



Bioimpedância Elétrica: Uma revisão bibliográfica

Juliana Pitta¹, julianalupitta@gmail.com

Pedro Henrique de Souza Marques¹, marquesph99@gmail.com

Gilson Maekawa Kanashiro¹, gilson.kanashiro@ifpr.edu.br

Mariza Akiko Utida¹, marizakiko@gmail.com

Ricardo Gouveia Teodoro¹, ricardo.teodoro@ifpr.edu.br

Resumo: A bioimpedância elétrica é uma temática de estudo da engenharia biomédica que teve origem na década de 40. Atualmente, pode ser definida como a oposição de um meio biológico à passagem de corrente elétrica. Os exames consistem na aplicação de uma corrente alternada de baixa amplitude no corpo humano através de eletrodos dispostos em locais específicos, visando determinar sua impedância elétrica por meio de um monitor de bioimpedância. A partir desse dado, juntamente com a altura, peso, sexo e idade é possível por meio de equacionamento matemático determinar diversas características fisiológicas do indivíduo, dentre elas quantidade de massa magra, tecido adiposo e hidratação. Desse modo, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão de caráter bibliográfico acerca dos principais aspectos relacionados a bioimpedância elétrica, visto que consiste em um método não invasivo eficiente para avaliação da composição corporal.

Palavras-chave: Bioimpedância; Engenharia Biomédica; Engenharia Elétrica.

1 Introdução

A bioimpedância elétrica (BIA) é uma área de estudo da engenharia biomédica que teve início nas primeiras décadas do século XX com Hoerber, porém os avanços mais significativos a respeito dessa temática foram desenvolvidos por Nyober na década de 40 (SONCINI e RAMLOW, 2009).

Posteriormente, Tomasset utilizando

os conceitos físicos da Lei de Ohm, estabelece uma forma de determinar a resistência de um corpo a partir da observação da atividade elétrica cerebral (SONCINI e RAMLOW, 2009).

Atualmente, a bioimpedância é definida como a oposição de um meio biológico à passagem de corrente e os exames consistem em posicionar eletrodos em locais estratégicos do corpo humano e aplicar uma corrente alternada, a fim de determinar a impedância desse corpo (IGLESIAS et al., 2012).

A partir desse dado, juntamente com a altura, peso, sexo e idade, os equipamentos mais modernos são capazes de determinar por meio de equações, diversos parâmetros fisiológicos do corpo humano, como a quantidade de tecido muscular, adiposo e até mesmo o nível de hidratação corporal (IGLESIAS et al., 2012).

Desse modo, o presente trabalho visa realizar uma revisão de cunho bibliográfico a respeito dos principais aspectos relacionados a bioimpedância elétrica.

2 Efeitos da corrente elétrica nos tecidos corporais

2.1 Condução de corrente elétrica

A condução de corrente elétrica no corpo humano é majoritariamente iônica, ou seja, se dá pelo movimento dos íons presentes tanto dentro, quanto fora das células (SONCINI e RAMLOW apud

GEDDES E BAKER, 2009).

Os tecidos musculares apresentam menor resistência à passagem de corrente, sendo bons condutores, principalmente devido aos fluidos eletrolíticos intra e extracelulares (MIALICH, 2009).

Em contrapartida, os tecidos ósseos e adiposos, possuem alta resistência elétrica, sendo portanto, maus condutores em virtude da sua menor quantidade de eletrólitos (MIALICH, 2009).

2.2 Resistência e reatância capacitiva

A impedância biológica corporal é composta pela reatância capacitiva e pela resistência (IGLESIAS et al., 2012).

A primeira diz respeito a resistência à passagem de fluxo elétrico causada por uma capacitância. Isso se dá por conta da membrana celular que é composta por duas camadas de proteína (condutora) separadas por compostos lipídicos (isolante), o que caracteriza a membrana celular como um capacitor biológico (EICKEMBERG et al., 2010).

Esse efeito de capacitância faz com que a corrente fique adiantada em relação a tensão, gerando um ângulo de fase entre as ondas dessas duas grandezas elétricas (IGLESIAS et al., 2012).

Para se obter os dados da bioimpedância corporal é necessária uma frequência entre 50kHz e 100kHz, pois é necessário que a corrente consiga penetrar as células (EICKEMBERG et al., 2010).

Valores inferiores aos especificados acima fazem com que a reatância capacitiva seja alta, ocasionando um aumento na impedância celular, o que faz com que a corrente percorra somente os fluidos extracelulares (EICKEMBERG et al., 2010).

Com a utilização da frequência na

faixa adequada, há uma diminuição na reatância capacitiva celular ocasionando o decrescimento da impedância e permitindo que a corrente percorra também os fluidos intracelulares (EICKEMBERG et al., 2010).

3 Obtenção dos parâmetros da bioimpedância

3.1 Posicionamento dos eletrodos

Um fator importante para a obtenção dos parâmetros da bioimpedância é o posicionamento dos eletrodos, que pode variar de acordo com objetivos específicos e dependendo de sua disposição pelo corpo são capazes de aferir dados diversos (SONCINI e RAMLOW, 2009).

Normalmente, para se obter a bioimpedância elétrica corporal total utiliza-se o modelo tetrapolar, composto por 4 eletrodos dispostos em pares no tornozelo e no punho do mesmo lado do corpo. Os eletrodos proximais são chamados de eletrodos-sensores, enquanto os distais são os eletrodos-fonte (IGLESIAS et al., 2012).

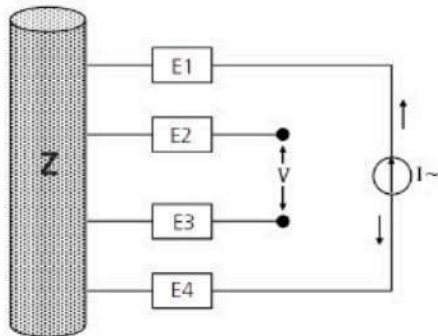
Existem também posicionamentos característicos para se obter parâmetros de partes específicas do corpo como membros e tronco. Esse processo é chamado de bioimpedância segmentar (MIALICH, 2009).

3.2 Parâmetros elétricos

Após o posicionamento dos eletrodos, esses são conectados a um monitor de bioimpedância que introduz uma corrente alternada de baixa amplitude, normalmente em torno de 800uA e frequência de 50 kHz nos eletrodos distais. A partir disso, uma queda de tensão é medida nos eletrodos proximais (Figura 1), sendo possível determinar a impedância elétrica corporal

através da equação 1 (BRONHARA, 2014 e EICKEMBERG et al., 2010).

Figura 1 – Medição da bioimpedância utilizando 4 eletrodos



Fonte: IGLESIAS et al. (2012).

$$V = ZI \quad (1)$$

A equação (1) utilizada para determinar a impedância corporal é a lei de Ohm, que relaciona a tensão aplicada com a impedância e a corrente elétrica, sendo I a corrente, Z a impedância e V a tensão.

De forma sequencial, os monitores de bioimpedância utilizam o ângulo de fase formado entre a corrente e a tensão e a impedância obtida pela lei de Ohm para determinar a reatância capacitiva e a resistência elétrica (EICKEMBERG et al., 2010).

A passagem da corrente elétrica aplicada depende do volume corporal, da estatura, e da impedância (resistência a passagem de corrente). Esses fatores são específicos para cada indivíduo de acordo com suas características físicas. (MIALICH, 2009).

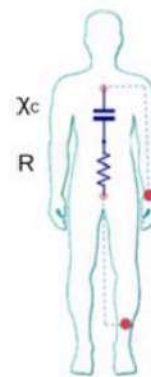
3.3 Parâmetros e considerações para o equacionamento matemático

Para a realização do equacionamento

da bioimpedância elétrica é necessário que sejam realizadas algumas aproximações.

A primeira delas diz respeito a enxergar o corpo como uma resistência elétrica e uma reatância capacitiva, como mostra a figura 2.

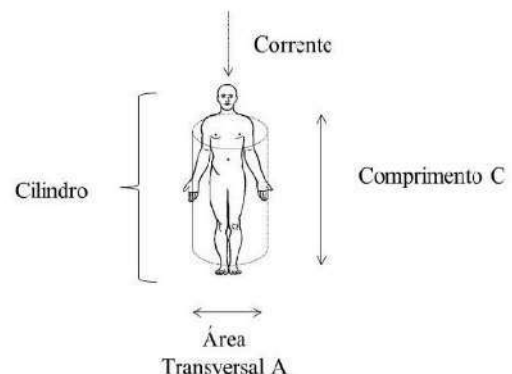
Figura 2 – Aproximação elétrica corporal



Fonte: Adaptado de SILVA et al. (2019).

A segunda aproximação, retratada na Figura 3, se refere ao corpo visualizado em um formato cilíndrico, no qual a resistência está relacionada ao comprimento e a área transversal dessa geometria corporal em questão (BRONHARA, 2014).

Figura 3 – Geometria corporal cilíndrica



Fonte: BRONHARA (2014).

A partir disso e da coleta dos dados elétricos descrita no tópico 3.2 é possível efetuar um equacionamento matemático a fim de determinar a quantidade de massa magra corporal, tecido adiposo e hidratação intra e extracelular (SILVA et al., 2019).

4 Conclusão

Com base no levantamento bibliográfico apresentado, foi possível concluir que a bioimpedância elétrica é um método eficiente para a aferição da composição corporal.

Dessa forma esse é um método não invasivo, que pode ser utilizado pela maioria das pessoas para a obtenção de parâmetros como massa magra, tecido adiposo e quantidade de água corporal.

Ademais, a partir das informações provenientes das literaturas estudadas, pode-se apresentar de forma clara uma revisão de cunho bibliográfico acerca dos principais aspectos relacionados a bioimpedância elétrica.

REFERÊNCIAS

DAMIANI, Bruna Bronhara. **Estimativa da composição corporal por impedância elétrica vetorial através de modelos fuzzy**. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/>

6132/tde-17072014-104356/en.php >.

EICKEMBERG, Michaela et al. **Bioimpedância elétrica e sua aplicação em avaliação nutricional**. Revista de Nutrição, v. 24, n. 6, p. 873-882, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rn/v24n6/08v24n6.pdf>>.

SÁNCHEZ-IGLESIAS, Andrés et al. **Fundamentos eléctricos de la bioimpedancia**. Nefrología (Madrid), v. 32, n. 2, p. 133-135, 2012. Disponível em: <<http://scielo.isciii.es/pdf/nefrologia/v32n2/editorial.pdf>>.

MIALICH, Mirele Savegnago. **Proposta de novo Índice de Massa Corporal (IMC) corrigido por massa gorda através do uso da bioimpedância**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/17/17138/tde-02062010-144324/en.php>>.

SILVA, Marcelo Mariano da et al. **Bioimpedância elétrica para avaliação da composição corporal: uma proposta didático-experimental para estudantes da área da saúde**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 41, n. 2, 2019.

SONCINI, Alessandro Zittlau; RAMLOW, Ricardo Duarte. **Estimativa de massa corporal por bioimpedância elétrica**. Curitiba, 2009.