

A APRENDIZAGEM DO ÍNDICE DE MASSA CORPORAL (IMC) NAS ESCOLAS DE ANANINDEUA-PA: PRÁTICA E TEORIA

Eva Maria Joana Cruz da Pureza (Faculdade de Física – Ananindeua -UFPA)

Milena Pinheiro Barbosa (Faculdade de Física – Ananindeua -UFPA)

Carlos Alberto Brito da Silva Jr (Faculdade de Física – Ananindeua -UFPA)

RESUMO

Neste trabalho preliminar é apresentada uma atividade prática do *Índice de Massa Corporal* (IMC) através das equações de Quételet, Melão Jr. e Trefethen como objeto de conhecimento da unidade temática “Vida e Evolução” da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para alunos nas escolas do município de Ananindeua-Pa. Inicialmente, participaram dessa atividade 10 alunos voluntários, sendo 5 do gênero feminino (F) e 5 do masculino (M), com médias de idade 17 ± 1 anos e 16 ± 1 anos; peso $55,05\pm 5,15$ Kg e $67,35\pm 19,95$ Kg; altura $1,59\pm 0,09$ m e $1,65\pm 0,15$ m, respectivamente. Ao final, eles aprenderam a usar o método antropométrico e as 3 equações do IMC, cujas médias foram obtidas para F e M. Assim, é possível fazer o monitoramento preliminar da saúde dos alunos a partir da medida da massa, do peso e do IMC.

Palavras-chave: IMC, BNCC, “Vida e Evolução”, Saúde.

INTRODUÇÃO

Desde sempre manter-se saudável (ou com boa saúde) foi algo de muito prestígio para a maioria da população. Pois, assumindo o conceito da Organização Mundial de Saúde (OMS), nenhum ser humano (ou população) será totalmente saudável ou totalmente doente. Ao longo de sua existência, viverá condições de saúde/doença, de acordo com suas potencialidades, suas condições de vida e sua interação com ela. De acordo com essa percepção, diversas maneiras são propostas para ajudar a melhor compreender a educação para a saúde como tema transversal, permeando especialmente as áreas da ciência biológica e física. Pois, estudos têm mostrado que o ensino de saúde vem sendo trabalhado com poucas conexões com os saberes vivenciados pelos alunos (BRASIL, 1997).

Para os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) de Ciências Naturais, cabe ao educador planejar e desenvolver atividades atrativas e contextualizadas para serem trabalhadas junto aos alunos, bem como propor: 1- temas transversais, como saúde, sejam incluídos nos

currículos da Educação Básica numa tentativa de conectar as disciplinas (Biologia, Física, Química e outras) e 2- novas estratégias de ensino para motivar os estudantes o que pode resultar numa maior contribuição para aprendizagem dos conceitos (BRASIL, 2000). Assim, o tema escolhido vai contemplar a conexão da Biologia com a Física por meio das estratégias de ensino que envolve a experimentação e a teoria que podem ser usadas pelos professores para o desenvolvimento de habilidades dos alunos em Biologia e Física.

Portanto, a prática se baseou no método antropométrico para medir grandezas como massa (peso) e altura (estatura) por meio da experimentação a partir de uma balança e de uma trena (ou fita métrica) e a teoria é baseada nas fórmulas do Índice de Massa Corporal (IMC) propostas por Lambert A. J. Quetelet (1796-1874) (EKNOYAN, 2008), Hindenburg Melão Jr (1972-?) (MELÃO Jr, 2009) e Lloyd N. Trefethen (1955-?) (TREFETHEN, 2013 e DONNA, 2013].

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No século XIX, L. Quetelet desenvolveu o que ele chamou de "física social", pois ele pretendia conhecer cientificamente a sociedade e as ações dos indivíduos que nela estão inseridos a partir de uma lógica. Então, em 1835, ele propõe sua principal obra "*Do Homem e do Desenvolvimento de suas Faculdades, Testes Físicos de uma Construção Social*", onde lançou a noção de estatística social (aspecto social do estudo da probabilidade) e o conceito de homem-médio (a medida de todos os homens). Quetelet não tinha o interesse em estudar obesidade, mas sim definir o "homem médio". Porém, ele propõe o cálculo do *Índice de Quetelet* para analisar a proporcionalidade entre massa (m) e altura (h). A fórmula proposta por Quetelet é fácil e rápida, mostrando uma relação de m com h^2 (EKNOYAN, 2008).

Entretanto, o termo *Índice de Massa Corporal* ($IMC = m/h^2$) mostrando a influência da dieta na saúde foi publicado em 1972 no *Journal of Chronic Diseases* por Ancel Keys (1904-2004) *et al* que era "... se não totalmente satisfatório, pelo menos tão bom quanto qualquer outro índice de peso relativo como um indicador de obesidade relativa" (EKNOYAN, 2008 e KEYS *et al.*, 1972).

Assim, os estudos de Quetelet (EKNOYAN, 2008) e Keys *et al* (1972) fornecem a base para a aplicação do IMC como índice peso-estatura ideal de adiposidade, isto é, para prever doenças associadas a obesidade devido a relação do peso (massa) e a altura de um indivíduo. Muitos estudos mostram que o IMC - após ter ajustado a massa (peso) e altura (estatura) de maneira simples, barata, segura e prática - é uma medida aceitável de adiposidade (Khosla e

Lowe, 1967 e Gallagher et al., 1996) que independe da idade, sexo e etnia. Neste sentido, o IMC apresenta falhas, mas pode dar uma classificação preliminar do estado nutricional de um indivíduo. Haja vista que, até os dias atuais, a fórmula de Quetelet para o IMC é usada para se fazer medidas para construção de tabelas e gráficos, bem como para desenvolvimento de software, aplicativos, etc. relacionados a obesidade. A Tabela 1 abaixo exhibe a faixa de IMC para os sexos feminino e masculino, enquanto que a Tabela 2 exhibe a faixa de IMC sem distinção de sexo (padrão oficial adotado pela Organização Mundial da Saúde - OMS):

Tabela 1- Faixa de IMC para sexo feminino (F) e masculino (M).

	IMC Feminino	IMC Masculino	Categoria
1	Abaixo de 19,1	Abaixo de 20,7	Abaixo do peso
2	19,1 a 25,8	20,7 a 26,4	Peso ideal
3	25,9 a 27,3	26,5 a 27,8	Pouco acima do peso
4	27,4 a 32,3	27,9 a 31,1	Acima do peso
5	Acima de 32,3	Acima de 31,1	Obesidade

Tabela 2- Faixa de IMC sem distinção de sexo.

	IMC sem distinção de sexo	Categoria
1	Abaixo de 16,00	Baixo peso Grau III
2	16,00 a 16,99	Baixo peso Grau II
3	17,00 a 18,49	Baixo peso Grau I
4	18,50 a 24,99	Peso ideal
5	25,00 a 29,99	Sobrepeso
6	30,00 a 34,99	Obesidade Grau I
7	35,00 a 39,99	Obesidade Grau II
8	Acima de 39,9	Obesidade Grau III

Fonte: <http://indicedemassacorporal.com/calcular-imc.html>

Em 2002, o brasileiro H. Melão Jr. publicou um artigo no qual reformulou o método para o cálculo do IMC proposto por Quetelet e divulgado por Ancel Keys *et al*, melhorando substancialmente a acurácia com o novo método e adequando o conceito de IMC às Leis Físicas. Pois, levou em consideração as ações provocadas pela força gravitacional no corpo

humano sobre a superfície da Terra que ocasiona nas estruturas maiores uma fragilidade desproporcional superior em relação às estruturas menores conservadas; e também considerou a resistência dos materiais, mas com a mesma finalidade da fórmula proposta por Quetelet. A nova fórmula proposta por ele é dada por $IMC = k.m/h^{3,06}$, onde $k = 1,72$. Mas, na época a descoberta não recebeu nenhuma atenção, e assim continua até hoje (MELÃO Jr, 2009).

Em 2013, N. Trefethen propôs uma revisão da fórmula do IMC proposta por Melão Jr., dada por $IMC = k.m/h^{2,5}$, onde $k = 1,3$. A ideia era manter a média dos resultados próxima à média do método de Quetelet e Melão Jr. Pois para ele, Quetelet não tinha o interesse em estudar obesidade, mas sim definir o “homem médio”, assim a fórmula de Quetelet possuía erros em comparação a altura, possibilitando crer que pessoas altas são mais gordas, e as baixas mais magras do que na veracidade, pois ela não levava em conta o ganho de peso natural de uma pessoa mais alta. Assim, se sua estatura é baixa, sua massa corporal pode aumentar, mesmo sem você ter ganho peso. Trefethen propõe a fórmula para corrigir este erro com base em fatores geométricos. Mas assim como a fórmula de Melão Jr., a sua fórmula também não foi levada para frente permanecendo no esquecimento, e apenas a fórmula de Quetelet para o cálculo do IMC é que está sendo usada até hoje nas áreas da saúde e afins (TREFETHEN, 2013 e DONNA, 2013).

Dessa forma, resolvemos aplicar as fórmulas de Quetelet, Melão Jr. e Trefethen nas atividades práticas realizadas nas escolas de Ananindeua-Pa para efeito de conhecimento (divulgação) e investigação do cálculo do IMC, assim bem como, tentar verificar se há uma discrepância grande entre elas nos resultados obtidos.

METODOLOGIA

A pesquisa foi idealizada a partir de leituras para maior adequação ao assunto e, posteriormente, realizada em 10 alunos voluntários com idade entre 15 a 18 anos, isto é, com média de idade total $16,5 \pm 1,5$ anos na Feira de Ciências de uma escola do município de Ananindeua-Pa por meio de atividades de exposições, onde foram feitos levantamento de dados a partir de uma avaliação por meio do método antropométrico.

A Antropometria é uma ferramenta que envolve medidas de massa (peso) e altura (estatura) para grandes amostras e é considerado um método simples (instrumentos portáteis), de baixo custo, não invasivo e não requer um treinamento prolongado (RABITO *et al.*, 2008).

Neste sentido, a massa (ou peso) dos alunos, em Kg, foi aferida por uma Balança Mecânica G-Tech Antiderrapante – Cinza de 130kg (HEYMSFIELD, 1990), ver Figura 1,

enquanto que, a altura (ou estatura) dos alunos, em m, foi aferida por uma Trena (fita métrica) Vonder de aço de 3m x 12,5mm (ACUÑA e CRUZ, 2004).



Figura 1- Aluna na prática sobre a balança para realização da medida de massa (peso).

Os dados obtidos foram reunidos e através de medições foi possível realizar os cálculos do IMC e fazer um levantamento em cima dos resultados encontrados. Entretanto, é encontrado na literatura softwares para realizar o cálculo do IMC por meio da fórmula de Quetelet. Dessa forma, através das informações levantadas, é possível produzir também um software ou um aplicativo android para as fórmulas de Melão Jr. e Trefethen para obter uma maior facilidade e rapidez na realização dos cálculos e na obtenção dos resultados baseados nas três fórmulas.

Porém, o método indicado pela OMS para cálculo de IMC na faixa etária para jovens (12 a 19 anos) é baseado em percentis, levando-se em consideração o sexo e a idade (em anos e meses). A partir de 19 anos e 1 mês o cálculo do IMC deverá ser realizado pelo método principal (ver Tabela 3 abaixo) ou pela metodologia alternativa, com distinção de sexo. Veja abaixo todas as formas de se calcular o IMC, bem como informações da seção Úteis.

Tabela 3- Faixa de IMC para crianças, jovens, adultos, idosos e gestantes.

Calcular IMC
Crianças (recém-nascidas a 11 anos e 11 meses): Masculino e Feminino.
Jovens (12 anos a 19 anos): Masculino e Feminino.
Adultos (19 anos e 1 mês a 59 anos e 11 meses) Padrão - sem distinção de sexo, método sugerido pela OMS. Masculino / Feminino - distingue o sexo, método sugerido pelo estudo NHANES II survey - National Health and Nutrition Examination Survey
Idosos (a partir de 60 anos): Idosos (sem distinção de sexo)
Gestantes (idade superior a 10 anos e inferior a 60 anos)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As distinções nos valores de referências do IMC podem variar de acordo com o sexo (gênero), idade, raça, musculatura, alimentação, de região para região, tornando problemática às pesquisas na área.

Neste sentido, a amostra que participou efetivamente da atividade prática na escola é composta por 10 alunos voluntários, sendo 5 ou 50% do sexo feminino (F) e 5 ou 50% do sexo masculino (M) com idade entre 15 a 18 anos. As médias de idade foram $16,5 \pm 1,5$ anos (para os 10 alunos), 17 ± 1 anos (para o sexo M) e 16 ± 1 anos (para o sexo F) consistindo de indivíduos jovens, característica inerente de estudantes do Ensino Médio com predominância dividida de ambos os sexos F e M.

As variáveis peso e estatura média foram determinadas com a balança e trena, que correspondem a: $67,35 \pm 19,95$ Kg e $1,65 \pm 0,15$ m (para o sexo M) e $55,05 \pm 5,15$ Kg e; e altura $1,59 \pm 0,09$ m (para o sexo F). Na média essas variáveis são significativamente maiores para o sexo M. Nesta etapa da atividade prática, os alunos aprenderam a utilizar a balança e a trena para realizar as medidas de massa (peso) e altura (estatura).

Com relação ao cálculo do IMC médio a partir dos valores de massa (peso) e altura (estatura) por meio das fórmulas de Quételet, Melão Jr. e Trefethen, obtemos: (a) Para os alunos do sexo M: $21,16 \pm 3,54$ Kg/m² (Quételet), $20,92 \pm 3,01$ Kg/m^{3,06} (Melão Jr.) e $21,28 \pm 3,34$ Kg/m^{2,5} (Trefethen). (b) Para os alunos do sexo F: $20,2 \pm 1,98$ Kg/m² (Quételet), $22,035 \pm 1,435$ Kg/m^{3,06} (Melão Jr.) e $22,855 \pm 1,805$ Kg/m^{2,5} (Trefethen). Na média, o IMC de Quételet é significativamente maior para o sexo M, porém o IMC de Melão Jr. e Trefethen são significativamente maior para o sexo F. Nesta etapa da atividade prática, os alunos aprenderam a manipular as três fórmulas para calcular o IMC que mostra qual seria o peso ideal para sua altura permitindo você descobrir como anda sua saúde por meio de um monitoramento preliminar nutricional para pessoas magras, normais, com sobrepeso e obesa.

Assim, os resultados obtidos através do cálculo do IMC utilizando as fórmulas de Quételet, Melão Jr. e Trefethen foram colocados na forma de tabela e apresentados levando em consideração o sexo e a idade dos alunos, como mostra a Tabela 4 abaixo:

Tabela 4- Resultados do IMC considerando o gênero e a idade.

	Genêro	Idade	Altura	Massa	IMC= m/h^2	IMC= $1,3.m/h^{2,5}$	IMC= $1,7.m/h^{3,06}$
1	Masculino	16	1,68	67,2	23,81	23,93	23,62
2	Masculino	17	1,67	50,6	18,14	18,02	18,12
3	Masculino	17	1,88	87,3	24,7	23,41	21,5
4	Masculino	18	1,64	47,4	17,62	17,91	17,94
5	Masculino	16	1,50	49,5	22	23,35	24,62
6	Feminino	15	1,51	50,6	22,19	23,47	24,66
7	Feminino	17	1,58	49,9	19,99	20,6	21,17
8	Feminino	16	1,64	57	21,19	21,51	21,57
9	Feminino	15	1,67	50,8	18,22	21,20	21,05
10	Feminino	17	1,65	60,2	22,11	22,37	22,36
	Média	16,4	1,642	57,05	20,99	21,58	21,66

De acordo com a Tabela 4, foi exposto as medidas realizadas com os 10 alunos da escola do município de Ananindeua-Pa, onde a metade (5 alunos) é do sexo M e a outra metade (5 alunos) é do sexo F. Fazendo uma análise com relação ao gênero (sexo) observamos que o aluno de número 3 (sexo M) possui maior altura (1,88m) e maior massa (87,3Kg), conseqüentemente, possui maior IMC usando a fórmula de Quetelet ($24,7\text{Kg}/\text{m}^2$), porém não necessariamente o maior IMC usando a fórmula de Melão Jr. ($23,41\text{Kg}/\text{m}^{3,06}$) e a fórmula de Trefethen ($21,5\text{Kg}/\text{m}^{2,5}$). Comparando com a aluna de número 6 (sexo feminino) que possui menor altura (1,51m) e menor massa (50,6Kg), conseqüentemente, possui menor IMC usando a fórmula de Quetelet ($22,19\text{Kg}/\text{m}^2$), porém não necessariamente o menor IMC usando a fórmula de Melão Jr. ($23,47\text{Kg}/\text{m}^{3,06}$) e a fórmula de Trefethen ($24,66\text{Kg}/\text{m}^{2,5}$). Esse resultado também pode ser analisado através da idade, pois o aluno de número 3 (sexo M) tem 17 anos, enquanto que a aluna de número 6 (sexo F) tem 15 anos. O que mostra que não necessariamente aquele que tem maior idade vai ter maior IMC baseado na fórmula de Melão Jr. e Trefethen. Porém, se observarmos a Tabela 1 referente a faixa e categoria do IMC, o aluno de número 3 (sexo M) e a aluna de número 6 (sexo F) estarão na categoria peso ideal para as 3 fórmulas (Quetelet, Melão Jr. e Trefethen).

Abaixo na Figura 2, é mostrado os resultados da Tabela 4 para os 10 alunos por meio de gráfico do IMC versus número de alunos levando em consideração a ordem dos alunos na

Tabela 3 e a separação por sexo nas fórmulas de Quetelet, Melão Jr. e Trefethen. Os 5 primeiros alunos (isto é, de 1 a 5) correspondem aos alunos do sexo M, enquanto que os 5 últimos alunos (isto é, de 6 a 10) correspondem aos alunos do sexo F. As barras em azul, verde e vermelho correspondem aos resultados obtidos das fórmulas de Quételet, Melão Jr. e Trefethen, respectivamente.

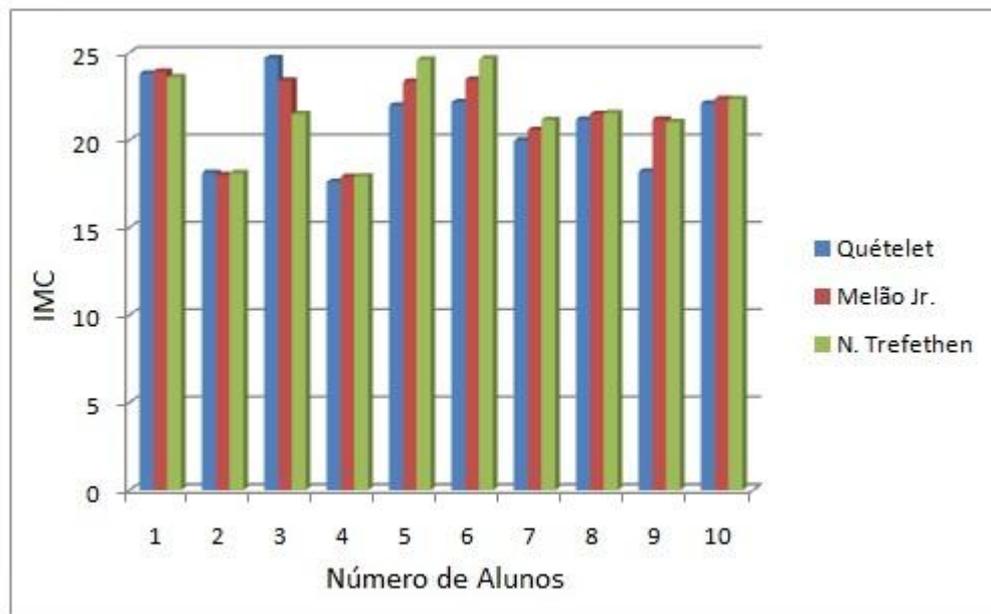


Figura 2- IMC versus número de alunos por sexo.

A Figura 3 exibe os resultados gráficos levando em consideração a ordem dos alunos por idade, isto é, de 15 a 18 anos, para as três fórmulas de Quételet, Melão Jr. e Trefethen. As 2 primeiras barras em grupos de 3 (azul, vermelha e verde) correspondem para alunos do sexo F com 15 anos (número 1 e 2), as 3 seguintes correspondem a alunos de 16 anos (número 3 a 5), as 4 seguintes correspondem a alunos de 17 anos (número 6 a 9) e a última corresponde ao aluno de sexo M com 18 anos (número 10).

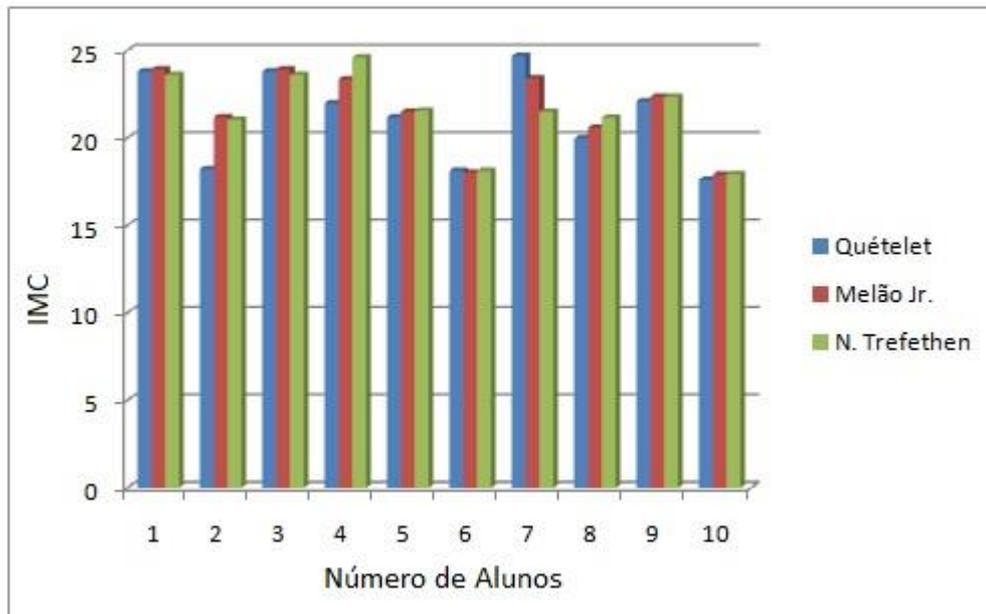


Figura 3- IMC versus número de alunos por idade.

CONCLUSÃO

Constatou-se com os resultados obtidos pelas fórmulas de Quetelet, Melão Jr. e Trefethen que não há uma diferença substancial para a determinação do IMC, pois apresentam resultados bem próximos um dos outros. Por esse motivo, é que os estudiosos usam a fórmula de Quetelet e por ela ser mais simples do que as outras 2. Entretanto, se faz necessário algumas vezes considerar os efeitos biológicos (idade, sexo, raça, etc.), físicos (gravidade, musculatura, etc.) e outros. Assim, nossa atividade prática procurou trabalhar a divulgação (o conhecimento) e a aprendizagem dos alunos por meio da utilização adequada dos instrumentos de medidas (balança e trena), bem como da teoria e os conceitos da Biologia e da Física pelo cálculo do IMC nas fórmulas de Quetelet, Melão Jr. e Trefethen. Isso trouxe resultados satisfatórios nas escolas, pois os alunos aprenderam a fazer medidas com os instrumentos e a usar a matemática para gerar resultados em Biologia e Física, o que foi bastante útil para os professores das disciplinas de Ciências, Biologia, Física e Matemática das escolas, pois os alunos conseguiram compreender melhor os conteúdos com essa metodologia. Essa atividade também foi aplicada numa turma de Especialização em Ensino de Física no Campus de Ananindeua/UFPa, onde houve maior aprendizado e bastante discussão. Baseado neste estudo preliminar a respeito da determinação do IMC, podemos fazer um estudo idêntico com uma amostra bastante maior,

incluindo crianças com baixo peso e com excesso de peso ou obesas, para melhor aplicarmos o tratamento estatístico. Além disso, trabalhar com a fórmula do IMC ajustado [$IMC_{ajust.} = (3.P(Kg) + 4.m_{gorda}(\%))/h(m)$] proposta por Mialich *et al.* (2011) e Mialich (2012) que leva em consideração o percentual de gordura (massa gorda) e que pode ser medido com o instrumento denominado de Adipômetro, ver Figura 4 abaixo. Com esse IMC ajustado foi proposto uma reformulação das faixas de classificação do estado nutricional do IMC tradicional (Quételet).



Figura 4- Adipômetro mede a percentagem de gordura em um indivíduo.

REFERÊNCIAS

ACUÑA, K. e CRUZ, T. “Avaliação do estado nutricional de adultos e idosos e situação nutricional da população brasileira”, *Arq Bras Endocrino Metab* 48: 345-361, (2004).

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria da Educação Fundamental. “Parâmetro Curriculares Nacionais: Meio Ambiente e Saúde”: Vol. 9, Brasília: 128p., (1997).

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria da Educação Fundamental. “Parâmetro Curriculares Nacionais: Ciências Naturais”: Vol. 4, 2a. Ed., Brasília: 136p., (2000).

DONNA, “*Cientistas estudam nova fórmula para medir IMC: calcule a diferença*”, 23/04/2013.

Site: <http://revistadonna.clicrbs.com.br/saude/cientistas-estudam-nova-formula-para-medir-imc-calcule-a-diferenca/>

EKNOYAN, G. “*Adolphe Quetelet (1796-1874) – the average man and indices of obesity*”, *Nephrol Dial Transplant* 23: 47-51, (2008).

GALLAGHER, D. *et al.* “*How useful is body mass index for comparison of body fatness across age, sex and ethnic groups?*”, *Am J Epidemiol* 143: 228-239, (1996).

HEYMSFIELD, S. B. “*Anthropometric measurements: application in hospitalized patients*”, *Infusionstherapie* 17: 48-51, (1990).

KEYS, A. *et al.* “*Indices of Relative Weight and Adiposity*, *J Chronic Dis* 25: 329-343, (1972).

KOSLA, T. e LOWE, C. R. “*Indices of obesity derived from body weight and height*”, *Br J Prev Soc Med* 21: 122-128, (1967).

MELÃO Jr., H. “*IMC na Balança, São Paulo: Ferrari Editora e Artes Gráficas*”, 96p., (2009).

MIALICH, M. S. *et al.* “*New body mass index adjusted for fat mass (BMI_{fat}) by the use of electrical impedance*”, *Journal of Body Composition Research* 9: 65-72, (2011).

MIALICH, M. S. “*Validação de IMC ajustado pela massa gorda obtida por impedância bioelétrica*”, USP, Faculdade de Medicina, Ribeirão Preto, Tese de Doutorado em Ciências Médicas, 176p., (2012).

RABITO, E. I. *et al.* “*Validation of predictive equations for weight and height using a metric tape*”, *Nutr. Hosp.* 23: 614-618, (2008).

TREFETHEN, N. “*BMI (Body Mass Index)*”, 05/01/2013.

Site: <https://people.maths.ox.ac.uk/trefethen/bmi.html>.