

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 13/09/2026.

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO
MOVIMENTO – INTERUNIDADES**

KARINA MARCELA MORRO POZO

**ÂNGULO DE FASE E ANÁLISE VETORIAL DA
BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA DE INDIVÍDUOS COM
CÂNCER DE PULMÃO OU CABEÇA E PESCOÇO
SUBMETIDOS A UM PROGRAMA DE TREINAMENTO
FÍSICO DOMICILIAR DURANTE O TRATAMENTO
ONCOLÓGICO**

Presidente Prudente -SP

2025

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO –
INTERUNIDADES**

KARINA MARCELA MORRO POZO

**ÂNGULO DE FASE E ANÁLISE VETORIAL DA
BIOIMPEDÂNCIA ELÉTRICA DE INDIVÍDUOS COM
CÂNCER DE PULMÃO OU CABEÇA E PESCOÇO
SUBMETIDOS A UM PROGRAMA DE TREINAMENTO
FÍSICO DOMICILIAR DURANTE O TRATAMENTO
ONCOLÓGICO**

Dissertação apresentada a Unidade do Câmpus de Presidente Prudente, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento.

Orientadora: Profa. Dra. Ercy Mara Cipullo Ramos

Coorientador: Prof. Dr. Luis Alberto Gobbo

Presidente Prudente
2025

M883a Morro Pozo, Karina Marcela
Ângulo de fase e análise vetorial da bioimpedância elétrica de indivíduos com câncer de pulmão ou cabeça e pescoço submetidos a um programa de treinamento físico domiciliar durante o tratamento oncológico / Karina Marcela Morro Pozo. -- Presidente Prudente, 2025
54 p. : tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente
Orientadora: Ercy Mara Cipullo Ramos
Coorientador: Luis Alberto Gobbo

1. Exercícios físicos. 2. Tumores de cabeça e pescoço. 3. Treinamento físico. 4. Câncer. I. Título.

Impacto potencial desta pesquisa

A presente dissertação está alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, especificamente ao ODS 3 – Saúde e Bem-Estar. Os achados deste estudo podem contribuir para a ampliação do conhecimento sobre a integridade celular e o treinamento físico em indivíduos com câncer de pulmão e câncer de cabeça e pescoço durante o tratamento oncológico, uma área ainda pouco explorada na literatura. Considerando os desafios enfrentados por essa população, a investigação da saúde celular de indivíduos em tratamento oncológico submetidos ao treinamento físico pode fornecer subsídios para a implementação de estratégias terapêuticas mais eficazes. Além disso, este estudo reforça a aplicabilidade do ângulo de fase como um marcador relevante na avaliação da integridade celular, destacando seu potencial para monitorar o estado clínico desses indivíduos. A incorporação dessa medida em contextos clínicos e de reabilitação pode aprimorar a tomada de decisões e a personalização das intervenções.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: **ÂNGULO DE FASE DE INDIVÍDUOS COM CÂNCER DE PULMÃO OU CABEÇA E PESCOÇO SUBMETIDOS A UM PROGRAMA DE TREINAMENTO FÍSICO DOMICILIAR DURANTE O TRATAMENTO ONCOLÓGICO**

AUTORA: KARINA MARCELA MORRO POZO
ORIENTADORA: ERCY MARA CIPULLO RAMOS
COORDENADOR: LUIS ALBERTO GOBBO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Ciências do Movimento, área: Intervenção pelo Movimento na Saúde e no Desempenho pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. ROMULO ARAUJO FERNANDES (Participação Presencial)
Departamento de Educação Física / UNESP - Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - SP

Profa. Dra. CARLA MALAGUTI (Participação Virtual)
Departamento de Fisioterapia / Universidade Federal de Juiz de Fora -UFJF



Profa. Dra. RENATA GONÇALVES MENDES (Participação Virtual)
Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR

Presidente Prudente, 13 de março de 2025

Dedicatória

Dedico este trabalho ao meu pai, que me apoiou durante toda minha vida e aos meus amigos que estiveram sempre ao meu lado.

Agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por ter me guiado por todo meu caminho e ter me dado a força nos momentos que mais precisei.

Gostaria de agradecer a minha orientadora Prof. Dra. Ercy Mara Cipulo Ramos e ao Laboratório de Estudos do Aparelho Muco-Secretor, por ter me recebido, mesmo não tendo sido aluna de iniciação científica, me acolheu e teve sempre a disponibilidade durante todo o processo para me auxiliar e compartilhar seu conhecimento, tanto na parte científica como na parte clínica, não tenho palavras para agradecer por todos estes anos.

Ao Prof Dr. Luis Alberto Gobbo e ao Laboratório de Avaliação do Sistema Musculoesquelético, por ter me apresentado a bioimpedância elétrica e o ângulo de fase, que hoje em dia é minha área de estudos preferida, agradeço pela parceria durante todos estes anos, por ter me recebido em seu grupo de estudos e me permitido participar de coletas científicas, reuniões e compartilhado tanto conhecimento, agradeço por tudo.

Ao meu pai, a maior inspiração da minha vida, quem mesmo a muitos quilômetros de distância fez o possível para estar presente em minha vida, nunca me deixou faltar nada, me deu os valores e os princípios que carrego e apesar de toda a saudade me incentivou a ficar e estudar.

Ao Prof Dr. Guilherme Yassuyuki Tacao, que desde a graduação me auxiliou em tudo e foi uma grande companhia durante todos esses anos, minha mais eterna gratidão.

Aos meus amigos que sempre estiveram ao meu lado, nunca me faltou um abraço, um conselho, e ajuda, e me ensinaram que nada nesta vida se faz sozinho, não tenho palavras para agradecer e expressar a gratidão que sinto por todos.

Em especial ao meu amigo Wesley Torres, que apesar de estar longe continua sendo muito presente, durante esses anos teve toda a paciência do mundo para me ensinar estatística, ouvir meus dramas e estar sempre presente.

Ao meu amigo Dr. Santiago Maillane, que também foi uma parte importante deste processo e tenho um grande carinho, agradeço por tudo.

Aos meus amigos Isabelle, Flavia, Eduardo, Julia, Isabelle, Fernando, Sueyla, Luana, Pedro, Sérgio e Caio.

Agradeço a Seção Técnica de Saúde, pela parceria durante estes anos, em especial as minhas amigas Regina Kempt, Mariana, Juliana e Dayane.

Ao Hospital Regional do Câncer, a clínica OncoCare e a todos os pacientes deste estudo.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento, aos Professores, a Seção Técnica de Pós-Graduação e ao Gustavo Stuani por todo o auxílio.

Agradeço aos Professores Victor Beretta, Diego Christófar, que também me auxiliaram e contribuíram para meu conhecimento científico.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES e a CAPES-PRINT) pelo financiamento deste estudo e do meu estágio de pesquisa no exterior. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

I would like to thank the Professoressa Elisabetta Marini and the University of Cagliari for having welcomed me so well during the 3 months of research internship abroad. I have no words to thank them for all the knowledge shared and the partnership during this period. Also, I would like to thank the lab team and friends Federica Frau, Valeria Succa, Silvia Stagi, and Vitale.

Agli amici che ho fatto in Italia, João, Felipe, Matteo, Roberta, Sergio, Mohamed e Manuel grazie mille per tutto.

Epígrafe

“O mundo não está dividido entre pessoas boas e pessoas ruins, mas entre pessoas que se esforçam para serem boas e as que não fazem questão.”

Pedro Salomão

Resumo

Introdução: O tratamento oncológico causa efeitos adversos e danos celulares. Considerando a dificuldade em locomoção a um centro de treinamento a imunossupressão dessa população e os benefícios do exercício físico, o treinamento físico domiciliar pode ser um complemento ao tratamento oncológico. **Objetivos:** Avaliar o ângulo de fase de indivíduos com câncer de pulmão ou cabeça pescoço submetidos a um programa de treinamento domiciliar durante o tratamento oncológico. **Materiais e Métodos:** Indivíduos com câncer de pulmão ou cabeça e pescoço primários foram randomizados em grupo treinamento (GT) e grupo controle (GC). O GT realizou o treinamento físico domiciliar concomitante ao tratamento oncológico. O treinamento aeróbico realizado por meio de caminhadas diárias mínimas de 20 minutos, sete vezes por semana e treinamento resistido de flexão de cotovelo, flexão e extensão de joelho com faixa elástica Theraband verde (2,3kg de resistência), duas vezes por semana. O GC realizou apenas o tratamento oncológico sem nenhum tipo de exercício físico. Os grupos foram avaliados antes e após o tratamento oncológico, quanto ao ângulo de fase da bioimpedância elétrica e a análise vectorial de impedância bioelétrica. Para verificar a diferença intragrupo foi utilizado o teste t pareado e para análise intergrupo o teste t independente. **Resultados:** Foram avaliados 54 indivíduos, sendo a maioria com câncer de cabeça e pescoço (60%), homens (78%), com sobrepeso e em estágio avançado da doença (74%). O GT realizou o programa de treinamento físico domiciliar por média de 14 semanas, com 52% de aderência média. Ambos os grupos apresentaram diminuição do ângulo de fase, porém essa diminuição foi significativa apenas no GC (GT= Basal: $4,96 \pm 0,68$; Final: $4,72 \pm 0,69$; $p=0,060$) (GC= Basal: $5,05 \pm 0,96$; Final: $4,59 \pm 0,82$; $p=0,001$), e não houve diferença entre os grupos ($p=0,210$). Ao estratificar a amostra, a diminuição significativa apenas no GC pode ser observada em homens ($p=0,005$), indivíduos com câncer de pulmão ($p=0,045$), cabeça e pescoço ($p=0,016$) e em estágio avançado da doença ($p=0,003$). Além disso, maior aderência ao treinamento domiciliar (>60%) esteve associada a menor redução ou maior preservação do ângulo de fase. A análise vectorial de impedância bioelétrica (BIVA) demonstrou deslocamento das elipses para a região inferior direita do gráfico, sugerindo piora na saúde celular e no estado de hidratação de ambos os grupos. **Conclusão:** Indivíduos com câncer de pulmão ou cabeça e pescoço submetidos a um treinamento físico domiciliar durante o tratamento oncológico parecem ter manutenção na integridade celular, principalmente em indivíduos com maior aderência ao treinamento físico.

Palavras-chaves: Impedância Bioelétrica; Treinamento Físico; Neoplasias Pulmonares; Neoplasias de Cabeça e Pescoço.

Abstract

Introduction: Cancer treatment causes adverse effects and cellular damage. Considering the difficulty in getting to a training center, the immunosuppression of this population, and the benefits of physical exercise, home-based physical training can be a complement to cancer treatment. **Objectives:** To evaluate the phase angle of individuals with lung or head and neck cancer undergoing a home-based training program during cancer treatment. **Materials and Methods:** Individuals with primary lung or head and neck cancer were randomized into a training group (TG) and a control group (CG). The TG performed home-based physical training concomitantly with cancer treatment. Aerobic training was performed through daily walks of at least 20 minutes, seven times a week, and resistance training of elbow flexion, knee flexion and extension with a green Theraband elastic band (2.3 kg of resistance), twice a week. The CG performed only cancer treatment without any type of physical exercise. The groups were evaluated before and after cancer treatment, regarding the phase angle of the electrical impedance and the bioelectrical impedance vector analysis. The paired t-test was used to verify the intragroup difference and the independent t-test for intergroup analysis. **Results:** Fifty-four individuals were evaluated, the majority of whom had head and neck cancer (60%), were men (78%), were overweight and in an advanced stage of the disease (74%). The TG performed the home physical training program for an average of 14 weeks, with 52% average adherence. Both groups showed a decrease in the phase angle, but this decrease was significant only in the CG (TG = Baseline: 4.96 ± 0.68 ; Final: 4.72 ± 0.69 ; $p = 0.060$) (CG = Baseline: 5.05 ± 0.96 ; Final: 4.59 ± 0.82 ; $p = 0.001$), and there was no difference between the groups ($p = 0.210$). When stratifying the sample, a significant decrease in the CG was only observed in men ($p=0.005$), individuals with lung cancer ($p=0.045$), head and neck cancer ($p=0.016$) and advanced stage cancer ($p=0.003$). In addition, greater adherence to home training ($>60\%$) was associated with a smaller reduction or greater preservation of the phase angle. Bioelectrical impedance vector analysis (BIVA) demonstrated a displacement of the ellipses to the lower right region of the graph, suggesting a worsening in cellular health and hydration status in both groups. **Conclusion:** Individuals with lung or head and neck cancer who underwent home physical training during cancer treatment appear to have maintenance of cellular integrity, especially in individuals with greater adherence to physical training.

Keywords: Bioelectrical Impedance; Physical Training; Lung Neoplasms; Head and Neck Neoplasms.

Lista de ilustrações

Figura 1. Fluxograma do estudo

Figura 2a. Análise vetorial de impedância bioelétrica basal

Figura 2b. Análise vetorial de impedância bioelétrica final

Figura 3. Comparação do delta de diferença da análise vetorial entre os grupos.

Figura 4. Comparação intragrupos das variáveis de bioimpedância elétrica de indivíduos homens.

Figura 5. Comparação intragrupos das variáveis de bioimpedância elétrica de indivíduos homens.

Figura 6. Comparação intragrupos das variáveis de bioimpedância elétrica de indivíduos com Câncer de Pulmão.

Figura 7. Comparação intragrupos das variáveis de bioimpedância elétrica de indivíduos com Câncer de Cabeça e Pescoço.

Figura 8. Comparação intragrupos das variáveis de bioimpedância elétrica de indivíduos com câncer em estágio inicial.

Figura 9. Comparação intragrupos das variáveis de bioimpedância elétrica de indivíduos com câncer em estágio avançado.

Figura 10. Comparação intragrupos do ângulo de fase dividido por aderências.

Lista de tabelas

Tabela 1. Caracterização da amostra.

Tabela 2. Comparação das variáveis da bioimpedância elétrica.

Lista de abreviações e siglas

AngF: Ângulo de fase;

ASCO: Sociedade Americana de Oncologia Clínica;

BIVA: análise vetorial de bioimpedância elétrica;

GT: Grupo treinamento;

GC: Grupo controle;

INCA: Instituto Nacional de Câncer

PPGCM: Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento

SBAFS: Sociedade Brasileira de Atividade Física e Saúde

SBOC: Sociedade Brasileira de Oncologia Clínica

Lista de símbolos

%: porcentagem;

(): parênteses;

[]: colchetes;

*****: asterisco;

°: Grau;

d: d de Cohen;

π : Pi

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	18
2. OBJETIVOS.....	26
2.1 Objetivo primário.....	26
2.2 Objetivo secundário.....	26
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
3.1 Delineamento e indivíduos do estudo.....	27
3.2 Cálculo do tamanho da amostra.....	28
3.3 Aleatorização.....	28
3.4 Avaliações.....	28
3.4.1 Obtenção de dados antropométricos.....	28
3.4.2 Avaliação do ângulo de fase.....	28
3.4.3 Avaliação da análise vetorial de impedância bioelétrica.....	29
3.4.5 Avaliação da capacidade funcional.....	29
3.4.6 Avaliação da força muscular.....	30
3.5 Intervenção.....	30
3.5.1 Protocolo do treinamento físico domiciliar.....	30
3.5.2 Treinamento resistido.....	30
3.5.3 Treinamento aeróbico.....	31
3.5.4 Acompanhamento do treinamento físico domiciliar.....	31
3.6 Análise estatística.....	32
4. RESULTADOS.....	33
5. DISCUSSÃO.....	41
6. CONCLUSÃO.....	44
REFERÊNCIAS.....	45
ANEXO A- ECOG.....	50
ANEXO B- Diário de treinamento.....	51
Anexo C- Escala Modificada de Borg.....	54

Apresentação

Essa dissertação está apresentada em consonância com as normas do modelo monográfico de dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências do Movimento – Interunidades (PPGCMI) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. O conteúdo desse trabalho contempla o material da pesquisa intitulada “Ângulo de fase de indivíduos com câncer de pulmão ou cabeça e pescoço submetidos a um programa de treinamento físico domiciliar durante o tratamento oncológico” realizada na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente – SP, Brasil. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Desta forma o material está dividido nas seguintes sessões:

- Introdução;
- Materiais e métodos;
- Resultados;
- Discussão;
- Conclusão;
- Referências;
- Atividades desenvolvidas durante o mestrado;

1. INTRODUÇÃO

O câncer e o tratamento oncológico

O câncer é um conjunto de mais de 100 doenças caracterizadas pelo crescimento desordenado e incontrolável de células que se multiplicam rapidamente e podem formar tumores malignos, capazes de disseminar-se para tecidos adjacentes por meio de metástases (INCA, 2020). Embora a maioria dos cânceres resulte de mutações adquiridas ao longo da vida, as mutações genéticas hereditárias aumentam significativamente o risco ao desenvolvimento da doença. Além disso, as causas do câncer são multifatoriais, envolvendo tanto fatores externos quanto internos. Fatores externos incluem exposição a substâncias químicas, radiação, vírus e comportamentos específicos, enquanto fatores internos relacionam-se a mutações genéticas herdadas e alterações hormonais (INCA, 2023).

Em 2025, estima-se que 2.041.910 novos casos de câncer serão diagnosticados nos Estados Unidos, com 618.120 óbitos atribuídos à doença. O câncer de pulmão continua sendo a principal causa de morte por câncer, superando a soma dos óbitos por câncer colorretal, de mama e de próstata. Para o câncer de pulmão, a incidência projetada é de 226.650 novos casos, com 124.730 mortes esperadas em 2025 (SIEGEL et al., 2025).

O câncer de cabeça e pescoço, que inclui tumores da cavidade oral, faringe e laringe, terá cerca de 59.660 novos casos diagnosticados, sendo mais prevalente em homens do que em mulheres. A mortalidade esperada para essa neoplasia é de 12.770 óbitos, devido a sua agressividade e os desafios no diagnóstico precoce. Entre as localizações específicas, destacam-se o câncer de língua e o câncer de faringe, ambos associados a fatores de risco como tabagismo, consumo de álcool e infecção pelo vírus do papiloma humano (KOBAYASHI et al., 2018; SIEGEL et al., 2025).

No Brasil, o câncer é uma das principais causas de morte, com estimativa de 704 mil novos casos para cada ano do triênio 2023-2025. As regiões Sul e Sudeste concentram cerca de 70% da incidência. Em relação à mortalidade, o câncer de pulmão é uma das principais causas de óbito por câncer no Brasil. Em 2021, foram registrados 15.987 óbitos em homens e 12.977 em mulheres devido a neoplasias malignas da traqueia, brônquios e pulmões. (DE et al., 2023).

O câncer de cabeça e pescoço também contribui significativamente para a mortalidade por câncer no país. Em 2021, foram registrados 4.878 óbitos por câncer de cavidade oral em homens

e 3.957 por câncer de laringe. Em mulheres, o câncer de cavidade oral resultou em 1.881 óbitos (DE et al., 2023).

A quimioterapia e a radioterapia são modalidades terapêuticas amplamente utilizadas no tratamento oncológico, atuando por meio da destruição de células tumorais. Entretanto, esses tratamentos também podem afetar células saudáveis, levando a efeitos adversos (ISHIKURA et al., 2003). A quimioterapia utiliza agentes citotóxicos que interferem nos processos de divisão e proliferação celular, visando eliminar células neoplásicas. Esses fármacos atuam em diferentes fases do ciclo celular, comprometendo a integridade do DNA e impedindo a replicação celular. No entanto, células normais de alta taxa proliferativa, como as hematopoiéticas, epiteliais e foliculares, também são suscetíveis aos efeitos da quimioterapia (ANAND et al., 2022).

Além disso, um dos principais efeitos adversos é a mielossupressão, caracterizada pela redução da atividade da medula óssea, resultando em citopenias. A neutropenia, por exemplo, aumenta o risco de infecções devido à diminuição dos neutrófilos. A anemia, decorrente da redução de eritrócitos, pode causar fadiga e dispneia. Já a trombocitopenia, pela diminuição das plaquetas, eleva o risco de hemorragias. Essas alterações hematológicas são atribuídas ao impacto da quimioterapia nas células-tronco hematopoiéticas, comprometendo a hematopoiese normal (CRAWFORD et al., 2024). Além disso, a quimioterapia pode induzir danos ao epitélio gastrointestinal, levando a mucosite e diarreia, e afetar os folículos pilosos, resultando em alopecia. Esses efeitos são consequência da ação dos quimioterápicos sobre células de renovação rápida, comprometendo sua integridade e função (EPSTEIN et al., 2020).

A radioterapia é um tratamento oncológico que utiliza radiações ionizantes para induzir danos no DNA das células tumorais, impedindo sua replicação e levando à apoptose ou senescência celular. Esse efeito ocorre principalmente por meio da indução de quebras na fita dupla do DNA, resultando em alterações irreversíveis na estrutura genética das células cancerosas. No entanto, células saudáveis próximas ao tumor também podem ser afetadas, resultando em toxicidade tecidual e efeitos adversos tardios (MAJEED; GUPTA, 2023).

A resposta celular à radiação envolve a ativação de mecanismos de reparo do DNA, como as vias mediadas pelas proteínas ATM (ataxia telangiectasia mutada) e p53, que detectam e sinalizam a presença de quebras no DNA, promovendo a parada do ciclo celular para reparo ou induzindo apoptose quando os danos são irreparáveis (CZAJKOWSKI; SZMYD; GEE, 2022). Entretanto, a capacidade de reparo das células normais depende do tipo celular e da dose de

radiação recebida. Tecidos de rápida renovação, como a pele, a mucosa gastrointestinal e a medula óssea, são mais suscetíveis aos efeitos deletérios da radioterapia.

Entre os efeitos adversos precoces da radioterapia, a dermatite actínica ocorre devido ao dano direto aos queratinócitos e células endoteliais da pele na área irradiada. Esse processo leva a um aumento da liberação de citocinas pró-inflamatórias, como IL-1, IL-6 e TNF- α , promovendo inflamação e apoptose celular. Além disso, a exposição à radiação gera espécies reativas de oxigênio, que amplificam o estresse oxidativo, contribuindo para a morte celular e a disfunção da barreira epitelial (FABBRIZI; PARSONS, 2020).

Nas células, as alterações nas membranas celulares podem ser observadas pelo ângulo de fase (AngF) da bioimpedância elétrica, um método de fácil aplicação e análises, rápido e com alto custo benefício, que tem sido apontado como indicador da saúde e integridade celular (MEREU et al., 2016; NORMAN et al., 2012).

Bioimpedância elétrica: ângulo de fase e análise vetorial de impedância bioelétrica

Todas as técnicas de bioimpedância elétrica baseiam-se no princípio da passagem da corrente elétrica pelo corpo, resultando na resistência (R) e na reatância (Xc) (HORTON; VANRAVENSWAAY, 1935). A resistência representa a oposição ao fluxo da corrente elétrica nos tecidos corporais. O músculo, por conter grande quantidade de água, conduz a eletricidade com maior facilidade, resultando em menor resistência (MEREU et al., 2016). Em contraste, o tecido adiposo possui menor capacidade de condução elétrica, apresentando, portanto, uma resistência mais elevada. Dessa forma, indivíduos com maior percentual de gordura e menor massa muscular tendem a exibir valores mais altos de resistência em comparação àqueles com menor quantidade de gordura e maior massa muscular (COSTA PEREIRA et al., 2024). A reatância (Xc), por sua vez, está associada à passagem da corrente elétrica pelas membranas celulares, refletindo sua integridade estrutural. Valores mais elevados de reatância indicam membranas celulares mais íntegras e, conseqüentemente, melhor saúde celular (CAMPA et al., 2023a).

Compreendendo a relação da bioimpedância elétrica com a eletrofisiologia e os princípios básicos da impedância elétrica dos tecidos biológicos, os pesquisadores desenvolveram o conceito do AngF. (HORTON; VANRAVENSWAAY, 1935). O AngF é derivado da relação trigonométrica entre resistência e reatância e é expresso pela equação: $\arctan(Xc/R) \times 180^\circ/\pi$. Esse conceito teve origem na engenharia elétrica e na física dos circuitos, onde já era utilizado para descrever o comportamento de sistemas contendo resistores e capacitores. No

contexto biológico, as membranas celulares atuam como capacitores, armazenando carga elétrica temporariamente e causando um desvio de fase entre a corrente e a voltagem. Dessa forma, o AngF passou a ser interpretado como um indicador da integridade das membranas celulares, da massa celular e da distribuição de água entre os compartimentos intra e extracelulares (BAUMGARTNER; CHUMLEA; ROCHE, 1988; HORTON; VANRAVENSWAAY, 1935).

Na década de 1980, (BAUMGARTNER; CHUMLEA; ROCHE, 1988) começaram a explorar essa propriedade na bioimpedância elétrica, identificando a relevância clínica do AngF, especialmente em relação à nutrição e ao prognóstico de indivíduos. Os pesquisadores observaram que valores elevados de AngF estavam associados a maior integridade celular e melhor estado nutricional, enquanto valores reduzidos foram relacionados a doenças crônicas, inflamação e desnutrição. (BAUMGARTNER; CHUMLEA; ROCHE, 1988, 1990).

Com o passar dos anos, o uso do AngF cresceu significativamente, e valores de referência foram estabelecidos. Valores de referência foram definidos para a população saudável, considerando diferenças entre os sexos. Como as mulheres apresentam maior percentual de gordura corporal e menor massa muscular em comparação aos homens, o valor de AngF médio é inferior, com valores médios de $6,1^\circ$, e para homens valores de $6,9^\circ$. Indivíduos atléticos, por possuírem maior massa muscular e menor percentual de gordura, apresentam maior massa celular e, conseqüentemente, valores mais elevados de AngF, estimados em $6,8^\circ$ para mulheres e $7,7^\circ$ para homens (CAMPA et al., 2023).

Nos homens, o AngF aumenta até aproximadamente os 33 anos, seguido por uma inversão na curva e um declínio progressivo, tornando-se significativamente reduzido a partir dos 51 anos. Nas mulheres, a redução do AngF inicia-se por volta dos 37 anos, atingindo um platô em torno dos 58 anos. Com o envelhecimento, há redução progressiva no AngF, uma vez que a integridade celular declina ao longo dos anos. Assim, indivíduos acima de 60 anos apresentam valores de referência de $5,8^\circ$ para mulheres e $6,2^\circ$ para homens (CAMPA et al., 2023).

Em contraste, a atividade física e o treinamento aeróbico e de resistência podem aumentar o AngF evitando seu declínio pelo envelhecimento e inatividade física na população saudável (CAMPA et al., 2023). Em relação ao exercício físico e o AngF em indivíduos saudáveis e idosos, estudos encontraram aumento significativo do AngF em programas de treinamento combinados com duração entre seis e oito semanas e com intensidade moderada a alta e volume de duas a três vezes por semana, demonstrando que houve aumento mais significativo nos

programas com duração de 12 semanas e com volume de três vezes por semana. Os estudos variavam entre intervenções em máquinas, peso do próprio corpo e tubos elásticos, e todos foram de alguma maneira supervisionados (MARTINS et al., 2022).

Além disso, AngF tem sido correlacionado positivamente com o estado nutricional (MENDOZA-MARTÍNEZ et al., 2024), capacidade funcional (TOMELERI et al., 2019), qualidade de vida (FAJARDO-ESPINOZA et al., 2024), e tem apresentado um alto potencial preditivo de mortalidade, correlacionando-se com a gravidade e progressão da doença (POZO et al., 2024; XIA et al., 2025) e sobrevida em indivíduos com câncer, incluindo o câncer de pulmão e cabeça e pescoço (KONG et al., 2024)

Além do AngF, outra abordagem amplamente utilizada na análise da bioimpedância elétrica é a análise vectorial de impedância bioelétrica (BIVA). Enquanto o AngF fornece uma medida pontual da integridade celular e da hidratação, a BIVA permite uma avaliação mais abrangente da composição corporal ao considerar a relação entre resistência e reatância de forma vectorial (PICCOLI et al., 1994).

A BIVA foi desenvolvida na década de 1990 (PICCOLI et al., 1994) como uma alternativa às equações preditivas da bioimpedância, que frequentemente eram influenciadas por fatores como idade, sexo e etnia. Diferentemente das abordagens tradicionais, a BIVA analisa diretamente os valores brutos de resistência (R) e reatância (X_c), normalizados pela altura do indivíduo, permitindo uma avaliação individualizada sem a necessidade de fórmulas derivadas (PICCOLI; PILLON; DUMLER, 2002)

O princípio da BIVA baseia-se na plotagem dos valores normalizados de resistência e reatância em um gráfico de dispersão (*RX_c-graph*), onde cada ponto representa um indivíduo. Essa representação permite visualizar variações na composição corporal, identificando padrões de hidratação e integridade celular. Indivíduos com maior hidratação e maior massa celular apresentam vetores deslocados para a esquerda e para cima no gráfico, enquanto aqueles com menor hidratação ou menor massa celular exibem vetores mais longos e direcionados para a direita e para baixo (MARINI et al., 2012; PICCOLI et al., 1994).

Com base nesse método, foram desenvolvidas tolerâncias de referência, permitindo classificar indivíduos em diferentes zonas dentro da elipse percentil de 50%, 75% e 95% (PICCOLI; PILLON; DUMLER, 2002). Estudos demonstraram a aplicabilidade clínica da BIVA em diversas populações, incluindo indivíduos com doenças crônicas, atletas e indivíduos hospitalizados. A técnica tem sido utilizada para monitorar estados de desnutrição, sobrecarga

hídrica e respostas à intervenção nutricional e física (LUKASKI; KYLE; KONDRUP, 2017). Sua sensibilidade na detecção de mudanças na composição corporal a torna uma ferramenta valiosa na avaliação do estado nutricional e na predição de desfechos clínicos (LUKASKI; KYLE; KONDRUP, 2017; NWOSU et al., 2019).

Com o envelhecimento, o vetor da BIVA tende a se deslocar para a direita e para baixo no gráfico, refletindo o aumento da resistência elétrica associado à redução da massa celular e da hidratação intracelular. Esse deslocamento indica um processo natural de envelhecimento, caracterizado por menor capacidade de armazenamento de água nas células e um declínio progressivo da integridade celular. Ademais o mesmo deslocamento para a direita e para baixo no gráfico reflete condições clínicas como a caquexia, pela diminuição da massa muscular e saúde celular (BENNOUAR et al., 2025; MARINI et al., 2012).

Por outro lado, após um programa de treinamento físico, observa-se tendência oposta, o vetor da BIVA desloca-se para a esquerda e para cima, refletindo redução da resistência (indicando melhora da hidratação) e aumento da reatância (indicando maior integridade celular e massa celular). Esse deslocamento tem sido documentado em diversas populações, incluindo indivíduos saudáveis, atletas e indivíduos em reabilitação, evidenciando os efeitos positivos do exercício na composição corporal e na funcionalidade celular (MICHELI et al., 2014).

Treinamento físico em indivíduos com câncer

Ao longo dos anos, têm sido amplamente evidenciados os benefícios de exercícios físicos, incluindo treinamentos resistidos e aeróbicos, tanto para pessoas saudáveis quanto para aquelas com diversas condições clínicas. Diversas diretrizes internacionais recomendam a prática de atividade física e exercícios físicos para indivíduos com câncer. A Sociedade Americana de Oncologia Clínica (ASCO) sugere que indivíduos com câncer realizem pelo menos 150 minutos semanais de exercício físico de intensidade moderada ou 75 minutos semanais de intensidade vigorosa (LIGIBEL et al., 2022).

No Brasil, a Sociedade Brasileira de Oncologia Clínica (SBOC), em parceria com o Instituto Nacional de Câncer (INCA) e a Sociedade Brasileira de Atividade Física e Saúde (SBAFS), elaborou o documento "Recomendações de Atividade Física Durante e Após o Tratamento Oncológico". O guia enfatiza que a prática de atividades físicas é segura e tolerável durante o tratamento oncológico, apresentando baixo risco de eventos adversos. Recomenda-se que Indivíduos oncológicos pratiquem 150 minutos semanais de atividade física de intensidade

moderada, ou 75 minutos semanais de intensidade vigorosa, ou uma combinação equivalente (INCA et al., 2023).

Embora as diretrizes recomendem a prática de exercício físico antes durante e após o tratamento oncológico, os estudos focam principalmente nos cânceres de mama e de próstata, devido à sua alta incidência e diagnóstico precoce, facilitado por campanhas de conscientização, tornando essas populações mais acessíveis para pesquisa. Embora o câncer de pulmão também apresente alta incidência, a elevada mortalidade e diagnóstico tardio, resulta em prognósticos menos favoráveis, dificultando estudos nessa população. Além disso, as diretrizes ressaltam que ainda são necessários estudos sobre a prática de exercícios físicos nos indivíduos com câncer (LIGIBEL et al., 2022; INCA et al., 2023).

Estudos indicam que o exercício pode melhorar a capacidade funcional, a composição corporal, o estado de humor e a qualidade de vida desses indivíduos. Especificamente, em indivíduos com câncer de mama, programas de exercícios resistidos estão associados à melhora da autoestima, força muscular e composição corporal, sem agravar linfedemas ou outros efeitos adversos. Além disso, a combinação de exercícios aeróbicos, resistidos e de flexibilidade tem contribuído para o controle da dor e da fadiga (CAMPOS et al., 2022).

A relação entre o treinamento físico e o AngF em indivíduos com câncer tem sido explorada, entretanto os resultados ainda são inconclusivos. Revisão sistemática conduzida por Martins et al. (2022) analisou oito estudos que investigaram os efeitos do exercício no AngF de indivíduos com câncer, abrangendo diferentes tipos de cânceres como: mama, colorretal, leucemia, esofágico, pâncreas, próstata, pulmão, cabeça e pescoço. Os estudos analisaram intervenções envolvendo treinamento aeróbico, resistido e protocolos combinados, com frequência variando entre duas e seis sessões semanais e duração média de 30 a 90 minutos por sessão, ao longo de oito a 24 semanas (MARTINS et al., 2022)

Embora evidências sugiram que o treinamento físico possa contribuir para a preservação do AngF em diferentes tipos de câncer, como câncer de mama, colorretal e próstata, os achados ainda são heterogêneos. No entanto, os estudos disponíveis não identificaram mudanças imediatas no AngF ao final das intervenções, independentemente do tipo de exercício ou do tempo de treinamento. Os efeitos positivos foram mais evidentes em avaliações realizadas após pelo menos quatro meses de seguimento, programas com duração maior de 12 semanas e o treinamento resistido foi a modalidade mais relacionada ao aumento do AngF. Apesar dos avanços na investigação da relação entre exercício físico e AngF em indivíduos com câncer, a

literatura ainda apresenta limitações, como a heterogeneidade dos protocolos de treinamento, pequenos tamanhos amostrais e falta de padronização na prescrição do exercício, dificultando a comparação entre estudos (MARTINS et al., 2022)

Considerando os efeitos adversos do tratamento oncológico sobre as células saudáveis, a utilização do AngF como marcador da integridade celular, e as evidências dos benefícios do exercício físico na preservação da função celular em indivíduos saudáveis, torna-se essencial investigar essa relação no contexto oncológico. Além disso, a escassez de estudos que avaliem a resposta do AngF ao treinamento físico em indivíduos com câncer de pulmão e de cabeça e pescoço durante o tratamento oncológico, ressalta a necessidade de novas pesquisas e pode contribuir para melhor compreensão das adaptações celulares após o tratamento oncológico.

6. CONCLUSÃO

Indivíduos com câncer de pulmão e de cabeça e pescoço apresentaram AngF inferior aos valores de referência da população saudável, sugerindo comprometimento da integridade celular. Embora não tenha sido observada diferença significativa entre os grupos, os indivíduos que não realizaram o treinamento físico domiciliar apresentaram piora mais acentuada no AngF, sugerindo que os indivíduos submetidos a um treinamento físico domiciliar durante o tratamento oncológico parecem apresentar manutenção na integridade celular. Além disso, aderência maior ao treinamento físico esteve associada com maior manutenção da integridade celular independentemente do IMC, da capacidade funcional e da força muscular.

REFERÊNCIAS

ANAND, U.; DEY, A.; CHANDEL, A. K. S.; SANYAL, R.; MISHRA, A.; PANDEY, D. K.; DE FALCO, V.; UPADHYAY, A.; KANDIMALLA, R.; CHAUDHARY, A.; DHANJAL, J. K.; DEWANJEE, S.; VALLAMKONDU, J.; PÉREZ DE LA LASTRA, J. M. Cancer chemotherapy and beyond: Current status, drug candidates, associated risks and progress in targeted therapeutics. *Genes & Diseases*, [s. l.], v. 10, n. 4, p. 1367, 2022. Disponível em: <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10310991/>>. Acesso em: 17 fev. 2025.

AXELSSON, L.; SILANDER, E.; BOSAEUS, I.; HAMMERLID, E. Bioelectrical phase angle at diagnosis as a prognostic factor for survival in advanced head and neck cancer. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, [s. l.], v. 275, n. 9, p. 2379–2386, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00405-018-5069-2>>. Acesso em: 17 fev. 2025.

BAUMGARTNER, R. N.; CHUMLEA, W. C.; ROCHE, A. F. Bioelectric impedance phase angle and body composition. *The American Journal of Clinical Nutrition*, [s. l.], v. 48, n. 1, p. 16–23, 1988. . Acesso em: 17 fev. 2025.

BAUMGARTNER, R. N.; CHUMLEA, W. C.; ROCHE, A. F. Bioelectric impedance for body composition. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 193–224, 1990. . Acesso em: 17 fev. 2025.

BENNOUAR, S.; BACHIR CHERIF, A.; RAAF, N.; HANI, H. M.; KESSIRA, A.; ABDI, S. Raw bioelectrical impedance parameters and vector analysis in the screening of low muscle mass and low muscle mass associated with obesity in adult healthy subjects. *Internal and emergency medicine*, [s. l.], 2025. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39812907/>>. Acesso em: 17 fev. 2025.

CAMPA, F.; COLOGNESI, L. A.; MORO, T.; PAOLI, A.; CASOLO, A.; SANTOS, L.; CORREIA, R. R.; LEMES, Í. R.; MILANEZ, V. F.; CHRISTOFARO, D. D.; CYRINO, E. S.; GOBBO, L. A. Effect of resistance training on bioelectrical phase angle in older adults: a systematic review with Meta-analysis of randomized controlled trials. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*, [s. l.], v. 24, n. 3, p. 439–449, 2023. a. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11154-022-09747-4>>. Acesso em: 17 fev. 2025.

CAMPA, F.; COLOGNESI, L. A.; MORO, T.; PAOLI, A.; CASOLO, A.; SANTOS, L.; CORREIA, R. R.; LEMES, Í. R.; MILANEZ, V. F.; CHRISTOFARO, D. D.; CYRINO, E. S.; GOBBO, L. A. Effect of resistance training on bioelectrical phase angle in older adults: a systematic review with Meta-analysis of randomized controlled trials. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*, [s. l.], v. 24, n. 3, p. 439–449, 2023. b. . Acesso em: 17 fev. 2025.

CAMPA, F.; CORATELLA, G.; CERULLO, G.; STAGI, S.; PAOLI, S.; MARINI, S.; GRIGOLETTO, A.; MORONI, A.; PETRI, C.; ANDREOLI, A.; CEOLIN, C.; DEGAN, R.; IZZICUPO, P.; SERGI, G.; MASCHERINI, G.; MICHELETTI CREMASCO, M.; MARINI, E.; TOSELLI, S.; MORO, T.; PAOLI, A. New bioelectrical impedance vector references and phase angle centile curves in 4,367 adults: The need for an urgent update after 30 years. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, [s. l.], v. 42, n. 9, p. 1749–1758, 2023. c. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37544246/>>. Acesso em: 17 fev. 2025.

CAMPOS, M. D. S. B.; FEITOSA, R. H. F.; MIZZACI, C. C.; VON FLACH, M. D. R. T.; SIQUEIRA, B. J. M.; MASTROCOLA, L. E. Os Benefícios dos Exercícios Físicos no Câncer de Mama. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, [s. l.], v. 119, n. 6, p. 981–990, 2022.

COSTA PEREIRA, J. P. Da; REBOUÇAS, A. de S.; PRADO, C. M.; GONZALEZ, M. C.; CABRAL, P. C.; DINIZ, A. da S.; TRUSSARDI FAYH, A. P.; SILVA, F. M. Phase angle as a marker of muscle quality: A systematic review and meta-analysis. *Clinical nutrition* (Edinburgh, Scotland), [s. l.], v. 43, n. 12, p. 308–326, 2024. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39549478/>>. Acesso em: 17 fev. 2025.

CRAWFORD, J.; HERNDON, D.; GMITTER, K.; WEISS, J. The impact of myelosuppression on quality of life of patients treated with chemotherapy. *Future oncology* (London, England), [s. l.], v. 20, n. 21, 2024. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38587388/>>. Acesso em: 16 fev. 2025.

CZAJKOWSKI, D.; SZMYD, R.; GEE, H. E. Impact of DNA damage response defects in cancer cells on response to immunotherapy and radiotherapy. *Journal of medical imaging and radiation oncology*, [s. l.], v. 66, n. 4, p. 546–559, 2022. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35460184/>>. Acesso em: 17 fev. 2025.

DE, M.; SANTOS, O.; FERNANDA, ; DA, C.; DE LIMA, S.; LUÍS, ; MARTINS, F. L.; FERNANDO, J.; OLIVEIRA, P.; LIZ, ; DE ALMEIDA, M.; DE, M.; CANCELA, C. Estimativa de Incidência de Câncer no Brasil, 2023-2025. *Revista Brasileira de Cancerologia*, [s. l.], v. 69, n. 1, p. e-213700, 2023. Disponível em: <<https://rbc.inca.gov.br/index.php/revista/article/view/3700>>. Acesso em: 16 fev. 2025.

DETOPOULOU, P.; TSIODA, T.; PILIKIDOU, M.; PALYVOU, F.; TSEKITSIDI, E.; MANTZOROU, M.; PEZIRKIANIDOU, P.; KYRKA, K.; METHENITIS, S.; VOULGARIDOU, G.; ZAROGOULIDIS, P.; OIKONOMIDOU, R.; MATTHAIOS, D.; PORPODIS, K.; GIANNAKIDIS, D.; PAPAPOPOULOU, S. K. Changes in Body Weight, Body Composition, Phase Angle, and Resting Metabolic Rate in Male Patients with Stage IV Non-Small-Cell Lung Cancer Undergoing Therapy. *Medicina* 2022, Vol. 58, Page 1779, [s. l.], v. 58, n. 12, p. 1779, 2022.

EPSTEIN, R. S.; AAPRO, M. S.; BASU ROY, U. K.; SALIMI, T.; KRENITSKY, J. A.; LEONE-PERKINS, M. L.; GIRMAN, C.; SCHLUSSER, C.; CRAWFORD, J. Patient Burden and Real-World Management of Chemotherapy-Induced Myelosuppression: Results from an Online Survey of Patients with Solid Tumors. *Advances in therapy*, [s. l.], v. 37, n. 8, p. 3606–3618, 2020. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32642965/>>. Acesso em: 17 fev. 2025.

FABBRIZI, M. R.; PARSONS, J. L. Radiotherapy and the cellular DNA damage response: current and future perspectives on head and neck cancer treatment. *Cancer Drug Resistance*, [s. l.], v. 3, n. 4, p. 775, 2020. Disponível em: <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8992550/>>. Acesso em: 17 fev. 2025.

FAJARDO-ESPINOZA, F. S.; CABRERA-NIETO, S. A.; ESPADA-VARGAS, A. L.; PÉREZ-CAMARGO, D. A.; MOHAR, A.; CRUZ-RAMOS, M. Phase angle as a potential tool to evaluate chronic inflammatory state and predict quality of life deterioration in women with breast cancer and obesity: A narrative review. *Nutrition*, [s. l.], v. 127, p. 112524, 2024

GUO, J.; CHONG, F. F.; YIN, L. Y.; LIN, X.; ZHANG, M. Y.; SHI, M. L.; ZHANG, H. M.; LIU, J.; XU, H. X.; KANG, J. Bioelectrical Impedance Phase Angle as a Predictors of Mortality in Patients with Lung Cancer: a Prospective Study. *Journal of Nutritional Oncology*, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 38–48, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.34175/jno202201004>>. Acesso em: 17 fev. 2025.

HORTON, J. W.; VANRAVENSWAAY, A. C. Electrical impedance of the human body. *Journal of the Franklin Institute*, [s. l.], v. 220, n. 5, p. 557–572, 1935. . Acesso em: 17 fev. 2025.

INCA. ABC do câncer : abordagens básicas para o controle do câncer. 2020.

INCA. Estatísticas de câncer - INCA. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/cancer/o-que-e-cancer>>. Acesso em: 16 fev. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA; SOCIEDADE BRASILEIRA DE ONCOLOGIA CLÍNICA; SOCIEDADE BRASILEIRA DE ATIVIDADE FÍSICA E SAÚDE. Recomendações de atividade física durante e após o tratamento oncológico. Rio de Janeiro: INCA, 2023. Disponível em: https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files/media/document/guia_atividade_fisica_07.pdf. Acesso em: 5 mar. 2025.

ISHIKURA, S.; NIHEI, K.; OHTSU, A.; BOKU, N.; HIRONAKA, S.; MERA, K.; MUTO, M.; OGINO, T.; YOSHIDA, S. Long-term toxicity after definitive chemoradiotherapy for squamous cell carcinoma of the thoracic esophagus. *Journal of Clinical Oncology*, [s. l.], v. 21, n. 14, p. 2697–2702, 2003.

KOBAYASHI, K.; HISAMATSU, K.; SUZUI, N.; HARA, A.; TOMITA, H.; MIYAZAKI, T. A review of HPV-related head and neck cancer. *Journal of Clinical Medicine*, [s. l.], v. 7, n. 9, 2018. . Acesso em: 17 fev. 2025.

KONG, Q.; TIAN, L.; WANG, Y.; YU, M. Phase angle as a prognostic factor in patients with cancer: a systematic review of the existing evidence via a meta-analysis. *Nutricion hospitalaria*, [s. l.], 2024. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39692239/>>. Acesso em: 17 fev. 2025.

LIGIBEL, J. A.; BOHLKE, K.; MAY, A. M.; CLINTON, S. K.; DEMARK-WAHNEFRIED, W.; GILCHRIST, S. C.; IRWIN, M. L.; LATE, M.; MANSFIELD, S.; MARSHALL, T. F.; MEYERHARDT, J. A.; THOMSON, C. A.; WOOD, W. A.; ALFANO, C. M. Exercise, Diet, and Weight Management during Cancer Treatment: ASCO Guideline. *Journal of Clinical Oncology*, [s. l.], v. 348, 2022.

LOHMAN TG, ROCHE AF, MARTORELL R. Anthropometric Standardization Reference Manual: Human Kinetics Books; 1988.

LUKASKI, H. C.; KYLE, U. G.; KONDRUP, J. Assessment of adult malnutrition and prognosis with bioelectrical impedance analysis: Phase angle and impedance ratio. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, [s. l.], v. 20, n. 5, p. 330–339, 2017. Disponível em: <https://journals.lww.com/clinicalnutrition/fulltext/2017/09000/assessment_of_adult_malnutrition_and_prognosis.5.aspx>. Acesso em: 17 fev. 2025.

MAJEED, H.; GUPTA, V. Adverse Effects of Radiation Therapy. *StatPearls*, [s. l.], 2023. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563259/>>. Acesso em: 17 fev. 2025.

MARINI, E.; BUFFA, R.; SARAGAT, B.; COIN, A.; TOFFANELLO, E. D.; BERTON, L.; MANZATO, E.; SERGI, G. The potential of classic and specific bioelectrical impedance vector analysis for the assessment of sarcopenia and sarcopenic obesity. *Clinical Interventions in Aging*, [s. l.], v. 7, p. 585–591, 2012. Disponível em: <<https://www.dovepress.com/the-potential-of-classic-and-specific-bioelectrical-impedance-vector-a-peer-reviewed-fulltext-article-CIA>>. Acesso em: 17 fev. 2025.

MARTINS, A. D.; OLIVEIRA, R.; BRITO, J. P.; COSTA, T.; SILVA, J.; RAMALHO, F.; SANTOS-ROCH, R.; PIMENTA, N. Effect of exercise on phase angle in cancer patients: a systematic review, Edizioni Minerva Medica, 2022.

MARTINS, A. D.; FERNANDES, O.; OLIVEIRA, R.; BILRO, V.; LOPES, G.; REGO, A. M.; PARRAÇA, J. A.; RAIMUNDO, A. M. M.; BRITO, J. P. Effects of exercise programs on phase angle in older adults: A systematic review and meta-analysis, Elsevier Ireland Ltd, 2022.

MENDOZA-MARTÍNEZ, V. M.; BAÑOS-VÁZQUEZ, R.; MELENDEZ-MIER, G.; CARRILLO-ROJAS, J. I.; SANTOYO-CHÁVEZ, M. A.; ONTIVEROS-LÓPEZ, S.; GÓMEZ-COELLO, A.; ESCOBEDO, G.; DE LEÓN-RENDÓN, J. L.; BUENO-HERNÁNDEZ, N. Phase Angle (PhA) Is an Easy and Complementary Tool for Assessing Nutritional Status in Ulcerative Colitis (UC) Patients: A Cross-Sectional Study. *Life* 2024, Vol. 14, Page 1511, [s. l.], v. 14, n. 11, p. 1511, 2024

MEREU, E.; BUFFA, R.; LUSSU, P.; MARINI, E. Phase angle, vector length, and body composition. *The American journal of clinical nutrition*, [s. l.], v. 104, n. 3, p. 845–847, 2016. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27587608/>>. Acesso em: 17 fev. 2025.

MICHELI, M. L.; PAGANI, L.; MARELLA, M.; GULISANO, M.; PICCOLI, A.; ANGELINI, F.; BURTSCHER, M.; GATTERER, H. Bioimpedance and Impedance Vector Patterns as Predictors of League Level in Male Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 532–539, 2014. Disponível em: <<https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsp/9/3/article-p532.xml>>. Acesso em: 17 fev. 2025.

MORLINO, D.; CIOFFI, I.; MARRA, M.; DI VINCENZO, O.; SCALFI, L.; PASANISI, F. Bioelectrical Phase Angle in Patients with Breast Cancer: A Systematic Review. *Cancers*, [s. l.], v. 14, n. 8, p. 2002, 2022. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2072-6694/14/8/2002/htm>>. Acesso em: 16 fev. 2025.

NORMAN, K.; STOBÄUS, N.; PIRLICH, M.; BOSY-WESTPHAL, A. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis - Clinical relevance and applicability of impedance parameters, 2012.
NORMAN, K.; HERPICH, C.; MÜLLER-WERDAN, U. Role of phase angle in older adults with focus on the geriatric syndromes sarcopenia and frailty. *Reviews in endocrine & metabolic disorders*, [s. l.], v. 24, n. 3, p. 429–437, 2023.

NWOSU, A. C.; MAYLAND, C. R.; MASON, S.; COX, T. F.; VARRO, A.; STANLEY, S.; ELLERSHAW, J. Bioelectrical impedance vector analysis (BIVA) as a method to compare body composition differences according to cancer stage and type. *Clinical Nutrition ESPEN*, [s. l.], v. 30, p. 59–66, 2019. . Acesso em: 17 fev. 2025.

PICCOLI, A.; PILLON, L.; DUMLER, F. Impedance vector distribution by sex, race, body mass index, and age in the United States: standard reference intervals as bivariate Z scores. *Nutrition*, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 153–167, 2002. . Acesso em: 17 fev. 2025.

PICCOLI, A.; ROSSI, B.; PILLON, L.; BUCCIANTE, G. A new method for monitoring body fluid variation by bioimpedance analysis: The RXc graphKidney International. [s.l: s.n.].

POZO, K.; GOBBO, L. A.; FONTOLAN VIEIRA, R. M.; CAVALCANTE, A. M.; GRIGOLETTO, I.; CIPULO RAMOS, E. M. Decrease in Bioelectrical Impedance Phase Angle is Associated with Days until Death in Pancreatic Cancer. *Pancreas*, [s. l.], 2024. Disponível em: <https://journals.lww.com/pancreasjournal/fulltext/2025/01000/decrease_in_bioelectrical_impedance_phase_angle_is.10.aspx>. Acesso em: 17 fev. 2025.

SIEGEL, R. L.; KRATZER, T. B.; GIAQUINTO, A. N.; SUNG, H.; JEMAL, A. Cancer statistics, 2025. *CA: a cancer journal for clinicians*, [s. l.], 2025. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/39817679>>

SHORT, T.; TERANISHI-HASHIMOTO, C.; YAMADA, P. Exercise-Based Cancer Rehabilitation Program Improves Phase Angle in Breast Cancer Survivors. *International Journal of Exercise Science*, [s. l.], v. 15, n. 3, p. 1444, 2022

TOMELERI, C. M.; CAVALCANTE, E. F.; ANTUNES, M.; NABUCO, H. C. G.; DE SOUZA, M. F.; TEIXEIRA, D. C.; GOBBO, L. A.; SILVA, A. M.; CYRINO, E. S. Phase Angle Is Moderately Associated With Muscle Quality and Functional Capacity, Independent of Age and Body Composition in Older Women. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, [s. l.], v. 42, n. 4, p. 281–286, 2019.

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*, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 2785, 2025. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39843978/>>. Acesso em: 17 fev. 2025.