menor transtirretina sérica (TTR), sugerindo que a redução de AF está associada a um risco nutricional aumentado.
	AF e doença hepática gordurosa não alcoólica antes e depois da cirurgia bariátrica ³⁹	Analisar o AF no pós-operatório de cirurgia bariátrica e correlacioná-la com alterações da composição corporal e doença hepática.	Estudo de coorte retrospectivo n=379. Foi analisado pacientes submetidos à cirurgia bariátrica durante 2 anos. Os dados analisados foram composição corporal e AF.	O AF diminuiu (<6°) após a cirurgia bariátrica, com correlação direta com a perda de peso e mudanças na composição corporal.
Hepatite	AF como ferramenta para avaliar o estado nutricional em todos os estágios da doença hepática crônica ⁴⁰	Avaliar o AF como ferramenta de avaliação nutricional em todas as fases da Doença Hepática Crônica (DHC).	Estudo transversal n=66. Foram avaliados parâmetros antropométricos como circunferência do braço (CB), dobra cutânea tricipital (DCT), circunferência muscular do braço (CMB) e a SGA e análise de BIA.	O AF é uma ferramenta de avaliação nutricional relevante na DHC, cirrose hepática e seu papel na predição de sobrevida deve ser examinado em um estudo controlado. Pacientes com AF \leq 5,18° tiveram menor sobrevida.
	Associação entre ângulo de fase, medidas antropométricas e perfil lipídico em pacientes infectados pelo HCV ⁴¹	Investigar associações entre o AF, medidas antropométricas e perfil lipídico em pacientes infectados com o vírus da hepatite C.	Estudo com amostra n=160. A BIA, medidas antropométricas e análise do perfil lipídico sérico foram realizadas.	O AF está positivamente correlacionado com as medidas antropométricas, como massa corporal magra. E não há associação entre o AF e perfil lipídico nesses pacientes.

	Análise de Impedância Bioelétrica – Medições Derivadas na Hepatite C Crônica: Relevância Clínica da Massa Livre de Gordura e Avaliação do Ângulo de Fase ⁴²	Avaliar a prevalência de pacientes com baixo teor de índice de MLG e baixo AF entre pacientes com hepatite C crônica (CHC).	Estudo com amostra n=135, sendo 50,4% homens com idade média de 52,4 anos; 65,9% não cirróticos e 34,1% cirróticos compensados foram incluídos e avaliados por análise da BIA e SGA.	Baixo AF foi observado em pacientes não cirróticos ($6.8^\circ \pm 0.8$) e cirróticos ($6.0^\circ \pm 1.0$) compensados com hepatite C crônica.
HIV	Avaliação nutricional de pacientes infectados pelo HIV hospitalizados por meio da mensuração do escore z do AF ⁴³	Analisar os valores do AF de pacientes com infecção com o vírus da imunodeficiência humana (HIV) hospitalizados, comparando-os com parâmetros nutricionais.	Estudo transversal n=101. Foram considerados os valores do AF, percentual de perda de peso (% PP), IMC, área muscular do braço (AMB), prega cutânea tricipital (PCT), percentual de gordura corporal (% GC) e albumina.	Baixos valores do escore z do AF ($<5,3^\circ$), sugerem pior prognóstico clínico dos pacientes. Recomenda-se AF como indicador nutricional durante prestação de cuidados de saúde a doentes infectados com HIV.
Preditor de morte	Ângulo de fase e índice de Onodera em pacientes criticamente enfermos ⁴⁴	Determinar o prognóstico nutricional por meio do AF e do Índice Nutricional Prognóstico de Onodera (OPNI).	Estudo transversal descritivo n=35, envolvendo pacientes adultos internados em uma UTI. Os dados foram coletados para serem calculados indicadores de gravidade e determinar a duração da hospitalização e o resultado associado ao AF.	O AF mostrou-se uma boa ferramenta na avaliação do prognóstico nutricional em pacientes críticos. Mas é preciso mais estudos usando o OPNI com este tipo de pacientes.
	Desempenho de baixo índice de músculo esquelético baseado em TC, atenuação muscular média baixa e ângulo de fase baixo derivado de impedância bioelétrica na detecção de um risco aumentado de mortalidade relacionada à nutrição ⁴⁵	Avaliar o diagnóstico da sarcopenia na identificação de pacientes desnutridos com o risco de um aumento da mortalidade hospitalar.	Estudo prospectivo n=224; avaliando o Índice de Músculo Esquelético derivado de TC (SMI), atenuação muscular média (MA) e AF. E o cálculo do risco de mortalidade em 30 dias foi feito em até 6 dias após a tomografia.	A determinação do AF $<5^\circ$ é uma prática com alta sensibilidade e um alto valor preditivo para detectar pacientes em risco de mortalidade relacionada à nutrição, tendo um desempenho comparável ao SMI de CT ou MA.

	Associação entre ângulo de fase padronizado, estado nutricional e resultados clínicos em pacientes cirúrgicos com câncer ⁴⁶	Analisar o AF em complicações infecciosas pós-operatórias.	Estudo observacional prospectivo n=121 pacientes cirúrgicos com câncer. BIA, SGA, medidas antropométricas e força muscular foram utilizados para o diagnóstico nutricional. Os pacientes foram acompanhados até a alta ou óbito.	O AF foi associado a diferentes parâmetros do estado nutricional e foi capaz de prever complicações infecciosas pós-operatórias.
Preditor de mortalidade & maior tempo de internação hospitalar	Avaliação do ângulo de fase em pacientes oncológicos críticos: Relação com o estado nutricional, fatores prognósticos e óbito ⁴⁷	Avaliar a relação entre AF, estado nutricional e o significado do prognóstico de AF em pacientes com câncer em estado crítico.	Estudo prospectivo longitudinal n=31 pacientes de um centro de oncologia. Seus valores de AF foram obtidos dentro de 48 horas da admissão na UTI.	O AF pode representar abordagem viável para a identificação inicial de pacientes com câncer gravemente enfermos que requerem uma avaliação precoce e intervenção nutricional especializada.
Maior tempo de internação hospitalar	Baixo ângulo de fase padronizado prevê hospitalização prolongada em pacientes críticos ⁴⁸	Avaliar o desempenho do AF na identificação da desnutrição e na previsão de desfechos clínicos em pacientes adultos críticos.	Estudo observacional longitudinal n=169, envolvendo pacientes graves avaliados pela SGA e pela antropometria nas primeiras 48 horas após a admissão na UTI. Os pacientes foram acompanhados até a alta hospitalar para verificação de outros desfechos de interesse: óbito, tempo de internação e ventilação mecânica.	O AF reduzido mostrou validade preditiva satisfatória para desnutrição e também e internação prolongada nesta população. Em sobreviventes o valor de AF foi de $4,1^\circ \pm 1,3$ e em não sobreviventes de $3,2^\circ \pm 1,5$.
Transplante	Ângulo de fase está associado à força de preensão manual, mas não à sarcopenia em pacientes transplantados renais ⁴⁹	Associar a AF à sarcopenia e seus componentes em pacientes transplantados renais.	Estudo transversal n=129. O AF e a massa muscular foram avaliados por bioimpedância elétrica. A Força de Preensão Manual (FPM) também foi avaliada. Os indivíduos apresentaram valores de AF $<5,8^\circ$ e $<6,2^\circ$ para mulheres e homens, respectivamente.	O AF foi associado com FPM, mas não com a sarcopenia e seus outros componentes. Esses resultados sugerem que o AF pode ser usado como um possível preditor de força muscular em pacientes transplantados renais.
	Fatores nutricionais associados ao ajuste do AF em pacientes pré-transplante de células-tronco hematopoiéticas ⁵⁰	Avaliar a prevalência de baixo AF e a relação com o perfil clínico e nutricional em pacientes pré-transplante de células-tronco hematopoiéticas.	Estudo transversal n=80. O estado nutricional foi avaliado através de IMC, circunferências, dobras cutâneas, força de preensão manual, índice de massa muscular esquelética. Foi considerado baixo valor de AF $<5^\circ$ para ambos os sexos.	Houve prevalência considerável de pacientes com baixo AF ($<5^\circ$). Este indicador mostrou associação com índice de massa muscular esquelética.

Paciente crítico	Ângulo de Fase como Indicador do Estado Nutricional e Prognóstico em Pacientes Críticos ⁵¹	Avaliar AF como um indicador de nutricional e prognóstico em pacientes críticos.	Estudo observacional prospectivo n=112 pacientes internados. Foram considerados valores de AF <5º para homens e <4,6º para mulheres. Os valores obtidos estavam relacionados a outros parâmetros de avaliação do estado nutricional.	O AF na Unidade de Tratamento Intensivo (UTI) parece ser útil para identificar pacientes desnutridos precocemente e como uma indicação de prognóstico.
Perfil metabólico	Associação de AF com perfil metabólico em adultos: um estudo de base populacional ⁵²	Avaliar a associação de AF com o perfil metabólico em adultos de ambos os sexos.	Estudo transversal n=949 adultos de 20 a 59 anos de idade. Os resultados do AF com base na análise de BIA foram comparados com componentes do perfil metabólico.	O baixo AF ficou evidente com o aumento nos valores da circunferência da cintura, podendo ser um novo indicador de alterações no perfil cardiometabólico de adultos. A média do AF considerada foi de 7,23º para homens e 6,42º para mulheres.
IDOSOS (>60 ANOS)				
Maior tempo de internação hospitalar & sarcopenia & preditor de mortalidade	AF como marcador bioelétrico para identificar pacientes idosos com risco de sarcopenia ⁵³	Investigar a relação entre massa, força muscular, parâmetros clínicos e bioquímicos e AF em pacientes idosos que foram submetidos a avaliação geriátrica multidimensional.	Estudo realizado n=207 idosos de idade média de 76,2 anos. Foram avaliados a força muscular por prensão, força por meio de um dinamômetro portátil e a massa muscular por meio da análise de BIA.	O AF está inversamente relacionado à massa e força muscular em idosos e pode ser considerado um bom marcador bioelétrico para identificar pacientes idosos com risco de sarcopenia.
Desnutrição em idosos hospitalizados	Análise vetorial de BIA, avaliação do AF e relação com o risco de desnutrição em uma coorte de pacientes idosos frágeis do hospital no Reino Unido ⁵⁴	Investigar a aplicação de avaliações de BIA e AF em uma coorte de pacientes hospitalares idosos.	Estudo de coorte n=69. A BIA foi realizada e o AF foi calculado. Os dados foram comparados com os grupos da população de referência. Pacientes eram categorizados pelo risco de desnutrição pelo Instrumento de Triagem Universal de Desnutrição (MUST) e Mini-Avaliação Nutricional-Formulário Resumido (MNA-SF).	A redução significativa no AF ($4.7^\circ \pm 1.3$ em homens; $4.7^\circ \pm 0.7$ em mulheres) é consistente com outros estudos e indicativo de uma redução da massa celular corporal e do estado nutricional com o envelhecimento e a doença.
	Avaliação do AF por BIA e seu valor preditivo para risco de desnutrição em pacientes geriátricos hospitalizados ⁵⁵	Avaliar o valor preditivo do AF para risco de desnutrição em pacientes geriátricos hospitalizados.	Estudo transversal n= 122. Os valores do AF foram comparados com os pacientes que apresentavam risco de desnutrição e os que não apresentavam de acordo com a NRS-2002.	AF pode ser um indicador independente útil para prever o risco de desnutrição em pacientes geriátricos hospitalizados

Desnutrição pré operatória	AF e indicadores de risco do estado nutricional em pacientes pré-cirúrgicos ⁵⁶	Verificar a associação entre AF e indicadores de triagem de risco e avaliação do estado nutricional em pacientes pré-cirúrgicos.	Estudo observacional n=83. Foi estudado variáveis demográficas, clínicas e antropométricas e AF por meio da BIA.	O AF mostrou correlação com parâmetros antropométricos, sugerindo cautela na adoção isolada desse parâmetro como diagnóstico e indicador de risco nutricional.
Sarcopenia	Correlação do AF com sarcopenia e seu valor diagnóstico em homens idosos com câncer ⁵⁷	Investigar a associação do AF e sua eficácia no diagnóstico de sarcopenia em homens idosos com câncer.	Estudo com amostra n=445 homens idosos com câncer de pulmão que foram hospitalizados. Idade, IMC, FPM parâmetros antropométricos e estágio do tumor foram coletados.	O AF está relacionado aos componentes diagnósticos da sarcopenia, FPM e IMC. O valor de corte proposto neste estudo foi de 4,25°

Quadro 1: Principais características dos artigos selecionados para a revisão

4 DISCUSSÃO

O ângulo de fase é um indicador do estado nutricional por refletir a função ou dano celular, além de identificar as alterações nos fluidos intra e extracelulares e a massa celular corporal total^{58,59}. Sua aplicabilidade tem sido eficaz na prática clínica ao identificar a desnutrição e sarcopenia, além de servir como um biomarcador do perfil metabólico e marcador confiável de prognóstico clínico no monitoramento nutricional de diversas patologias e/ou síndromes. Pacientes de ambos os sexos, desde crianças até idosos (>60 anos) foram estudados em diferentes contextos clínicos, obtendo valores mais baixos de AF, quando apresentam estado nutricional inadequado.

O AF é obtido a partir de dados da análise de bioimpedância elétrica (BIA) e é calculado por meio da equação arco tangente ($R / X_c \times 180^\circ / \pi$) com valor expresso em graus ($^\circ$)⁵². A BIA é amplamente utilizada na avaliação da composição corporal através da passagem de uma corrente elétrica, e fornece os componentes vetoriais: resistência (R) e capacitância (Xc). O primeiro determina o estado de hidratação do tecido, de modo que quanto maior o teor de água, menor a resistência, isso se explica porque a água é um excelente condutor⁷. Portanto, esta resistência se caracteriza pela oposição do corpo ao fluxo da corrente elétrica⁶⁰. O segundo dado está relacionado ao tamanho da célula, integridade da membrana celular e celularidade do tecido⁶¹, além disso, Xc determina a quantidade de energia que pode ser acumulada no tecido, isto é, o quanto as células do tecido atuam como capacitores, logo, este componente pode ser denominado reatância ou capacitância⁷. Torna-se importante destacar que até o momento não existe uma padronização para o valor de AF na literatura, porém os valores entre 5,0° e 7,0° foram observados em indivíduos saudáveis na maioria das pesquisas, sendo considerado um intervalo dentro da faixa de normalidade. Maiores valores de AF sugerem membranas celulares intactas, e baixos valores de AF sugerem morte ou diminuição da integridade celular⁴.

A presente revisão sistemática observou a maior aplicabilidade do AF em diagnosticar a desnutrição ou o risco de desnutrição. As pesquisas envolvendo desnutrição em pacientes cirúrgicos²⁵, hospitalizados^{28,21} e em hemodiálise³⁰ foram as mais vistas nesta revisão, pelo fato desta condição clínica resultar em distúrbios nas propriedades elétricas dos tecidos; alterando o AF, uma vez que as doenças catabólicas estão associadas à desidratação intracelular^{61,62}. O AF é evidenciado como ferramenta capaz de diferenciar os estágios da desnutrição e determina os valores de pacientes nutridos (5,97°), desnutridos (4,39°) e gravemente desnutridos (3,47°)²⁸. A pesquisa de Kyle et al. (2012)²¹ identificou a desnutrição em pacientes hospitalizados com valores

de AF $<5,0^\circ$ em homens e $<4,6^\circ$ em mulheres, já Karavetian et al. (2019)³⁰, cuja amostra é pacientes em hemodiálise, $<5,7^\circ$ para homens e $<3,8^\circ$ para mulheres. O AF deteve concordância com as principais ferramentas de triagem em desnutrição, como: a Triagem de Risco Nutricional (NRS-2002), Avaliação Subjetiva Global (SGA), Global Leadership Initiative on Malnutrition (GLIM), Malnutrition-inflammation Score (MIS). Pacientes avaliados com risco nutricional moderado ou grave pela NRS-2002 (79,2%), obtiveram baixos valores de AF ($<5,0^\circ$ homens; $<4,6^\circ$ mulheres). Da mesma forma, pacientes avaliados pela SGA, moderadamente ou gravemente desnutridos (67%), apresentaram baixos valores de AF ($<5,0^\circ$ homens; $<4,6^\circ$)²¹. Usando os critérios GLIM como referência padrão na avaliação nutricional, o AF encontrou maior número de desnutridos quando comparado à ferramenta MIS. Isto pode indicar que o AF pode detectar a desnutrição ainda em estágio inicial, além de ter melhor desempenho quando comparado a outras ferramentas de avaliação nutricional³⁰. Topete Reyes et al. (2019)³⁷ sugerem que a composição avaliada pela BIA pode ser importante na avaliação clínica, inclusive, de pacientes com DRC: pacientes em HD avaliados pela DMS (Dialysis Malnutrition Score) com desnutrição, apresentaram maior prevalência de AF <5 e também baixo IMC (<25). O AF pode ser uma ferramenta nutricional mais específica que o IMC, pois mesmo sendo um parâmetro nutricional amplamente utilizado, sabe-se que isoladamente, pode subestimar a desnutrição mostrando a composição corporal total, não distinguindo o tipo de tecido⁴. Poucos estudos incluídos nesta revisão, também abordaram temas como: crianças¹⁷, doença de Crohn^{36,37} e cirurgia bariátrica^{38,39}; crianças desnutridas com DC apresentaram a média de valores de AF de $5,16^{017}$ e adultos desnutridos com DC em tratamento convencional apresentaram a média de $4,6^{037}$, além disso, é possível observar a diminuição dos valores de AF com o aumento da atividade da doença. Pacientes bariátricos também apresentaram menor AF ($5,9^\circ$) no pós-operatório do que no pré-operatório ($7,1^\circ$)³⁸, sugerindo risco de desenvolver desnutrição após a cirurgia³⁹, uma possível explicação para isso é que a perda de peso em decorrência da cirurgia pode alterar a proporção de fluidos, interferindo na hidratação do indivíduo e posteriormente, no valor de AF⁶³.

Nos estudos em que o AF identificou a sarcopenia dentro de diferentes cenários, como pacientes cirróticos³⁴, com câncer⁵⁷, em tratamento de hemodiálise³³ e geriátrico⁵³; valores mais baixos da ferramenta apresentaram correlação com a diminuição da massa e força muscular, que são alterações observadas, principalmente, com o envelhecimento⁴. Autores sugerem que o valor ótimo para diagnóstico da sarcopenia é $4,25^{032,57}$, no entanto Espirito Santo Silva et al. (2019)³⁴ apresenta o valor de $5,05^\circ$ já capaz de prever esta síndrome. O AF demonstra associação positiva com marcadores centrais de sarcopenia, como: força de prensão manual (FPM), albumina e

índice de massa muscular esquelética (SMI). Além disso, a sarcopenia pode ser frequentemente subnotificada em indivíduos com tecido adiposo preservado e sem comprometimento do IMC; o AF detectou a presença de sarcopenia mesmo em pacientes com alto percentual de gordura (34%)³³. Por isso, é um marcador útil no diagnóstico de sarcopenia, além de ser um método de fácil acesso e custo relativamente baixo comparado a outros métodos de imagem atuais que são usados para este fim³⁴.

O AF também demonstrou ser um marcador confiável no monitoramento nutricional e manejo clínico em diversas doenças: valores mais baixos identificaram o risco de complicações em pacientes gravemente enfermos, maior tempo de internação e maior taxa de mortalidade. O AF foi capaz de prever o risco de complicações em pacientes na UTI, ao apresentar valor $<5^\circ$ para homens e $<4,6^\circ$ para mulheres⁵¹. Além disso, dois estudos^{45,47} demonstraram que o baixo AF foi um indicativo de risco aumentado para mortalidade em pacientes críticos; no primeiro, a taxa de mortalidade foi maior em pacientes que obtiveram valores de AF $<3,8^\circ$ comparada aos pacientes com AF $>3,8^\circ$ e o segundo, valores de AF $<4,9^\circ$ para homens e $<4,3^\circ$ para mulheres. De acordo com Buter et al. (2018)⁴¹, o tempo de internação hospitalar e a mortalidade são independentes da gravidade da doença, porém dependentes, quando os pacientes apresentam baixo AF. Evidenciando esses resultados, o AF foi congruente com os índices prognósticos amplamente utilizados em UTI, como a Fisiologia Aguda e Sistema de Classificação de Doenças Crônicas de Saúde II (APACHE II)⁶³, Avaliação Sequencial de Insuficiência Orgânica (SOFA)⁴⁴ e com o Questionário curto de avaliação nutricional (SNAQ)⁴⁵. Todas estas ferramentas que apresentaram valores superiores (maior a gravidade do quadro clínico), apresentaram também, baixos valores de AF. Outros parâmetros, como AMB, PCT e CB, amplamente utilizados para avaliar o estado nutricional em pacientes críticos, também mostraram concordância com os baixos valores de AF ($<5,0^\circ$ para homens e $<4,6^\circ$ para mulheres) ao identificarem a desnutrição ou também excesso de peso. Estas associações podem reforçar a indicação deste método como preditor do estado nutricional em pacientes críticos⁵¹.

Não menos relevante, o AF foi recomendado como um biomarcador do perfil metabólico em adultos ao se relacionar inversamente com a circunferência da cintura (CC), predizendo o aumento do risco cardiovascular e o indicador da presença de inflamação⁵². Além do mais, mostrou concordância com alguns parâmetros laboratoriais, como HDL²⁶, albumina³⁴, TTR sérico³⁸, creatinina sérica³³ e PCR⁵². Contudo, um parâmetro isolado não é capaz de caracterizar o estado nutricional do indivíduo, por isso, é necessária uma associação de indicadores variáveis para melhor precisão do diagnóstico nutricional⁵¹.

A presente revisão sistemática verificou a influência de alguns fatores no valor de AF, sendo os de maior relevância: idade, sexo e a situação clínica do público alvo. Verificou-se que AF é inversamente correlacionado com a idade através de resultados secundários dos estudos. Este parâmetro se relaciona com a diminuição da massa muscular e sofre influência da relação da água intra e extracelular que são alterações observadas no envelhecimento⁴ e está significativamente associado a baixos valores e idade >60 anos⁵⁰. No que se refere ao gênero, o AF apresenta valores desiguais para homens e mulheres, e isto se explica devido a menor quantidade de massa muscular e maior porcentagem (%) de gordura corporal nas mulheres comparada aos homens, por este motivo, é proposto que o AF seja naturalmente maior nos homens³². Os estudos dentro de diferentes contextos clínicos, também apresentaram diferentes valores de AF, por estar suscetível conforme a fisiopatologia presente, já que esta tem efeito característico na massa celular, membrana, integridade e hidratação celular⁶⁴.

É válido destacar as limitações dos estudos incluídos nesta revisão, tais como: amostra relativamente pequena em pesquisas que tratam de patologias raras, o que pode afetar a análise estatística e trazer resultados pouco confiáveis; a análise de BIA é um método sensível que pode sofrer alterações importantes dependendo do estado de hidratação dos indivíduos analisados. Contudo, a ausência de ponto de corte padronizado para AF na literatura, é a principal limitação observada, o que dificulta a análise e as interpretações acerca do que é considerado um AF baixo ou alto.

Constata-se que o AF supera e se associa a outras ferramentas de avaliação nutricional mais complexas, além de ser um método viável pela menor dependência da habilidade e experiência do avaliador, custo relativamente baixo e eficácia comprovada em diversos contextos clínicos.

5 CONCLUSÃO

A presente revisão sistemática demonstra que o AF é um indicador confiável do estado nutricional na prática clínica. É considerado eficaz no diagnóstico de desnutrição e sarcopenia, além de poder ser usado como um biomarcador do perfil metabólico e marcador fidedigno ao prever o tempo de internação hospitalar, complicações infecciosas e mortalidade em pacientes críticos. Apesar de não se ter um ponto de corte padronizado para AF na literatura, foi possível concluir através deste estudo que valores entre 5° e 7° foram observados em indivíduos saudáveis e <5° em indivíduos com estado nutricional inadequado.

REFERÊNCIAS

1. Acuña K, Cruz T. Avaliação do estado nutricional de adultos e idosos e situação nutricional da população brasileira. *Rev Arch Endocrinol Metab.* 2004;48(3):345-361
2. Sampaio R. Avaliação Nutricional. 2012.
3. Baxter YC, Waitzberg DL, Peres G. Métodos não-convencionais; estudo dietético e medida da qualidade de vida. *Nutr oral, Enter e Parenter na prática clínica São Paulo Atheneu.* 2000;305-19.
4. Nascimento ACS do, Porto Sabino Pinho C, Santos ADA dos, Oliveira Costa AC. Ângulo de fase e indicadores de risco do (e indicadores de riesgo del) estado nutricional em pacientes pré-cirúrgicos. *Salud Cienc.* 2018;134-40.
5. Gupta D, Lis CG, Dahlk SL, Vashi PG, Grutsch JF, Lammersfeld CA. Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic indicator in advanced pancreatic cancer. *Br J Nutr.* 2004;92(6):957-62.
6. Norman K, Stobäus N, Zocher D, Bosy-Westphal A, Szramek A, Scheufele R, et al. Cutoff percentiles of bioelectrical phase angle predict functionality, quality of life, and mortality in patients with cancer. *Am J Clin Nutr.* 2010;92(3):612-9.
7. Norman K, Stobäus N, Pirlich M, Bosy-Westphal A. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis—clinical relevance and applicability of impedance parameters. *Clin Nutr.* 2012;31(6):854-61.
8. Barbosa-Silva MCG, Barros AJD, Wang J, Heymsfield SB, Pierson Jr RN. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex—. *Am J Clin Nutr.* 2005;82(1):49-52.
9. Mattar JA. Application of total body bioimpedance to the critically ill patient. *Brazilian Group for Bioimpedance Study. New Horiz.* 1996;4(4):493-503.
10. Lochs H, Allison SP, Meier R, Pirlich M, Kondrup J, Van den Berghe G, et al. Introductory to the ESPEN guidelines on enteral nutrition: terminology, definitions and general topics. *Clin Nutr.* 2006;25(2):180-6.
11. Houston BA, Kalathiya RJ, Kim DA, Zakaria S. Volume overload in heart failure: an evidence-based review of strategies for treatment and prevention. In: *Mayo Clinic Proceedings. Elsevier;* 2015. p. 1247-61.
12. Schiesser M, Kirchhoff P, Müller MK, Schäfer M, Clavien P-A. The correlation of nutrition risk index, nutrition risk score, and bioimpedance analysis with postoperative complications in patients undergoing gastrointestinal surgery. *Surgery.* 2009;145(5):519
13. Ott M, Fischer H, Polat H, Helm EB, Frenz M, Caspary WF, et al. Bioelectrical impedance analysis as a predictor of survival in patients with human immunodeficiency virus infection. *J Acquir Immune Defic Syndr Hum Retrovirology Off Publ Int Retrovirology Assoc.* 1995;9(1):20-5.
14. Farias CLA, Campos DJ, Bonfin CMS, Vilela RM. Phase angle from BIA as a prognostic and nutritional status tool for children and adolescents undergoing hematopoietic stem cell transplantation. *Clin Nutr.* 2013 Jun;32(3):420-5.
15. Pileggi VN, Scalize ARH, Camelo Junior JS. Ângulo de fase e critérios da Organização Mundial de Saúde na avaliação do estado nutricional em crianças com osteogênese imperfeita. *Rev Paul Pediatr.* 2016;34(4):484-8.
16. Więch P, Sałacińska I, Bazaliński D, Dąbrowski M. Body composition and phase angle as an indicator of nutritional status in children with juvenile idiopathic arthritis. *Pediatr Rheumatol.* 2018;16(1):1-7.
17. Więch P, Dąbrowski M, Bazaliński D, Sałacińska I, Korczowski B, Binkowska-Bury M. Bioelectrical impedance phase angle as an indicator of malnutrition in hospitalized children with diagnosed inflammatory bowel diseases—A case control study. *Nutrients.* 2018;10(4):499.

18. Macena M de L, Silva Júnior AE da, Praxedes DRS, Leite FM de B, Silva Neto LGR, Pureza IR de OM, et al. Association between phase angle and height-to-age index classifications of children under five years of age. *Clin Nutr ESPEN*. 2021;44:367–71.
19. Scheunemann L, Wazlawik E, Bastos JL, Ristow Cardinal T, Mayumi Nakazora L. Concordancia y asociación entre el ángulo de fase y los parámetros de evaluación del estado nutricional en pacientes quirúrgicos. *Nutr Hosp*. 2011;26(3):480–7.
20. Visser M, van Venrooij LMW, Wanders DCM, de Vos R, Wisselink W, van Leeuwen PAM, et al. The bioelectrical impedance phase angle as an indicator of undernutrition and adverse clinical outcome in cardiac surgical patients. *Clin Nutr*. 2012 Dec;31(6):981–6.
21. Kyle UG, Soundar EP, Genton L, Pichard C. Can phase angle determined by bioelectrical impedance analysis assess nutritional risk? A comparison between healthy and hospitalized subjects. *Clin Nutr*. 2012;31(6):875–81.
22. Kyle UG, Genton L, Pichard C. Low phase angle determined by bioelectrical impedance analysis is associated with malnutrition and nutritional risk at hospital admission. *Clin Nutr* [Internet]. 2013;32(2):294–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2012.08.001>
23. Rimsevicius L, Ginceite A, Vicka V, Sukackiene D, Pavinic J, Miglinas M. Malnutrition Assessment in Hemodialysis Patients: Role of Bioelectrical Impedance Analysis Phase Angle. *J Ren Nutr* [Internet]. 2016;26(6):391–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/j.jrn.2016.05.004>
24. Ringaitiene D, Gineityte D, Vicka V, Zvirblis T, Norkiene I, Sipylaite J, et al. Malnutrition assessed by phase angle determines outcomes in low-risk cardiac surgery patients. *Clin Nutr* [Internet]. 2016;35(6):1328–32. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2016.02.010>
25. Ringaitiene D, Gineityte D, Vicka V, Sabestinaite A, Klimasauskas A, Gaveliene E, et al. Concordance of the new ESPEN criteria with low phase angle in defining early stages of malnutrition in cardiac surgery. *Clin Nutr*. 2018;37(5):1596–601.
26. Buter H, Veenstra JA, Koopmans M, Boerma CE. Phase angle is related to outcome after ICU admission; an observational study. *Clin Nutr ESPEN*. 2018;23:61–6.
27. Al-Kalaldehy M, Alghabeesh S, Suleiman K, Abu-Sharour L. Assessment of nutritional status of critically ill patients using the malnutrition universal screening tool and phase angle. *Top Clin Nutr*. 2018;33(2):134–43.
28. Player EL, Morris P, Thomas T, Chan WY, Vyas R, Dutton J, et al. Bioelectrical impedance analysis (BIA)-derived phase angle (PA) is a practical aid to nutritional assessment in hospital in-patients. *Clin Nutr*. 2019;38(4):1700–6.
29. Topete-Reyes JF, López-Lozano CA, López-Báez SL, Barbarín-Vázquez A V., Cervantes-Villalobos ML, Navarro-Rodríguez J, et al. Determination of nutritional status through phase angle in hemodialysis patients. *Gac Med Mex*. 2019;155(3):229–35.
30. Karavetian M, Salhab N, Rizk R, Poulika KA. Malnutrition-inflammation score vs phase angle in the era of GLIM criteria: a cross-sectional study among hemodialysis patients in UAE. *Nutrients*. 2019;11(11):2771.
31. Osuna-Padilla IA, Salazar Arenas M de los A, Rodríguez- Moguel NC, Aguilar- Vargas A, Montano Rivas JA, Ávila-Ríos S. Phase angle as predictor of malnutrition in people living with HIV/AIDS. *Nutr Clin Pract*. 2021;(June):1–7.
32. Hirose S, Nakajima T, Nozawa N, Katayanagi S, Ishizaka H, Mizushima Y, et al. Phase angle as an indicator of sarcopenia, malnutrition, and cachexia in inpatients with cardiovascular diseases. *J Clin Med*. 2020;9(8):2554.
33. Duarte R da S, Pinho CPS, Barboza YACO, da Silva CMCS, de Carvalho TR, Lemos MCC. Association of the phase angle with nutritional status assessment parameters in hemodialysis patients. *Rev Chil Nutr*. 2019;46(2):99–106.

34. Espírito Santo Silva D do, Waitzberg DL, Passos de Jesus R, de Oliveira LPM, Torrinhos RS, Belarmino G. Phase angle as a marker for sarcopenia in cirrhosis. *Clin Nutr ESPEN*. 2019;32:56–60.
35. Kosoku A, Uchida J, Nishide S, Kabei K, Shimada H, Iwai T, et al. Association of sarcopenia with phase angle and body mass index in kidney transplant recipients. *Sci Rep [Internet]*. 2020;10(1):3–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-57195-z>
36. Cioffi I, Marra M, Imperatore N, Pagano MC, Santarpia L, Alfonsi L, et al. Assessment of bioelectrical phase angle as a predictor of nutritional status in patients with Crohn's disease: A cross sectional study. *Clin Nutr*. 2020;39(5):1564–71.
37. Emerenziani S, Biancone L, Guarino MPL, Balestrieri P, Stasi E, Ribolsi M, et al. Nutritional status and bioelectrical phase angle assessment in adult Crohn disease patients receiving anti-TNF α therapy. *Dig Liver Dis*. 2017;49(5):495–9.
38. Koehler KB, Moraes RAG de, Rodrigues JB, Portela BS de M, Miguel GPS, Pedrosa RG, et al. Bioimpedance phase angle is associated with serum transthyretin but not with prognostic inflammatory and nutritional index during follow-up of women submitted to bariatric surgery. *Clin Nutr ESPEN*. 2019;33:183–7.
39. *Hepatology*. 2020;5182(11).
40. Peres WAF, Lento DF, Baluz K, Ramalho A. Ângulo De Fase Como Uma Herramienta Para Evaluar El Estado Nutricional En Todas Las Etapas De La Enfermedad Hepática Crónica. *Nutr Hosp*. 2012;27(6):2072–8.
41. Dorna M de S, Costa NA, de Oliveira EP, Sasaki LY, Romeiro FG, Rupp de Paiva SA, et al. Association between phase angle, anthropometric measurements, and lipid profile in HCV-infected patients. *Clinics*. 2013;68(12):1555–8.
42. Bering T, Diniz KGD, Coelho MPP, de Souza ACM, de Melo LF, Vieira DA, et al. Bioelectrical Impedance Analysis–Derived Measurements in Chronic Hepatitis C: Clinical Relevance of Fat-Free Mass and Phase Angle Evaluation. *Nutr Clin Pract*. 2018;33(2):238–46.
43. Araujo Antunes A, Alves Pereira Rodrigues AP, Geraix J, Vaz de Arruda Silveira L, Câmara Marques Pereira P, Barros Leite Carvalhaes MA. Evaluación nutricional de los pacientes hospitalizados infectados por el VIH mediante la medición de la puntuación z del ángulo de fase. *Nutr Hosp*. 2012;27(3):771–4.
44. Vermeulen KM, Leal LLA, Furtado MCMB, Vale SH de L, Lais LL. Ângulo de fase e índice de Onodera en pacientes críticamente enfermos. *Nutr Hosp*. 2016;33(6):1268–75.
45. Viertel M, Bock C, Reich M, Löser S, Plauth M. Performance of CT-based low skeletal muscle index, low mean muscle attenuation, and bioelectric impedance derived low phase angle in the detection of an increased risk of nutrition related mortality. *Clin Nutr*. 2019;38(5):2375–80.
46. Pena NF, Mauricio SF, Rodrigues AMS, Carmo AS, Coury NC, Correia MITD, et al. Association Between Standardized Phase Angle, Nutrition Status, and Clinical Outcomes in Surgical Cancer Patients. *Nutr Clin Pract*. 2019;34(3):381–6.
47. do Amaral Paes TC, de Oliveira KCC, de Carvalho Padilha P, Peres WAF. Phase angle assessment in critically ill cancer patients: Relationship with the nutritional status, prognostic factors and death. *J Crit Care [Internet]*. 2018;44:430–5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2018.01.006>
48. Jansen AK, Gattermann T, da Silva Fink J, Saldanha MF, Dias Nascimento Rocha C, de Souza Moreira TH, et al. Low standardized phase angle predicts prolonged hospitalization in critically ill patients. *Clin Nutr ESPEN*. 2019;34(xxxx):68–72.
49. dos Reis AS, Santos HO, Limirio LS, de Oliveira EP. Phase Angle Is Associated With Handgrip Strength but Not With Sarcopenia in Kidney Transplantation Patients. *J Ren Nutr [Internet]*. 2019;29(3):196–204. Available from: <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2018.10.005>
50. Vieira TM, Silva S da, Medeiros LT, Nogueira AP, Cavalcante VC, Silva M, et al. Fatores nutricionais associados ao ângulo de fase em pacientes pré-transplante de células-tronco

- hematopoiéticas Nutritional factors associated with phase angle in hematopoietic stem cell pre-transplant patients. *Nutr Clin y Diet Hosp*. 2020;40(1):114–20.
51. De Lima E Silva RR, Pinho CPS, Rodrigues IG, De Moura Monteiro Júnior JG. Ángulo De Fase Como Indicador Del Estado Nutricional Y Pronóstico En Pacientes Críticos. *Nutr Hosp*. 2015;31(3):1278–85.
 52. Longo GZ, Silva DAS, Gabiatti MP, Martins PC, Hansen F. Phase angle association with metabolic profile in adults: A population-based study. *Nutrition*. 2021;90.
 53. Basile C, Della-Morte D, Cacciatore F, Gargiulo G, Galizia G, Roselli M, et al. Phase angle as bioelectrical marker to identify elderly patients at risk of sarcopenia. *Exp Gerontol*. 2014;58:43–6.
 54. Slee A, Birch D, Stokoe D. Bioelectrical impedance vector analysis, phase-angle assessment and relationship with malnutrition risk in a cohort of frail older hospital patients in the United Kingdom. *Nutrition [Internet]*. 2015;31(1):132–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nut.2014.06.002>
 55. Varan HD, Bolayir B, Kara O, Arik G, Kizilarlanoglu MC, Kilic MK, et al. Phase angle assessment by bioelectrical impedance analysis and its predictive value for malnutrition risk in hospitalized geriatric patients. *Aging Clin Exp Res*. 2016;28(6):1121–6.
 56. Nascimento ACS do, Porto Sabino Pinho C, Santos ADA dos, Oliveira Costa AC. Ángulo De Fase E Indicadores De Risco Do (E Indicadores De Riesgo Del) Estado Nutricional Em Pacientes Pré-Cirúrgicos. *Salud(i)Ciencia*. 2018;23(2):134–40.
 57. Ji W, Liu XL, Zheng KW, Yang HM, Cui JW, Li W. Correlation of phase angle with sarcopenia and its diagnostic value in elderly men with cancer. *Nutrition [Internet]*. 2021;84:111110. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2020.111110>
 58. Stobäus N, Pirlich M, Valentini L, Schulzke JD, Norman K. Determinants of bioelectrical phase angle in disease. *Br J Nutr*. 2012;107(8):1217–20.
 59. Toso S, Piccoli A, Gusella M, Menon D, Crepaldi G, Bononi A, et al. Bioimpedance vector pattern in cancer patients without disease versus locally advanced or disseminated disease. *Nutrition*. 2003;19(6):510–4.
 60. Baumgartner RN, Chumlea WC, Roche AF. Bioelectric impedance phase angle and body composition. *Am J Clin Nutr*. 1988;48(1):16–23.
 61. Organization WH. National cancer control programmes: policies and managerial guidelines. World Health Organization; 2002.
 61. Llamas L, Baldomero V, Iglesias ML, Rodota LP. Valores del ángulo de fase por bioimpedancia eléctrica: estado nutricional y valor pronóstico. *Nutr Hosp*. 2013;28(2):286–95.
 62. Barbosa-Silva MCG, Barros AJD. Bioelectrical impedance analysis in clinical practice: a new perspective on its use beyond body composition equations. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2005;8(3):311–7.
 63. Gonzalez MC, Barbosa-Silva TG, Bielemann RM, Gallagher D, Heymsfield SB. Phase angle and its determinants in healthy subjects: influence of body composition. *Am J Clin Nutr*. 2016;103(3):712–6.
 64. Bosity-Westphal A, Danielzik S, Dörhöfer R, Later W, Wiese S, Müller MJ. Phase angle from bioelectrical impedance analysis: population reference values by age, sex, and body mass index. *J Parenter Enter Nutr*. 2006;30(4):309–16