UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO
CURSO DE NUTRIÇÃO E METABOLISMO

NOVAS PROPOSTAS DE ESTUDOS DE COMPOSIÇÃO CORPORAL

Mirele Savegnago Mialich Grecco

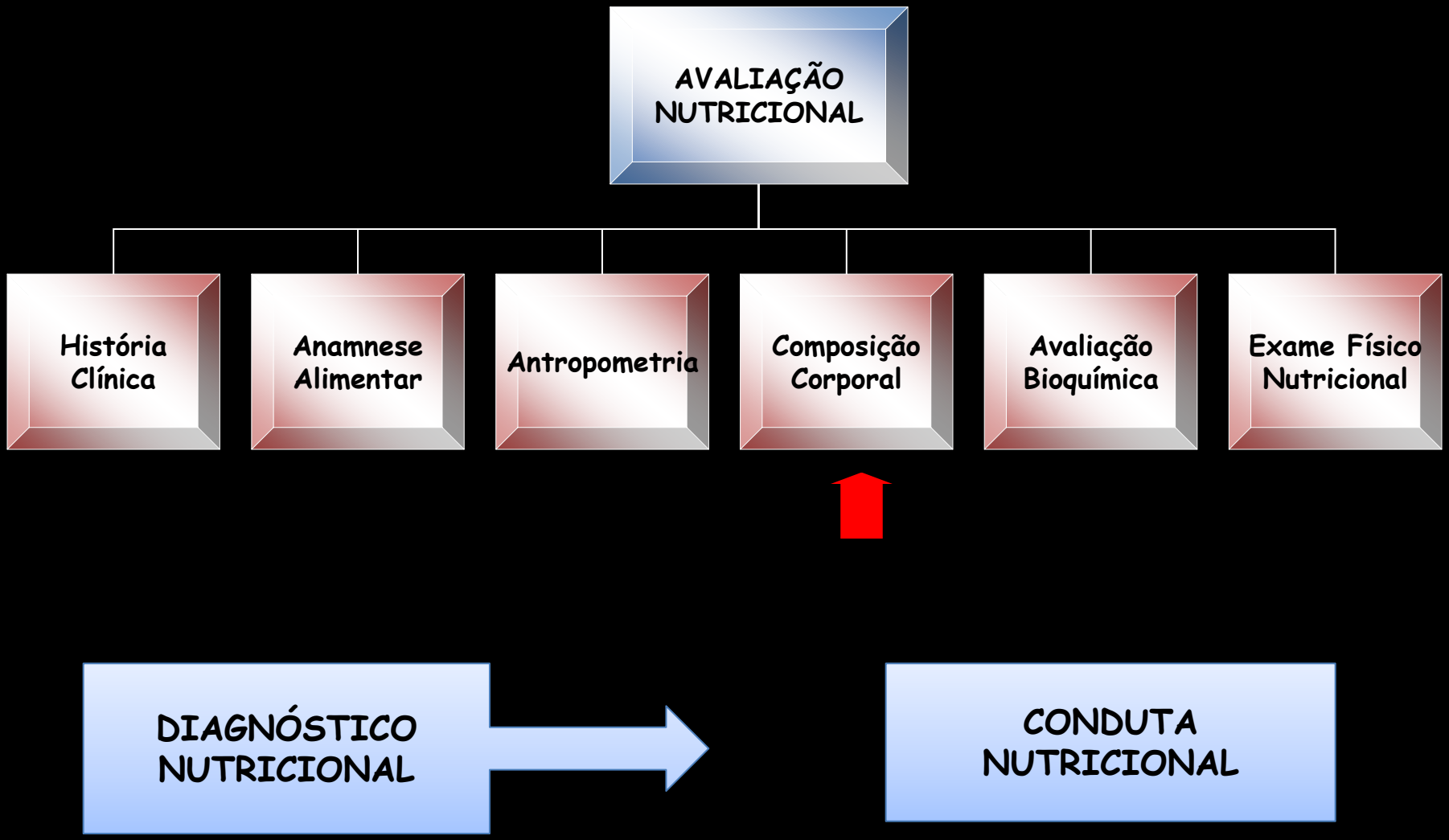
Mestrado e Doutorado - FMRP / USP
Pós-Doutorado – FMRP / USP

RIBEIRÃO PRETO
2015

Sumário

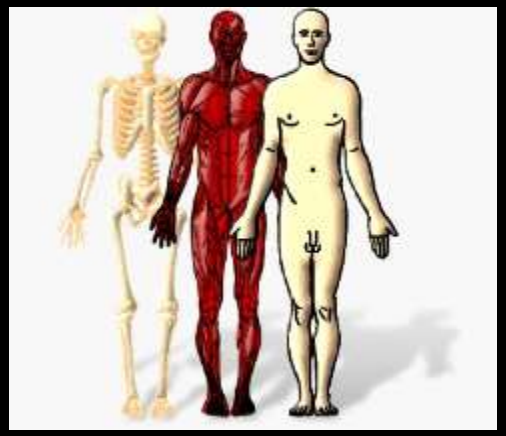
- Introdução
- Métodos de Avaliação de Composição Corporal
  - Dobras Cutâneas
  - Impedância Bioelétrica (Total e Segmentar)
  - Dinamometria (Hand grip)
  - Pesagem Hidrostática
  - Pletismografia Gasosa
  - Água duplamente marcada
  - DXA
  - 3-Dimensional Photonic Scanning (3-DPS)
  - 3-Dimensional Laser Body Imaging
  - Tomografia Computadorizada
  - Ressonância Magnética
- Índice de Massa Corporal (IMC)
- Considerações Finais

Introdução


AVALIAÇÃO NUTRICIONAL
História Clínica
Anamnese Alimentar
Antropometria
Composição Corporal
Avaliação Bioquímica
Exame Físico Nutricional
DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL
CONDUTA NUTRICIONAL

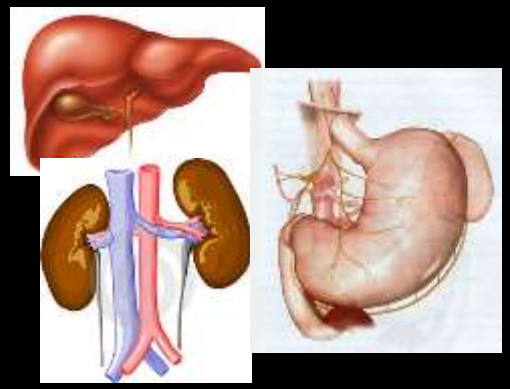
Introdução

Músculo

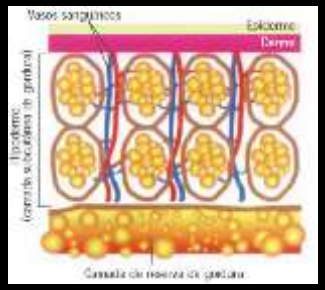


Composição Corporal

Osso

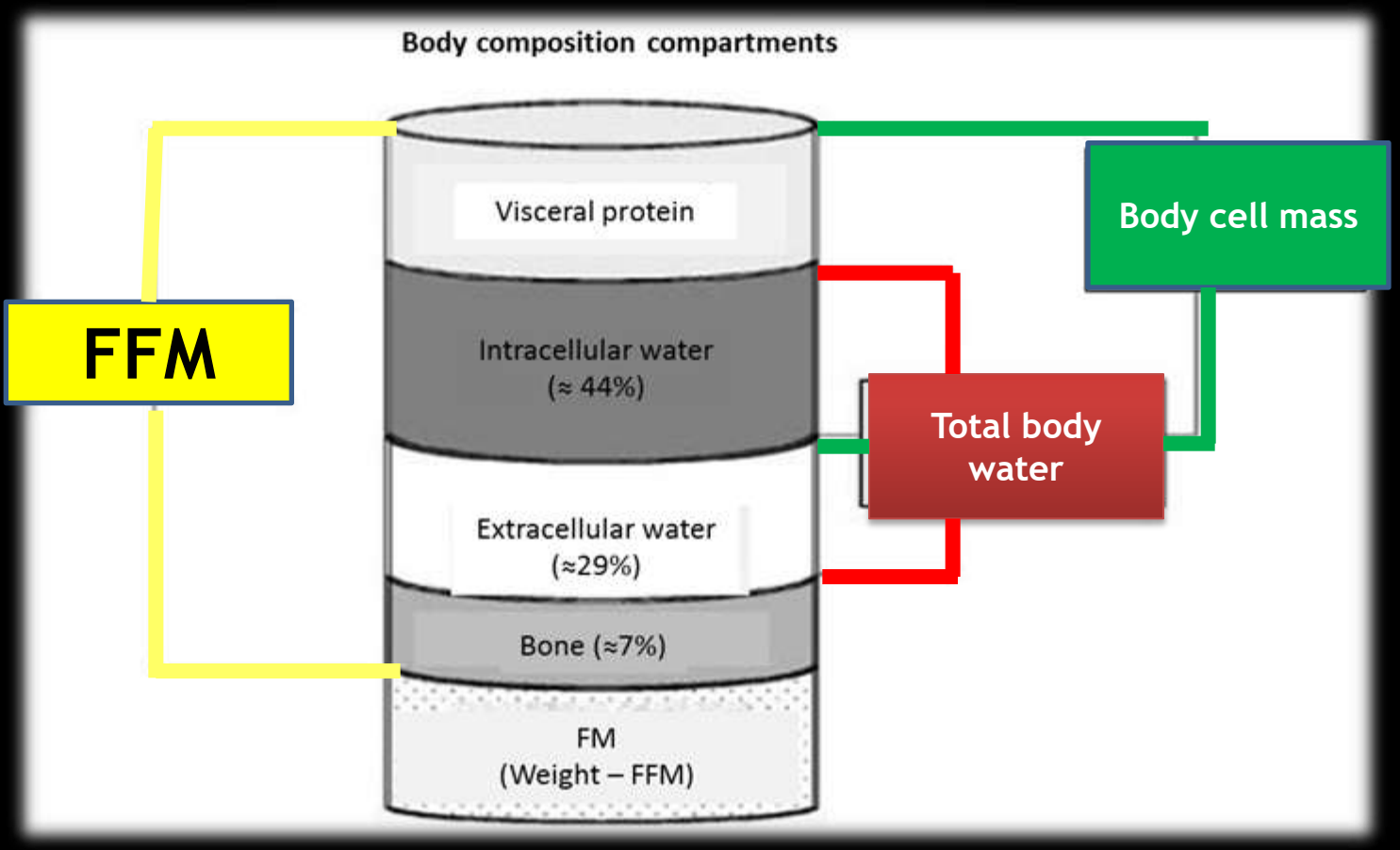


Massa residual



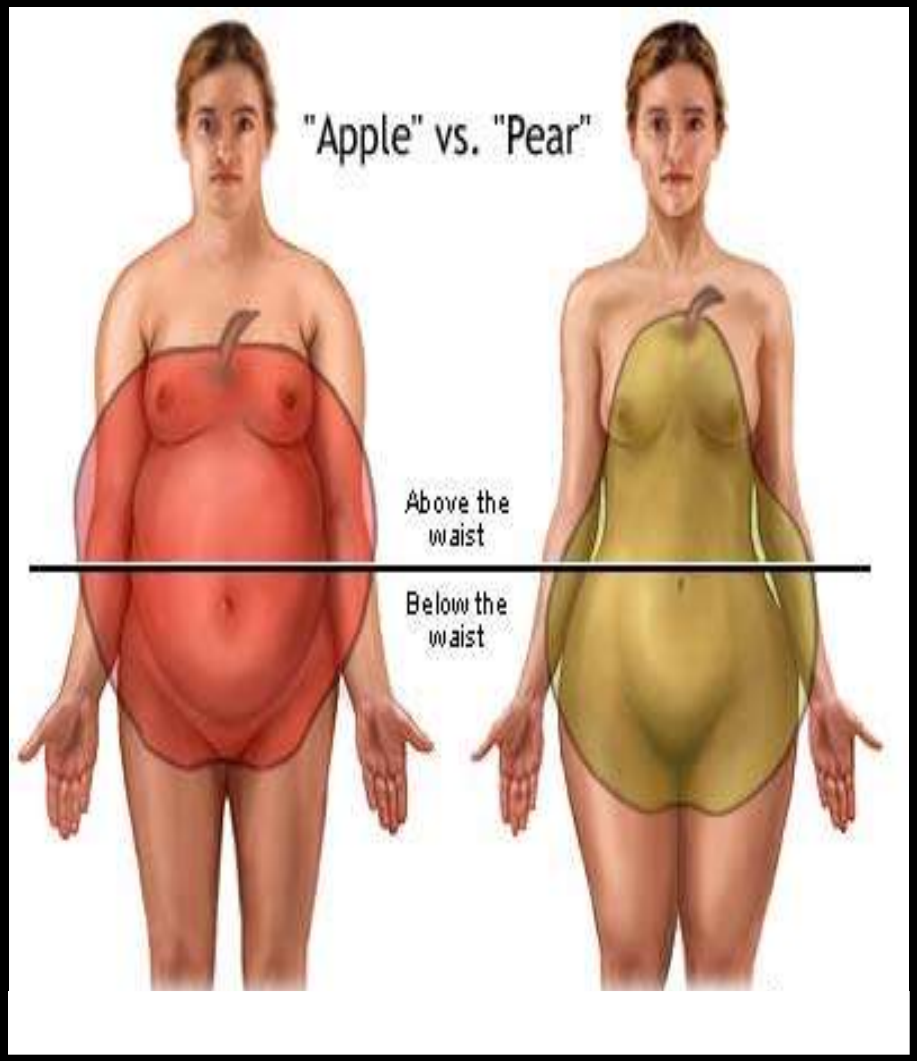
Tecido Adiposo

Schematic diagram of fat-free mass (FFM), total body water (TBW), intracellular water (ICW), extracellular water (ECW), and body cell mass (BCM).



Mialich et al. Int J Clin Nutr, 2014.

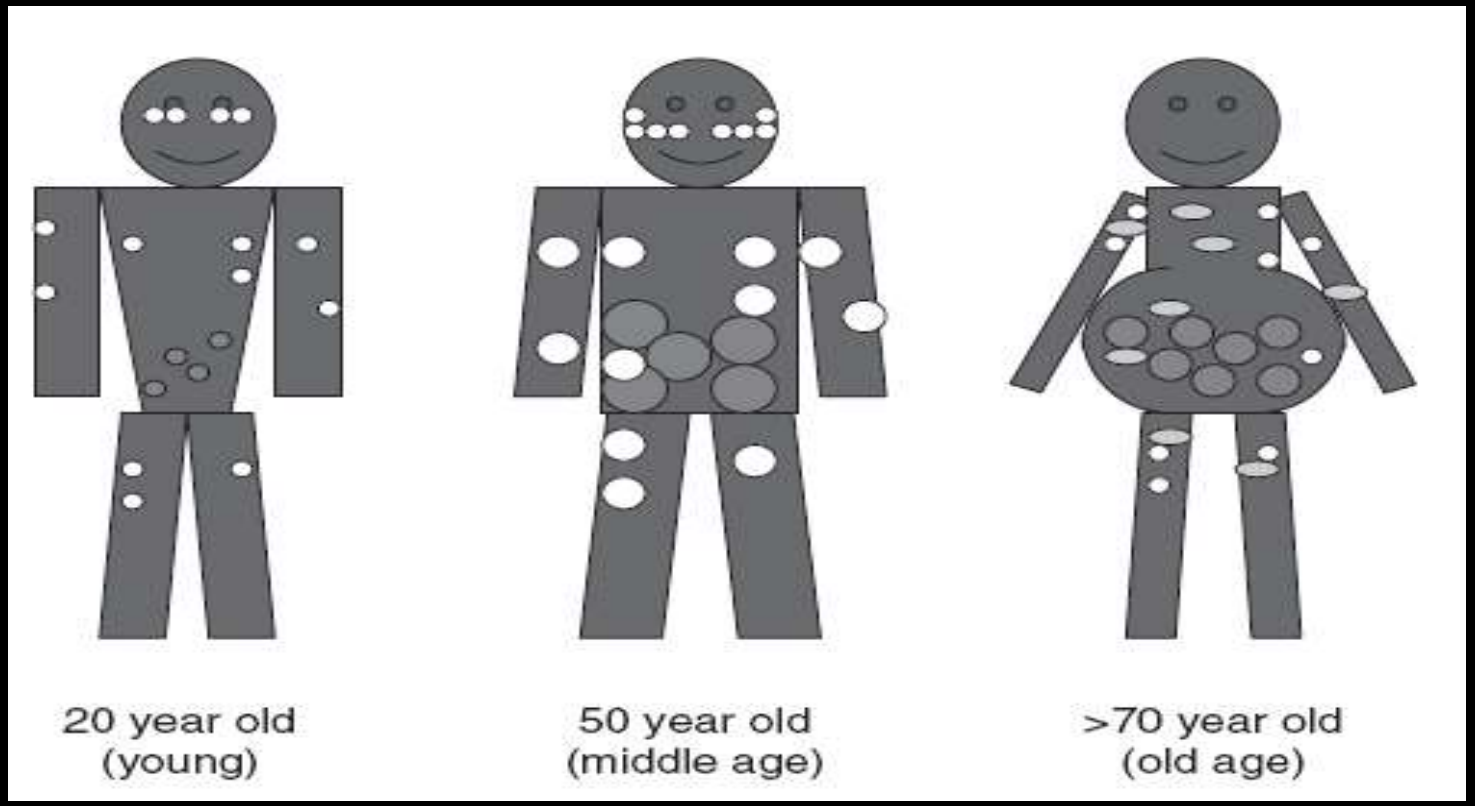
POR QUE ESTUDAR COMPOSIÇÃO CORPORAL?



POR QUE ESTUDAR COMPOSIÇÃO CORPORAL?

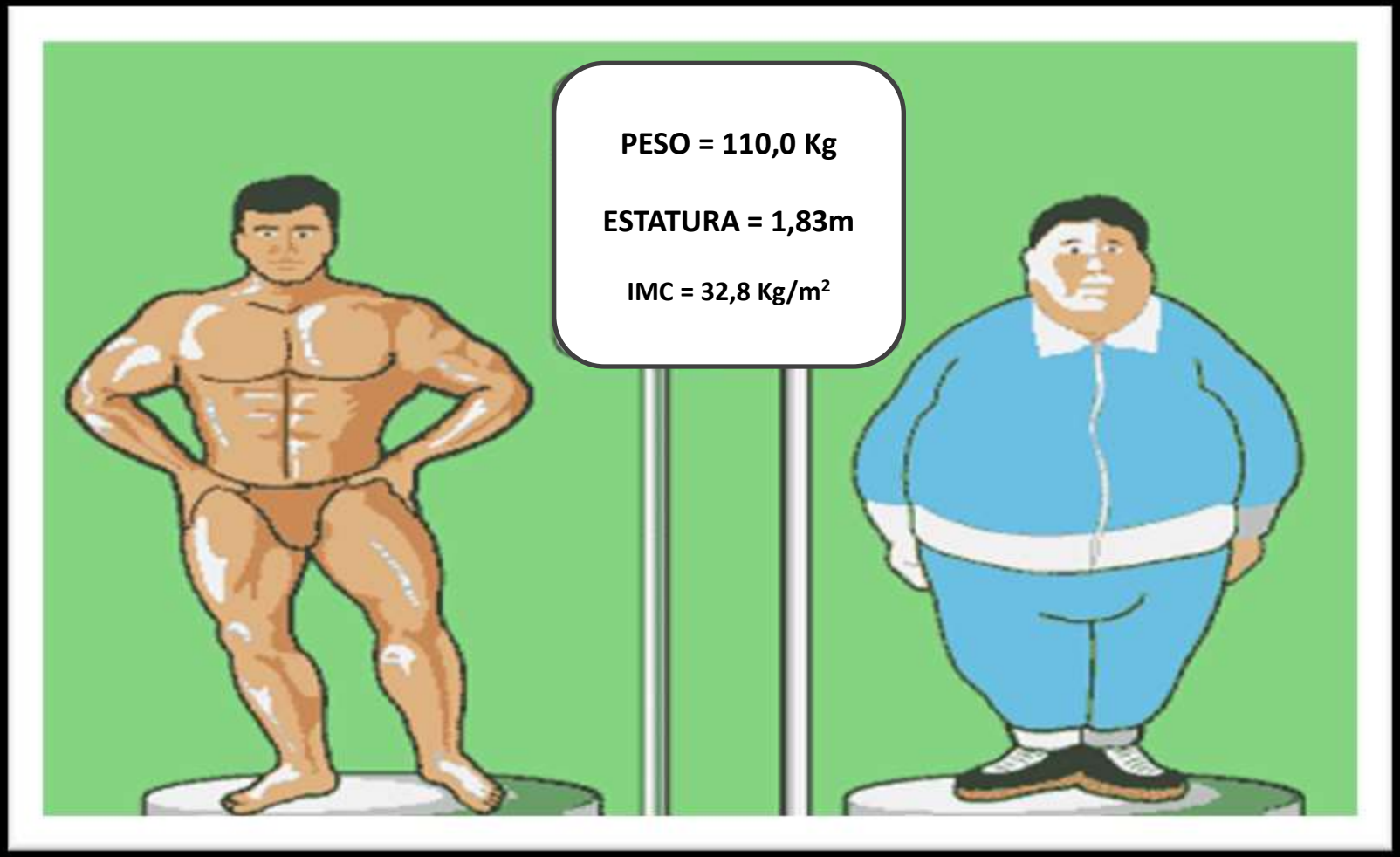
Associations between gender, age and waist circumference

J Stevens[1,2], EG Katz[1] and RR Huxley[3]

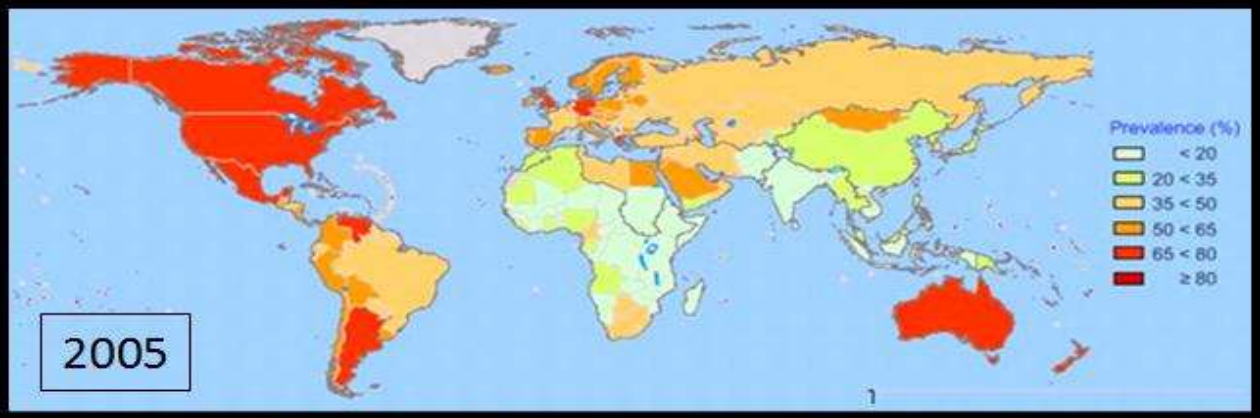


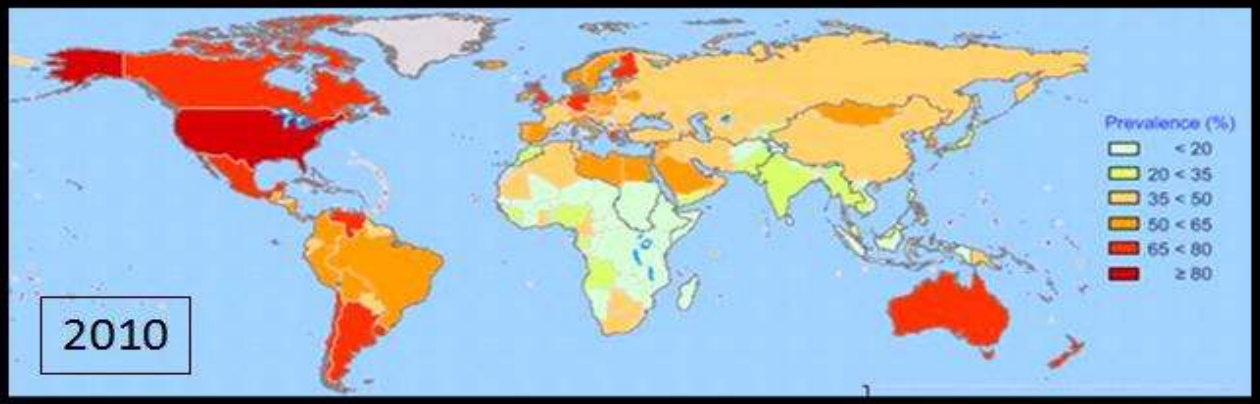
Stevens et al. Eur J Clin Nutr, 2009.

POR QUE ESTUDAR COMPOSIÇÃO CORPORAL?



Introdução





WHO

Adultos: 1,1 bilhão acima do peso (312 milhões obesos)

Crianças: 155 milhões acima do peso (42 milhões menores de 5 anos)

Adaptado de https://apps.who.int/infobase/

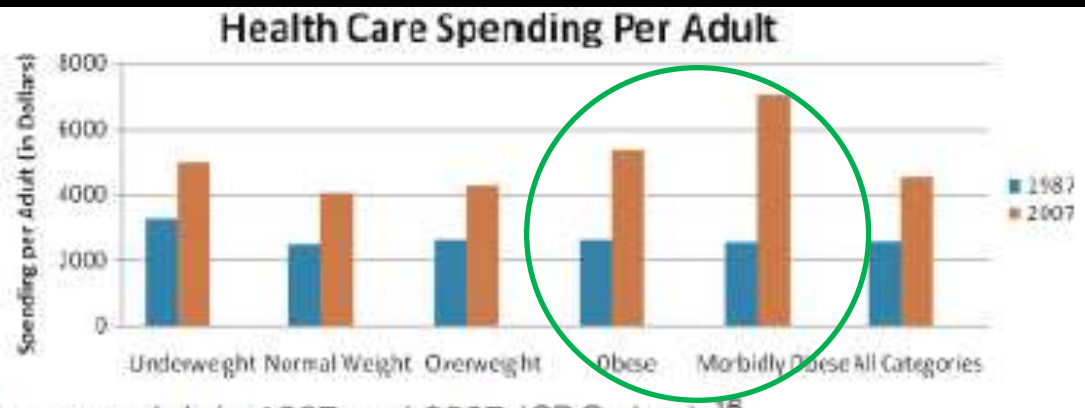


Figure 4 Health care spending per adult in 1987 and 2007 (CBO data).[16]

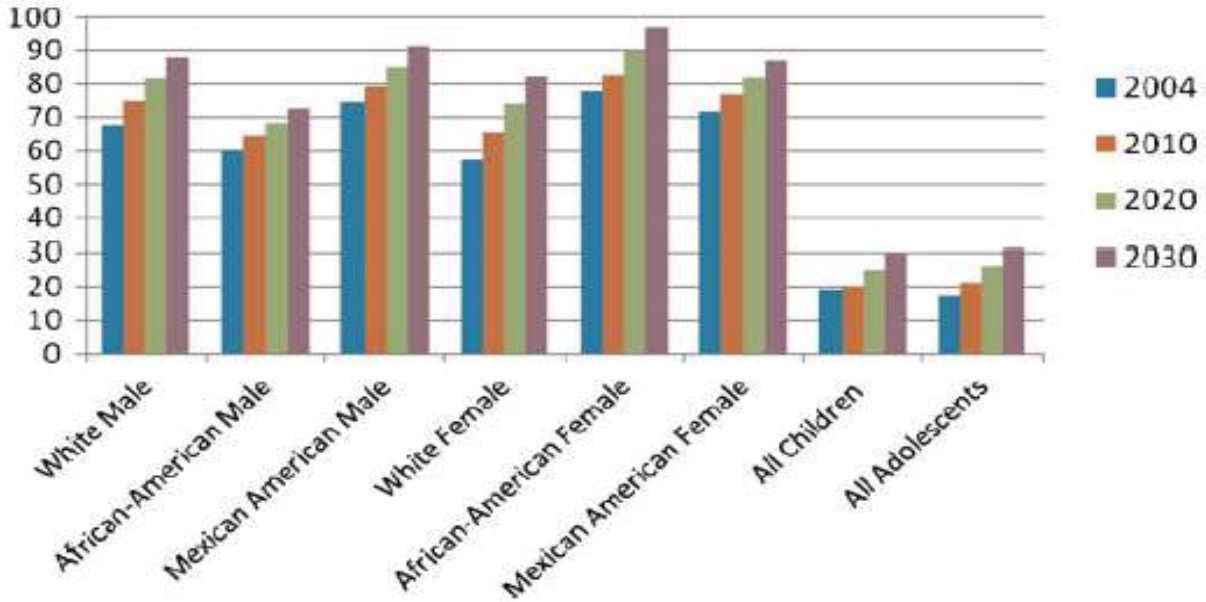
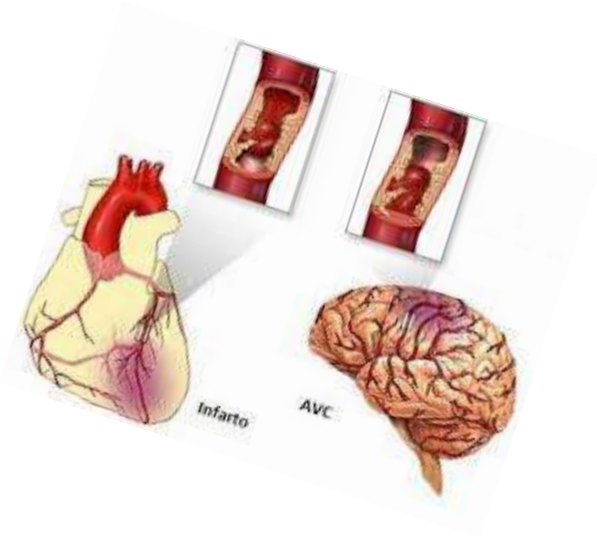
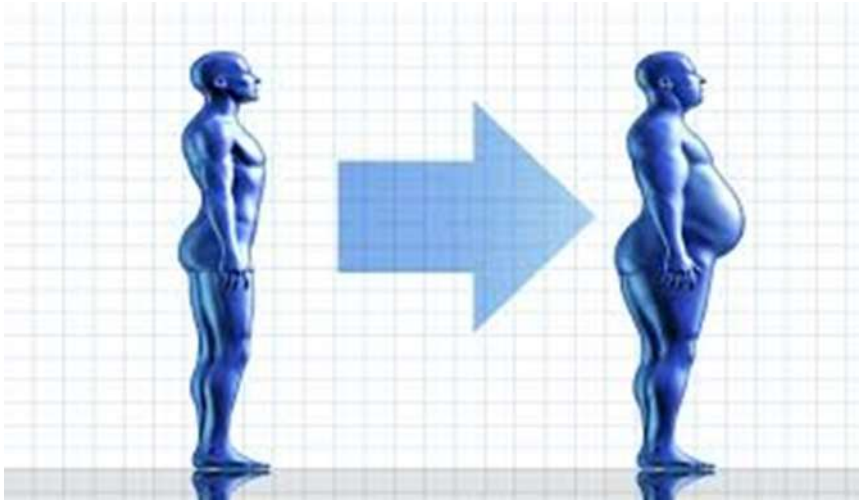


Figure 5 Estimated percent overweight or obese in the United States.[17]

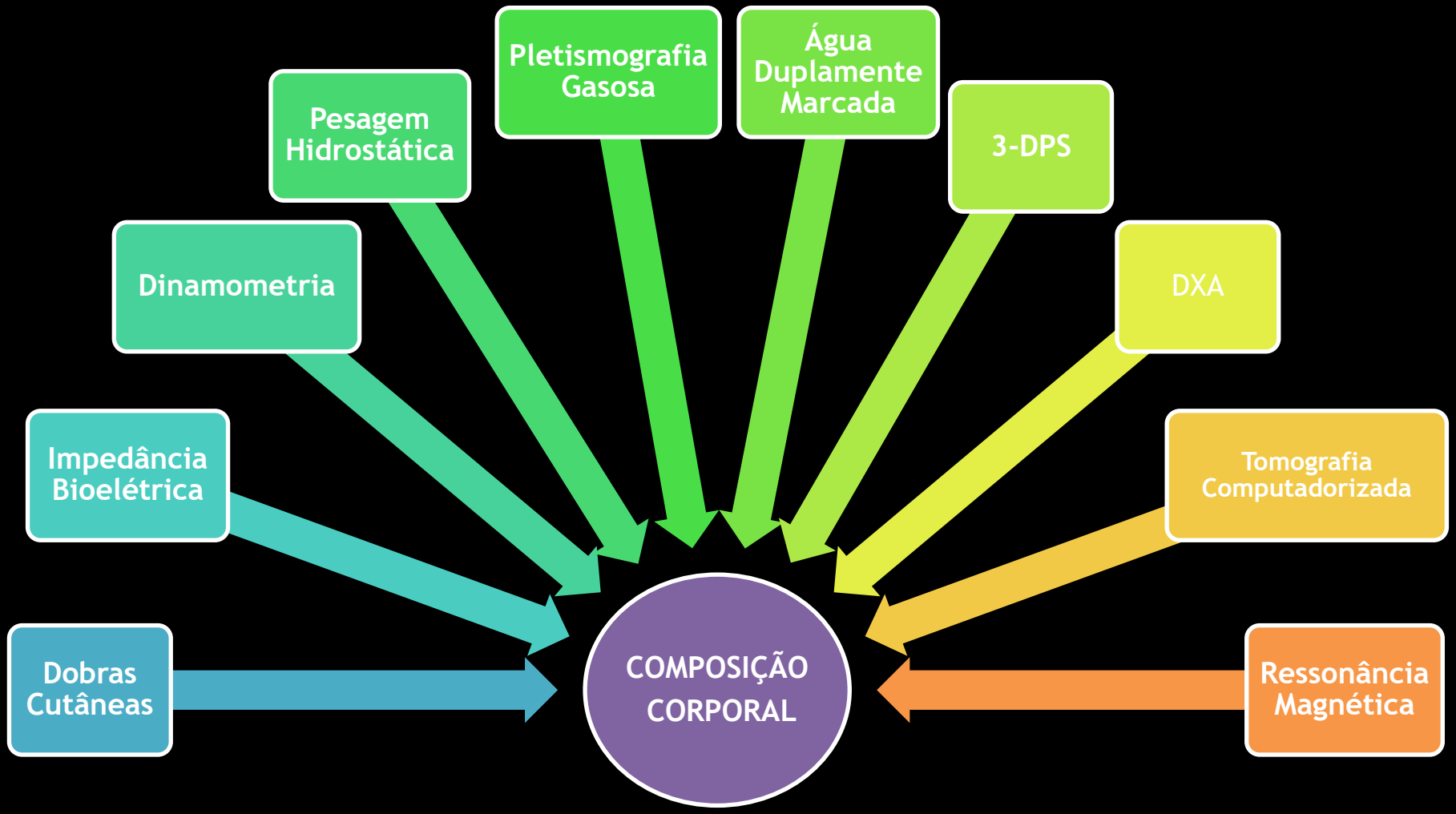
Haidar et al. Clinics and Colon Rectal Surgery, 2011.





Avaliação da Composição Corporal

Métodos para Avaliação da Composição Corporal



DOBRAS CUTÂNEAS

Braço relaxado ao longo do tronco e a medida deve ser realizada em face anterior do braço.

Braço relaxado ao longo do tronco e a medida deve ser realizada em face posterior do braço.

DOBRAS CUTÂNEAS

Abaixo do ângulo inferior da escápula. A dobra deve correr paralela as linhas naturais de clivagem da pele.

Acima 1 a 2 centímetros da espinha ilíaca ântero-superior na linha axial média.

Somatório = DCB + DCT + DCSE + DCSI

EXEMPLO PRÁTICO

Sexo: masculino

Idade: 40 anos

Somatório da dobras: 55 mm

PORCENTAGEM ESTIMADA DA GORDURA CORPÓREA OBTIDA POR MEIO DA SOMA DE QUATRO PREGAS CUTÂNEAS (BÍCEPS, TRÍCEPS, SUBESCAPULAR E SUPRA-ILÍACA)

Pregas cutâneas (mm)	Homens (Idade em anos)				Mulheres (Idade em anos)			
	17-29	30-39	40-49	50+	16-29	30-39	40-49	50+
15	4,8				10,5			
20	8,1	12,2	12,2	12,6	14,1	17,0	19,8	21,4
25	10,5	14,2	15,0	15,6	16,8	19,4	22,2	24,0
30	12,9	16,2	17,7	18,6	19,5	21,8	24,5	26,6
35	14,7	17,7	19,6	20,8	21,5	23,7	26,4	28,5
40	16,4	19,2	21,4	22,9	23,4	25,5	28,2	30,3
45	17,7	20,4	23,0	24,7	25,0	26,9	29,6	31,9
50	19,0	21,5	24,6	26,5	26,5	28,2	31,0	33,4
55	20,1	22,5	25,9	27,9	27,8	29,4	32,1	34,6
60	21,2	23,5	27,1	29,2	29,1	30,6	33,2	35,7
65	22,2	24,3	28,2	30,4	30,2	31,6	34,1	36,7
70	23,1	25,1	29,3	31,6	31,2	32,5	35,0	37,7
75	24,0	25,9	30,3	32,7	32,2	33,4	35,9	38,7
80	24,8	26,6	31,2	33,8	33,1	34,3	36,7	39,6
85	25,5	27,2	32,1	34,8	34,0	35,1	37,5	40,4
90	26,2	27,8	33,0	35,8	34,8	35,8	38,3	41,2
95	26,9	28,4	33,7	36,6	35,6	36,5	39,0	41,9
100	27,6	29,0	34,4	37,4	36,4	37,2	39,7	42,6
105	28,2	29,6	35,1	38,2	37,1	37,9	40,4	43,3
110	28,8	30,1	35,8	39,0	37,8	38,6	41,0	43,9
115	29,4	30,6	36,4	39,7	38,4	39,1	41,5	44,5
120	30,0	31,1	37,0	40,4	39,0	39,6	42,0	45,1
125	31,0	31,5	37,6	41,1	39,6	40,1	42,5	45,7
130	31,5	31,9	38,2	41,8	40,2	40,6	43,0	46,2
135	32,0	32,3	38,7	42,4	40,8	41,1	43,5	46,7
140	32,5	32,7	39,2	43,0	41,3	41,6	44,0	47,2
145	32,9	33,1	39,7	43,6	41,8	42,1	44,5	47,7
150	33,3	33,5	40,2	44,1	42,3	42,6	45,0	48,2
155	33,7	33,9	40,7	44,6	42,8	43,1	45,4	48,7
160	34,1	34,3	41,2	45,1	43,3	43,6	45,8	49,2
165	34,5	34,6	41,6	45,6	43,7	44,0	46,2	49,6
170	34,9	34,8	42,0	46,1	44,1	44,4	46,6	50,0
175	35,3					44,8	47,0	50,4
180	35,6					45,2	47,4	50,8
185	35,9					45,6	47,8	51,2
190						45,9	48,2	51,6
195						46,2	48,5	52,0
200						46,5	48,8	52,4
205							49,1	52,7
210							49,4	53,0

Fonte: Durnin, J. V. G. A. & Womersley, J., 1974.

DOBRAS CUTÂNEAS

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Custo	Precisão
Não invasivo	Treinamento
Facilidade de utilização	Padronização de examinadores

USO LIMITADO EM INDIVÍDUOS OBESOS

Durin e Womersley, 1974, Lohman TG et al, 1991.

IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA

A BIA é um método que consiste na passagem de uma corrente elétrica indolor de baixa amplitude e baixas e altas frequências pelo organismo aplicada por meio de cabos conectados a eletrodos ou superfícies condutoras, que são colocados em contato com a pele, permitindo-se mensurar a resistência (R) e a reactância (Xc).

RESISTÊNCIA (R)

REACTÂNCIA (X_c)

Impedância (Z)
Ângulo de fase (ϕ)
Água corporal total (ACT)
Água extracelular (AEC)
Água intracelular (AIC)
Massa livre de gordura (MLG)
Massa gorda (MG)
Massa celular corporal (MCC)

Kyle et al. Clin Nutr, 2004.

IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA

- Modelo de 2 compartimentos: para cálculo da MLG assume que 73% da MLG é água (hidratação constante).

- Tecidos magros → ↑ condutores de corrente elétrica (↑ quantidade de água e eletrólitos) → ↓ resistência à passagem da corrente .

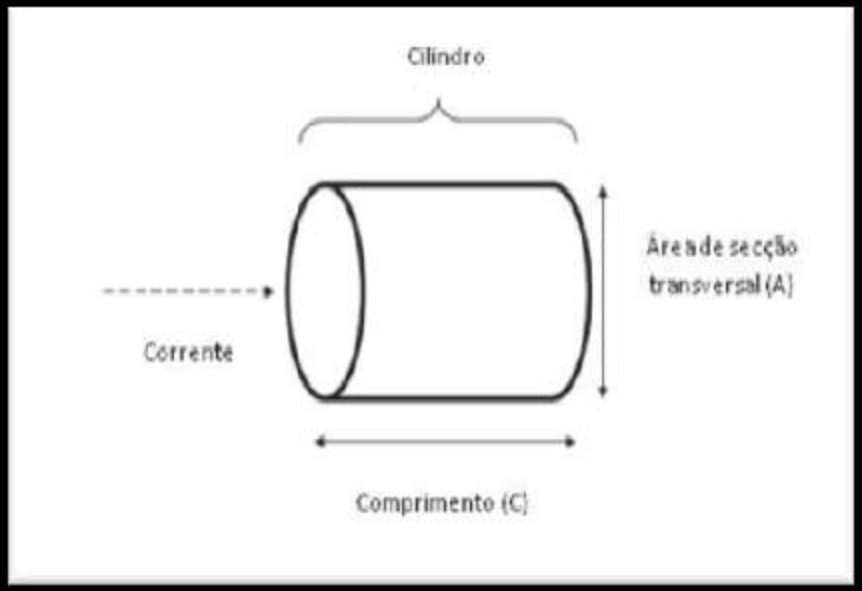
- Gordura, osso e pele → ↓ condutividade (↓ quantidade de fluidos e eletrólitos) → ↑ resistência elétrica

Resistência (R)

Reactância (Xc)

IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA

$$R_{(ohm)} = \rho_{(\Omega.m)} \frac{L_{(m)}}{A_{(m^2)}}$$



- A resistência a uma determinada corrente elétrica é inversamente proporcional à distribuição de ACT e de eletrólitos.
- Teoria do corpo como condutor elétrico → Corpo humano não é cilíndrico e sua condutividade não é constante → na prática, é mais fácil medir a altura do que o comprimento do condutor → CONDUTOR = ESTATURA.

Kyle et al. Clin Nutr, 2004..

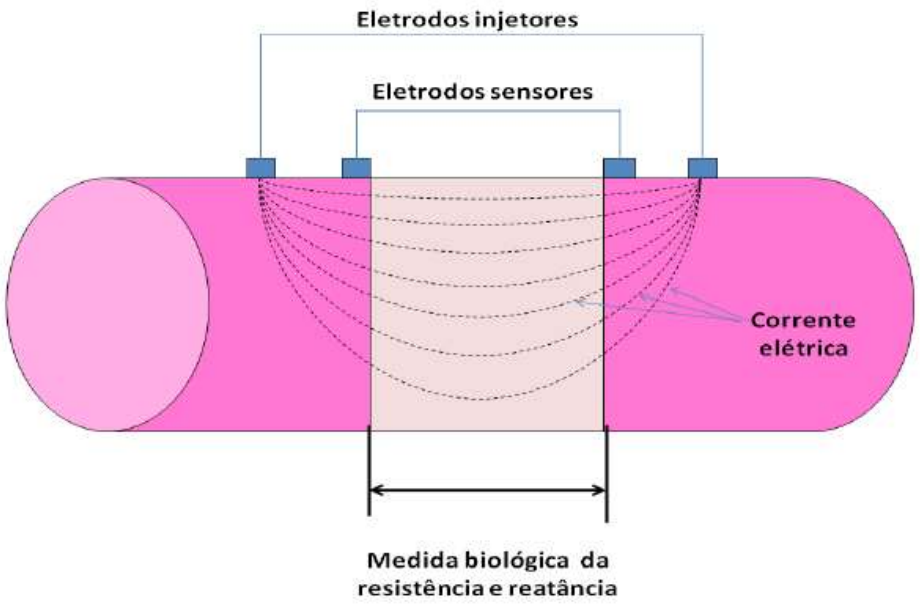


Figura 5. *Representação do comprimento condutivo biológico. As medidas da resistência e reatância correspondem ao circuito elétrico corporal estabelecido entre os eletrodos sensores (distância tornozelo-punho).*

A BIA difere de pessoa para pessoa por causa de diferenças no tamanho e forma corporais, eletrólitos, distribuição fluídica e outros aspectos da composição corporal que variam, inclusive no mesmo individuo, ao longo do tempo

- Equipamento de BIA é conectado a eletrodos de superfície aderidos em disposição tetrapolar (locais pré-estabelecidos da mão e pé) → 2 eletrodos injetores (proximais) de corrente e 2 eletrodos sensores de tensão (distas).
- A corrente aplicada se difunde através do volume condutor e faz uso de toda e qualquer via condutiva que está disponível em uma pessoa no momento particular da medida.

Tanabe, 2010.

IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA

Resistência → depende do comprimento, da área transversa e da composição iônica do elemento condutor (fluidos corporais intra e extra-celulares).

Reatância → depende não somente das características da membrana (capacitância) mas também da frequência da corrente elétrica aplicada, uma medida de quão rápido a corrente varia.

Capacitância → depende das propriedades das membranas celulares e interfaces.

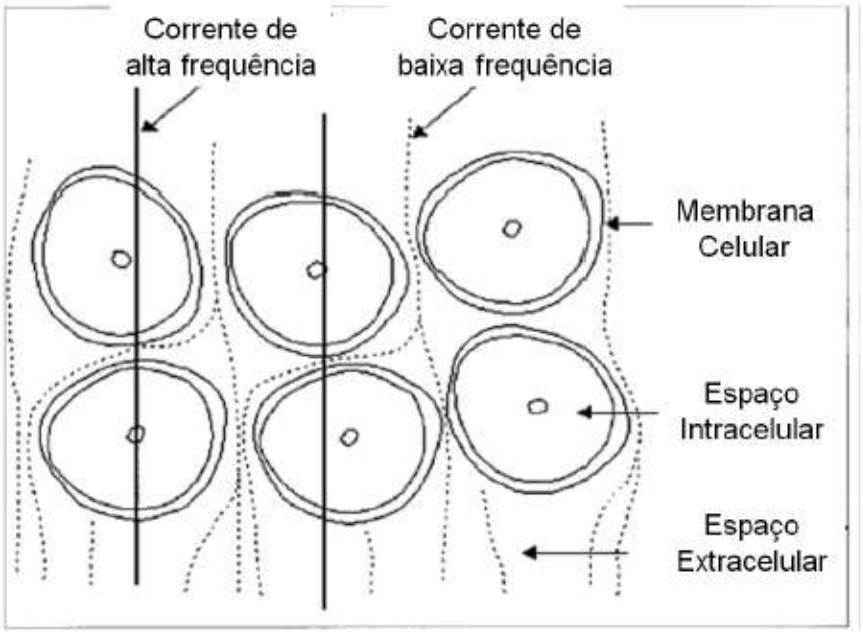


Figura 2 . *Comportamento das correntes de altas e baixas frequência na passagem através de tecidos biológicos (Retirado de De Lorenzo* et al.*, 1997).*

Tanabe, 2010.

ÂNGULO DE FASE

$$\Phi = \tan^{-1}\left(\frac{X_c}{R}\right)$$

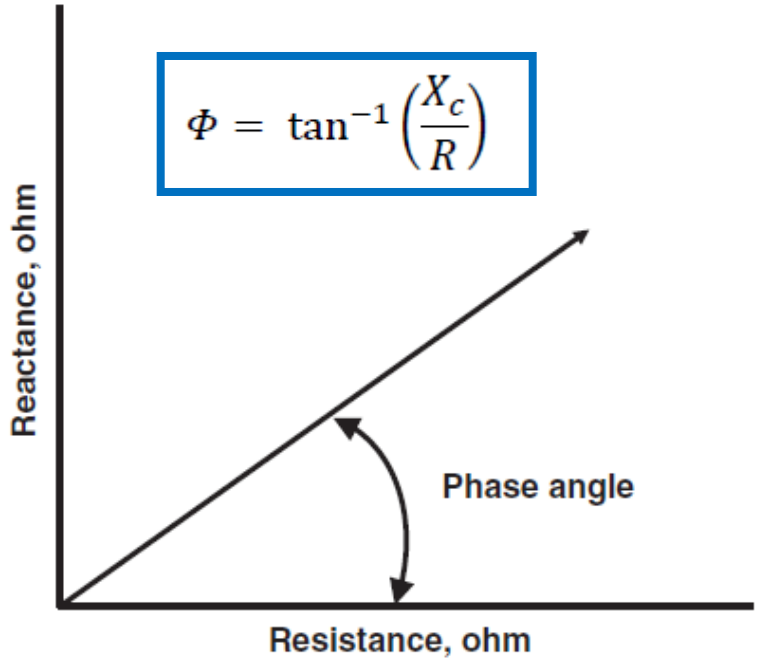


Figure 2. Geometric relationships among resistance, reactance and phase angle in living organisms. Impedance is the vector composed of resistance and reactance. Phase angle describes the position of the impedance vector and depends on the values of resistance and reactance.

R ↔ X_c reflete diferentes propriedades elétricas dos tecidos que são afetados de várias maneiras por doenças, estado nutricional e estado de hidratação

↑ AF: ↑ quantidade membranas intactas e MCC.

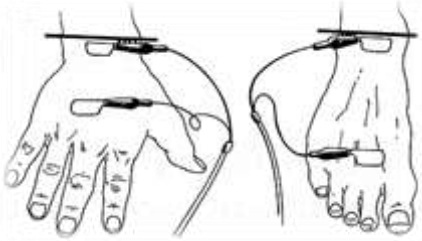
↓ AF: morte celular ou alteração na permeabilidade seletiva da membrana

Norman et al. Clin Nutr, 2012.
Lukaski, H. European Journal of Clinical Nutrition, 2013.

Table 2
Studies on prognostic impact of phase angle.

Study population	N	Cut-off value	BIA device	Clinical outcome of patients below cut-off value
HIV/AIDS				
HIV[67]	75	5.6°	101, RJL Systems	Decreased survival: parameter estimate in LR test: −0.799, $P < 0.0001$
HIV[61]	469	5.3°	2000-1, Data Input	Decreased survival: 463 days (95% CI: 397–528) vs. 697 (95% CI: 690–705), $P < 0.0001$ Increased progression of disease: 406 days (95% CI: 330–483) vs. 670 days (95% CI: 652–688), $P > 0.0001$
Tumour disease				
Lung cancer[90]	63	4.5°	101, RJL Systems	Decreased survival: OR = 1.25 (95% CI: 1.01–1.55), $P = 0.04$ – Stage IIIB: 3.7 vs. 12.1 months – Stage IV: 1.4 vs. 5.0 months
Colorectal cancer[57]	52	5.57°	101Q, RJL Systems	Decreased survival: 8.6 months (95% CI: 4.8–12.4) vs. 40.4 months (95% CI: 21.9–58.8), $P = 0.0001$ Increased mortality: RR = 10.75 (95% CI: 1.92–60.24; $P = 0.007$)
Pancreatic cancer[56]	58	5.08°	101Q, RJL Systems	Decreased survival: 6.3 months (95% CI: 3.5–9.2) vs. 10.2 months (95% CI: 9.6–10.8), $P = 0.02$ Reduction of RR 0.75 (95% CI: 0.58–0.96, $P = 0.02$) with every 1° increase in phase angle
Breast cancer[58]	259	5.6°	101Q, RJL Systems	Decreased survival: 23.1 months (95% CI: 14.2–31.9) vs. 49.9 months (95% CI: 35.6–77.8), $P = 0.031$ Reduction of RR 0.82 (95% CI: 0.68–0.99, $P = 0.041$) with every 1° increase in phase angle
Lung cancer[59]	165	5.3°	101Q, RJL Systems	Decreased survival: 7.6 months (95% CI: 4.7–9.5) vs. 12.4 months (95% CI: 10.5–18.7), $P = 0.02$ Reduction of RR 0.79 (95% CI: 0.64–0.97, $P = 0.02$) with every 1° increase in phase angle
Mixed tumours[93]	195	−1.65 SPA	101Q, RJL Systems	Increased 3 years mortality: RR = 2.35 (95% CI: 1.41–3.90, $P = 0.001$)
Mixed tumours[43]	399	5th percentile of reference values[11]	Nutriguard M, Data Input	Increased six month mortality OR = 4.0 (95% CI: 2.4–6.8; $P < 0.001$)
Dialysis				
Haemodialysis[29]	131	♂ 4.5° ♀ 4.2°	101, RJL Systems/Akern	Decreased 2 year survival rate (59.3% vs. 91.3%), $P < 0.01$ Increased mortality: RR = 2.6 (95% CI: 1.6–4.2), $P < 0.0001$
Haemodialysis[94]	3009	3.0° 3–4.0°	Quantum, RJL Systems	Increased mortality: RR = 2.2 (95% CI: 1.6–3.2, $P < 0.05$) RR = 1.3 (95% CI: 1.0–1.7, $P < 0.05$)
Peritoneal dialysis[35]	45	6.0°	101, RJL Systems	Decreased 1 year survival ($P = 0.01$)
Peritoneal dialysis[62]	48	6.0°	101, RJL Systems	Decreased 2.5 year survival ($P = 0.008$); RR = 0.39, $P = 0.027$
Peritoneal dialysis[92]	53	6.0°	101, RJL Systems	Decreased 5 year survival ($P = 0.004$); RR = 0.536, $P = 0.01$
Haemodialysis[53]	149	6.0°	101A, RJL Systems	Increased mortality RR = 4.12 (95% CI: 1.09–15.53; $P = 0.036$)
Other				
Liver cirrhosis[15]	305	5.4°	101, RJL Systems/Akern	Decreased 4.5 year survival, $P < 0.01$
Surgical patients[60]	225	−0.8 SPA	101Q, RJL Systems/Akern	4.3 fold increased risk of postoperative complication RR = 4.3 (95% CI: 1.6–11.8), $P = 0.02$
ALS[63]	168	2.5°	Analycor 3, Spengler	Decreased survival: 384 vs. 572 days, $P = 0.017$, HR = 0.80 (95% CI: 0.65–0.98), $P = 0.03$
Geriatric patients[95]	1071	3.5°	Nutriguard M, Data Input	4-fold increased hospital mortality of 20% (95% CI: 15–24%)
Heart failure[51]	41	Absolute	101, RJL Systems	Decreased survival (AUC = 0.86; 95%CI 0.72–1.0; $P = 0.01$)
Systemic sclerosis[64]	124	3.9°	Nutriguard M, Data Input	Decreased survival (61% vs. 98.8%), $P < 0.05$

LR = likelihood ratio; CI = confidence interval; OR = odds ratio; RR = relative risk.
SPA = standardized phase angle = (observed phase angle − mean of reference value/standard deviation of reference value).
ALS = Amyotrophic lateral sclerosis; HR = hazard ratio; AUC = area under the curve.



IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA

- **Posição corporal** (erros de 1,0 a 1,5L na predição de ACT em indivíduos que passam a maior parte do dia restritos no leito → erros também em AEC → mais sensível a Deslocamentos gravitacionais.

- **Consumo de líquidos ou alimentos** (↓ impedância em 4-15 Ω após num período de 2 a 4 horas após a refeição → erro menor que 3%).

- **Exercício prévio** (↓ R em 3% e a Xc em 8% imediatamente após o exercício e retornam ao normal cerca de 1h mais tarde)

- **Uso de marcapasso, implantes metálicos (**campos elétricos que são induzidos no corpo são muito inferiores aos limites de susceptibilidade dos aparelhos)

IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA

- **Ciclo menstrual**
- **Utilização de diuréticos**
- **Desidratação / retenção hídrica.**
- **Ingestão de bebida alcoólica** (últimas 8 horas)**.**
- **Hidratação venosa**
- **Amputação.**

População	Fonte	n	Medida de critério	Equação	r^2	EPE	Equipamento de BIA
ADULTOS							
Sujeitos saudáveis, (18-94 anos)	Kyle et al. (2001)[18]	343	DXA	- 4,104 + 0,518 Est^2 / R_{50} + 0,231 peso + 0,130 Xc + 4,229 sexo	0,97	1,8	Xitron
Adultos saudáveis, (18-29 anos)	Lohman (1992)[19]	153	Densitometria †	Mulheres = 5,49 + 0,476 Est^2 / R_{50} + 0,295 peso	NR	2,1	Valhalla
Adultos saudáveis, (30-49 anos)	Lohman (1992)[19]	122	Densitometria †	Mulheres = 11,59 + 0,493 Est^2 / R_{50} + 0,141 peso	NR	2,5	Valhalla
Saudáveis, diversas etnias	Kotler et al. (1996)[20]	126	DXA	Mulheres = + 0,07 + 0,88 ($Est^{1,97} / Z_{50}^{0,49}$) (1,0/22,22) + 0,081 peso	0,71	6,56% (≈2,6)	RJL-101
Indivíduos saudáveis, > 16 anos	Deurenberg et al. (1991)[21]†‡¶§	661	Multi – C Densitometria‡	-12,44 + 0,34 Est^2 / R_{50} + 0,1534 Estatura + 0,273 peso – 0,127 idade + 4,56 sexo	0,93	2,6	RJL-101
Indivíduos saudáveis, 12-71 anos	Boulier et al. (1990)[22]	202	Densitometria	6,37 + 0,64 peso + 0,40 $Est^2 / Z_{1\ MHz}$ - 0,16 idade – 2,71 sexo (homem = 1, mulher = 2)	0,92	2,6	IMP BO-1
Mulheres 18-60 anos	Stolarczyk et al. (1994)[23]	95	Multi- C	20,05 – 0,04904 R_{50} + 0,001254 Est^2 + 0,1555 peso + 0,1417 Xc – 0,0833 idade	0,75	2,8	Valhalla
Adultos saudáveis, 50-70 anos	Lohman (1992)[19]	72	Densitometria ‡	Mulheres = 6,34 + 0,474 Est^2 / R_{50} + 0,180 peso	NR	2,8	Valhalla
Adultos saudáveis, 18-29 anos	Lohman (1992)[19]	153	Densitometria ‡	Homens = 5,32 + 0,485 Est^2 / R_{50} + 0,338 peso	NR	2,9	Valhalla
Indivíduos saudáveis, 12-94 anos	Sun et al. (2003)[24]	1095	Multi-C	Mulheres: - 9,529 + 0,696 Est^2 / R_{50} + 0,168 peso + 0,016 R_{50}	0,83	2,9	
Saudáveis, diversas etnias	Kotler et al. (1996)[20]	206	DXA	Homens: + 0,49 + 0,50 ($Est^{1,48} / R_{50}^{0,55}$) (1,0/1,21) + 0,42 peso	0,92	5,45% (≈3,2)	RJL-101
Adultos saudáveis, 30-49 anos	Lohman (1992)[19]	111	Densitometria‡	Homens = 4,51 + 0,549 Est^2 / R_{50} + 0,163 peso + 0,092 Xc	NR	3,2	Valhalla

População	Fonte	n	Medida de critério	Equação	r^2	EPE	Equipamento de BIA
SOBREPESO							
Mulheres com sobrepeso 25-45 an				3,68 + 0,29 Est² / R [illegible] + 0,19 peso + 3,55			RJL-101
Mulheres sobrepes 25-45 an							
Mulheres 62-72 an							
Idosos							
Idosos, 6							
Idosos							
Idosos, 60-83 anos	Deuren al. (1990)		metria ‡	7,0 + 0,360 Est² / R $_{50}$ + 4,5 sexo + 0,359 peso – 0,20 circunferência da coxa	0,92	2,5	RJL-101
Idosos, 60-83 anos	Deurenberg et al. (1990)[31]	72	Densitometria ‡	3,9 + 0,672 Est² / R $_{50}$ + 3,1 sexo	0,88	3,1	RJL-101
Idosos, 65-94 anos	Baumgartner et al. (1991)[29]	98	Densitometria ‡	15,44 + 0,34 Est² / R $_{50}$ + 0,36 peso + 4,3 sexo – 0,57 circunferência do tornozelo	0,87	3,2	RJL-101

DESVANTAGEM DAS EQUAÇÕES:

1. Assume o formato do corpo como cilindro;
2. Relação entre tronco e comprimento das pernas constante;
3. Nível de hidratação constante da massa livre de gordura de 73%;
4. Fração de gordura constante.

Métodos de Avaliação de Composição Corporal

Acúmulo de gordura dorso-cervical

Redução de gordura subcutânea de membros

Lipoatrofia da Bola de Bichat

Expansão da circunferência do pescoço

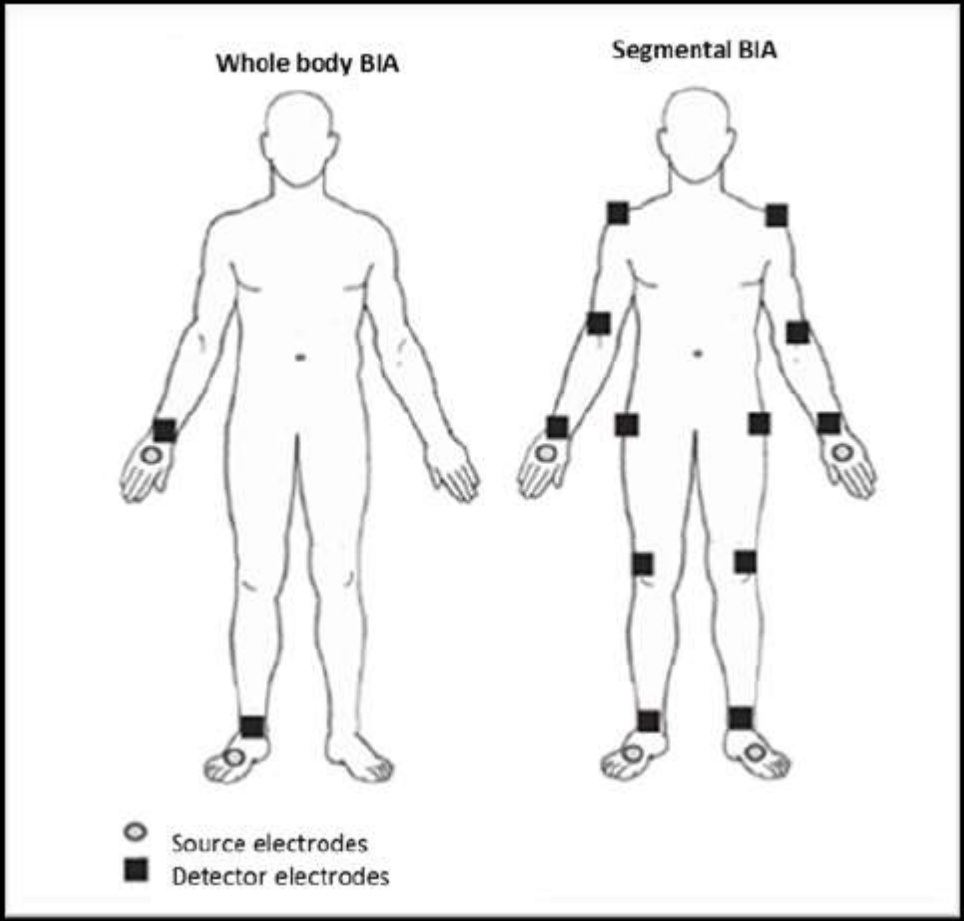
Aumento de gordura abdominal

Acúmulo de líquido em membros inferiores (edema)

Acúmulo de líquido no abdome (ascite)

Analysis of Body Composition: A Critical Review of the Use of Bioelectrical Impedance Analysis

Mirele Savegnago Mialich[1,*], Juliana Maria Faccioli Sicchieri[2], Alceu Afonso Jordao Junior[1]



BIA
Segmentar

Mialich et al. Int J Clin Nutr, 2014.

DETERMINATION OF BODY COMPOSITION BY SEGMENTAL BIOELETRICAL IMPEDANCE ANALYSIS: CONSIDERATIONS AND PRACTICAL APPLICATIONS

Mirele Savegnago M. (1), Fernanda Rodrigues de O. (1,2), Estela Iraci R. (3), Alceu Afonso Jordão J. (1), Paula Garcia Ch. (1)

ESTATURA TOTAL

ESTATURA SENTADO

ESTATURA ACRÔMIO

Mialich MS, Penaforte F RO *et al*. Rev Chil Nutr, 2010.

IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA SEGMENTAR

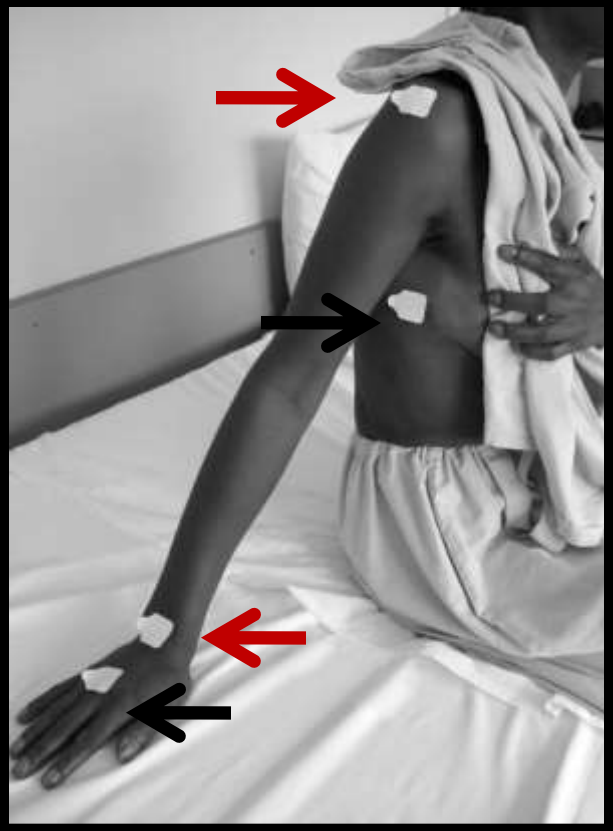
COMP. DO BRAÇO

COMP. DO TRONCO = **ESTATURA ACRÔMIO** - **COMP. DA PERNA**

COMP. DA PERNA = **ESTATURA TOTAL** - **ESTATURA SENTADO**

Mialich MS, Penaforte F RO *et al.* Rev Chil Nutr, 2010.

IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA SEGMENTAR



Mialich MS, Penaforte F RO *et al.* Rev Chil Nutr, 2010.

Segmento	Gênero	Equação para cálculo de massa gorda (ambos sexos)
BRAÇO	Masculino	- 28,00 + [13,30 x (peso corporal x resistência do braço /comprimento do braço^2)]
	Feminino	- 8,20 + [8,13 x (peso corporal x resistência do braço /comprimento do braço^2)]
TRONCO	Masculino	- 0,55 + [11,90 x (peso corporal x resistência do tronco /comprimento do tronco^2)]
	Feminino	17,26 + [7,39 x (peso corporal x resistência do tronco /comprimento do tronco^2)]
PERNA	Masculino	- 14,35 + [12,69 x (peso corporal x resistência da perna /comprimento da perna^2)]
	Feminino	- 0,53 + [9,78 x (peso corporal x resistência da perna /comprimento da perna^2)]

Segmento	Equação para cálculo de massa livre de gordura (sexo feminino)
BRAÇO	1,17 + 0,077 x comprimento do tronco ^{2} / índice de Impedância
TRONCO	15,9 + 0,153 x comprimento do tronco ^{2} / índice de Impedância
PERNA	4,2 + 0,088 x comprimento da perna ^{2} / índice de Impedância

Segmento	Equação para cálculo de massa livre de gordura (sexo masculino)
BRAÇO	2,27 + [1,18 x (comprimento do braço^2/resistência do braço)]
TRONCO	51,87 + [0,22 x (comprimento do tronco^2/resistência do tronco)]
PERNA	34,21 + [0,96 x (comprimento da perna^2/resistência da perna)]

Baumgartner RN. Am J Clin Nutr 1989; 50: 221-6.

Localized Fluid Accumulation

	R	Xc	PA
Non-injured	43	14	18
Injured	30	7	13
% Δ	-30	-50	-28
Post-aspiration (80 cc)	33	12	19
% Δ	+10	+74	+5

Wounds

Lukaski, 2014.

Bioelectrical Impedance Assessment of Wound Healing

Henry C. Lukaski, Ph.D., FACSM, FSLAN,[1] and Micheal Moore, M.D., FACS[2]

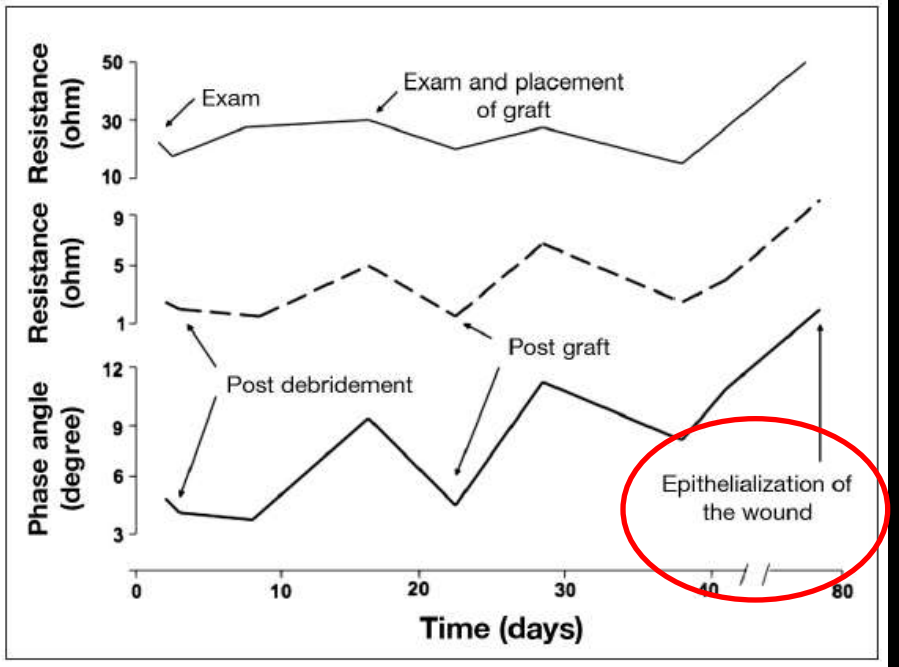


Figure 3. Serial changes in BIA variables in response to debridement of a wound and application of a skin graft that result in healing. Short-term decreases in R, Xc, and PA values follow debridement and skin graft that suggest modest increases in ECF and loss of cells, followed by overall increases during recovery from the procedures leading to wound healing.

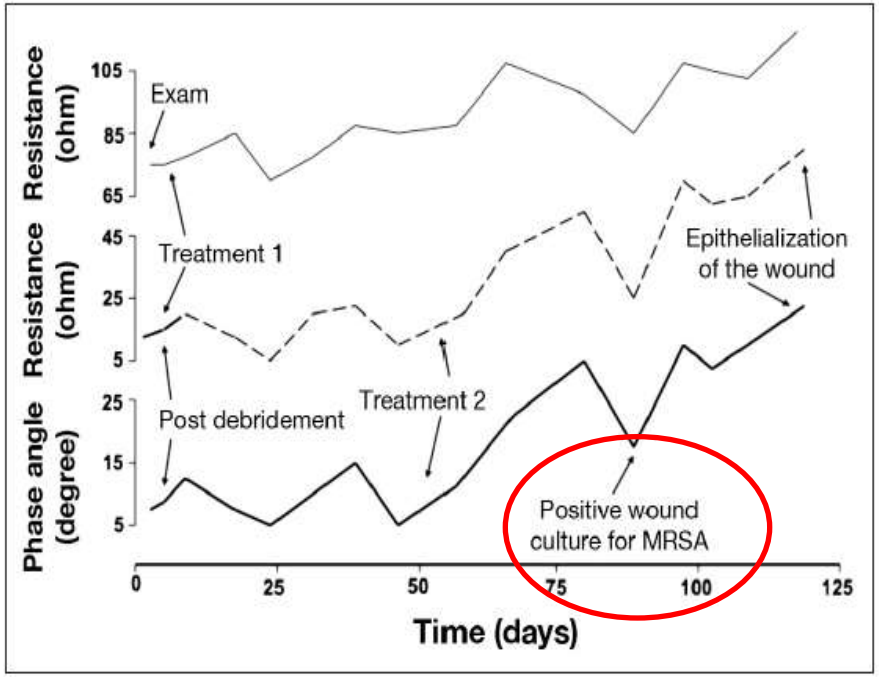


Figure 4. Effects of wound infection on BIA variables. MRSA infection marked decrease R, Xc, and PA values that exceed changes seen with usual treatments.

Lukaski, Journal of Diabetes Science and Tehcnology, 2012.

BIOIMPEDANCE SPECTROSCOPY (BIS)

Massa Celular Corporal

- Modelo de BIA-MF.
- Frequências de 5 a 1000 kHz.
- ECW e ICW são calculados individualmente e TBW pelo somatório (não depende de equações de regressão para predizer volumes corporais de água).
- BIS permite uma medida mais direta e individualizada de ECW e ICW do que outros modelos de BIA - capta deslocamento dos fluidos e variações nos níveis de hidratação.

Média de hidratação corporal da MLG → recém-nascidos 80%, crianças com 10 anos cerca de 75% e em adultos saudáveis de 73%.

Eearthman et al. Nutrition in Clinical Practice, 2007.

BIOIMPEDANCE SPECTROSCOPY (BIS)

MASSA CELULAR CORPORAL (MCC):

- Massa Celular" / "BCM" / "Tecido metabolicamente ativo" / "ICW".
- BCM: é o compartimento rico em proteínas o qual é afetado em estados catabólicos, e a ↓ BCM ↔ resultados clínicos não satisfatórios.
- BCM: é um determinante primário para taxa metabólica basal / parâmetro importante para avaliação do estado nutricional.
- Medida de ICW é usada como aproximação para BCM.
- ICW corresponde há cerca de 72% da BCM.
- Estudos futuros são necessárias para definir a BCM e o papel da BIA em sua avaliação clínica.

Métodos de Avaliação de Composição Corporal

BIVA

A combinação do comprimento do vetor e sua direção, definido como AF, é um indicador de estado de hidratação.

Massa magra corporal aumentada (obesos e atletas)

Massa de fluidos corporais diminuída (desidratação)

Massa magra corporal diminuída (subnutrição ou caquexia)

Massa de fluidos corporais aumentada (hiper hidratação ou edema)

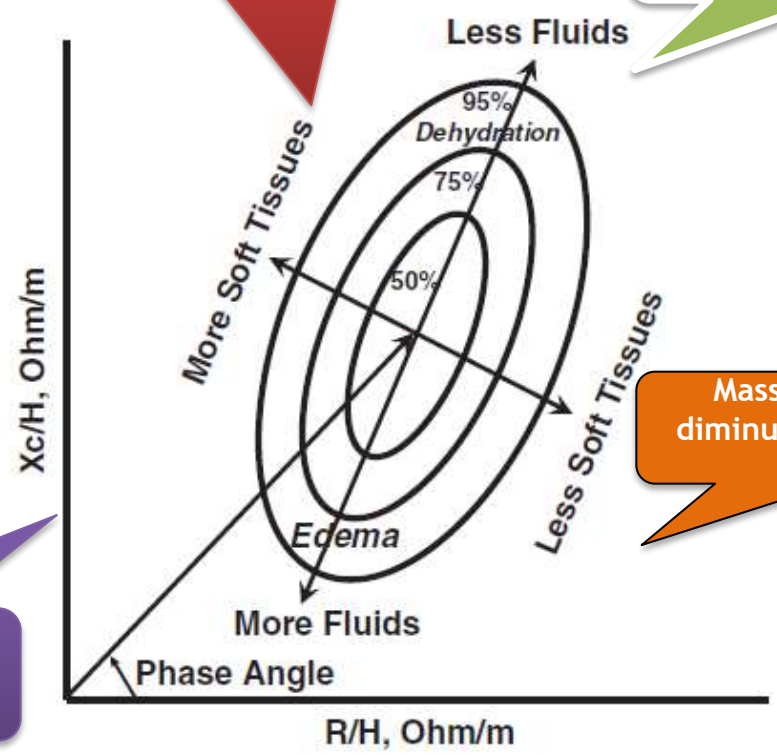
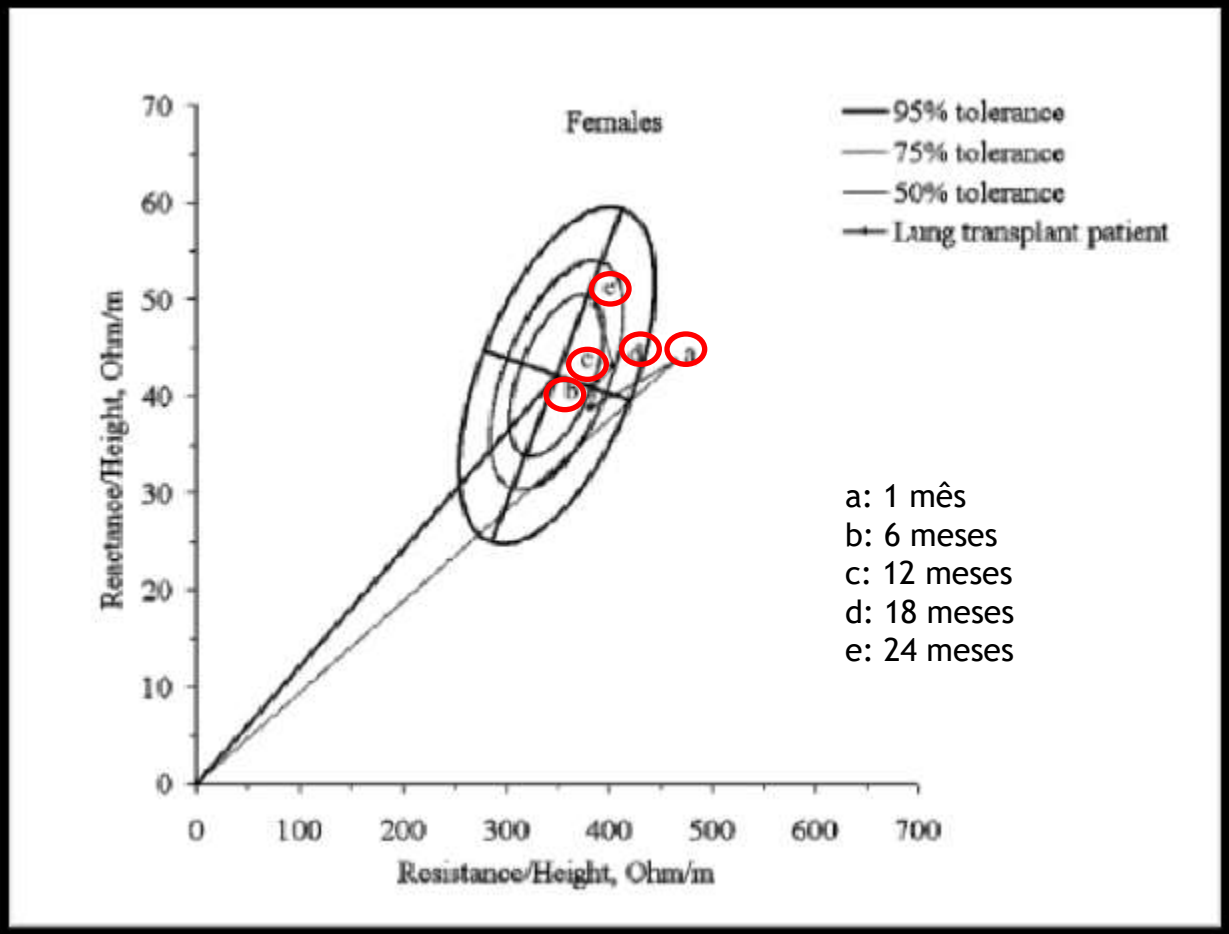


Figure 4. Model of BIVA to rank hydration and soft-tissue mass. *R* is the resistance, Xc is the reactance and *H* is the height. Adapted from Piccoli *et al.*[54]

Lukaski, H. European Journal of Clinical Nutrition, 2013.

BIVA



- **a** → massa magra diminuída (caquexia)
- **b - d** → melhora do estado nutricional ↑ massa tecidual hidratada (↓R e ↑Xc).
- **e** → perda do excesso de fluido levando a restauração completa da impedância do tecido alcançada após 24 meses em uma mulher (54,2Kg para 68,8Kg; 156 cm e 47 anos).

Kyle et al. Clin Nutr, 2004..

HAND GRIP

- Avaliação nutricional funcional
- Indivíduo sentado numa cadeira com encosto vertical reto e sem suporte para os braços, com o cotovelo fletido a 90º e o antebraço em posição neutra, utilizando-se a mão não dominante
- 3 medições, em intervalos de um minuto- evitar a fadiga muscular (medição de maior valor é assumida como resultado)
- Não encorajamento verbal

HAND GRIP

FORÇA MÁXIMA VOLUNTÁRIA DE PREENSÃO MANUAL

Hillman et al., Clinical Nutrition, 2005.

HAND GRIP

Quadro 1. Variações nos valores de referência para dinamometria manual (kg) para indivíduos (homens e mulheres) de 20 e 45 anos de diferentes nacionalidades.

País (referência)	Homens		Mulheres	
	D	ND	D	ND
	Valores médios (kg) para indivíduos de 20 anos			
Austrália (Agnew & Maas, 1982)[28]	41,0	36,0	29,0	24,1
Estados Unidos (Mathiowetz et al., 1985)[14]	54,9	47,4	31,9	27,7
Finlândia (Härkönen et al.,1993)[15]	47,5	-	30,1	-
Nova Zelândia (Butler, 1997)[29]	58,8	59,9	35,6	32,7
Brasil (Caporrino et al., 1998)[17]	42,8	40,7	30,0	27,2
Estados Unidos (Hanten et al., 1999)[18]	54,4	49,9	31,3	28,6
Espanha (Luna-Heredia et al., 2005)[23]	-	-	-	-
Brasil (Schlüssel et al., 2008)[30]	45,8	43,8	27,2	25,6
	Valores médios (kg) para indivíduos de 45 anos			
Austrália (Agnew & Maas, 1982)[28]	44,0	38,0	28,5	21,8
Estados Unidos (Mathiowetz et al., 1985)[14]	49,8	45,7	28,2	25,4
Finlândia (Härkönen et al., 1993)[15]	50,8	-	30,2	-
Nova Zelândia (Butler, 1997)[29]	51,6	49,0	35,1	33,2
Brasil (Caporrino et al., 1998)[17]	44,2	39,6	32,4	29,1
Estados Unidos (Hanten et al., 1999)[18]	54,9	48,5	33,1	29,9
Espanha (Luna-Heredia et al., 2005)[23]	53,0	44,5	30,2	27,9
Brasil (Schlüssel et al., 2008)[30]	43,2	41,6	27,0	25,7

Nota: D: Mão dominante; ND: Mão não-dominante.

Schlüsselet al. Rev Nutr, 2008.

PESAGEM HIDROSTÁTICA

- Método indireto e de difícil aplicação.

- Princípio de Arquimedes - um corpo imerso em fluído perde uma quantidade de peso equivalente ao peso de fluído deslocado.

- Densidade (MG)–1,100 g/cm$^{3.}$
- Densidade (MLG) – 0,9 g/cm^{3}

PESAGEM HIDROSTÁTICA

USO LIMITADO EM PACIENTES HOSPITALIZADOS

PLETISMOGRAFIA GASOSA

- Método de medição do volume corporal → Massa Gorda.
- Alternativa para a pesagem hidrostática (mais tolerado).
- Mede o volume do ar deslocado pelo indivíduo.
- Acomoda indivíduos obesos e altos.

Body Composition Unit, NYORC, Columbia University, USA.

PLETISMOGRAFIA GASOSA

Crianças com menos de 6 meses de vida ou peso menor que 7 Kg

Gallagher et al. Curr Opin Clin Nutr Metab Care, 2008.

ÁGUA DUPLAMENTE MARCADA

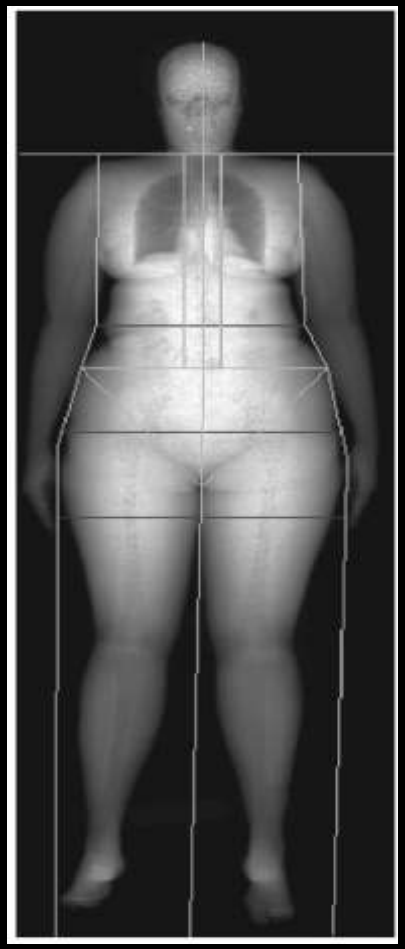
Body Composition Unit, NYORC, Columbia University, USA.

ÁGUA DUPLAMENTE MARCADA

- Isótopos: Deutério (^{2}H), Trítio (^{3}H), Oxigenio (^{18}O).
- Permite avaliar a Água corporal total e fluido extracelular (massa gorda e massa livre de gordura derivados desta medida) → assume que a hidratação da MLG é estável.
- Coleta de mostra de saliva (ou urina) seguido da administração de deutério diluído em água.
- Nova coleta e saliva após 5 horas, necessário para o equilíbrio do isótopo com a água corporal.

Métodos de Avaliação de Composição Corporal

DXA

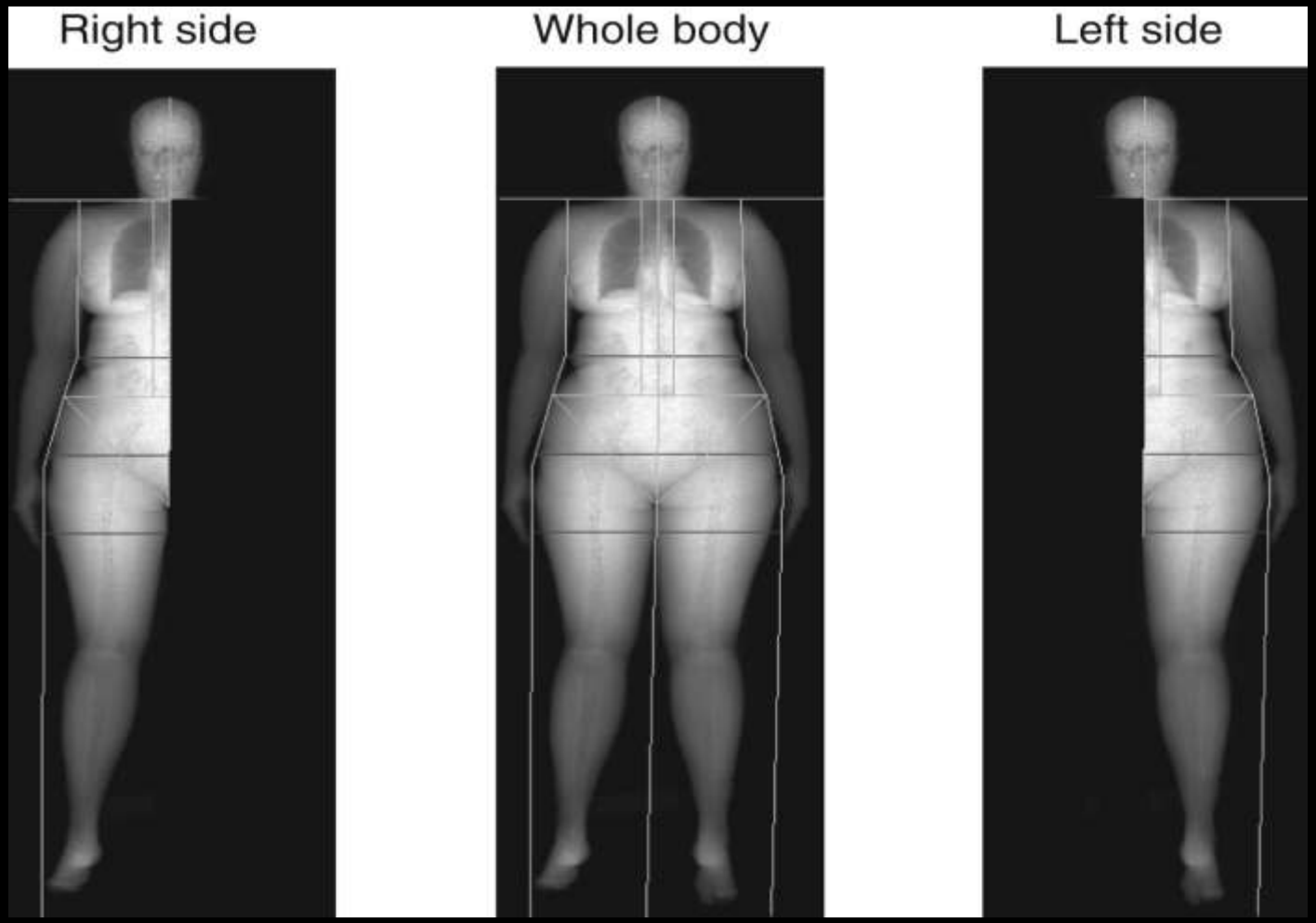


- **Procedimento de alta tecnologia ⇒ Padrão-ouro.**
- **Composição total e segmentar ⇒ Conteúdo mineral ósseo, Massa livre de gordura livre de conteúdo ósseo e massa gorda**

Rothney MP et al. Obesity 2009;17(6):1281–86.

Métodos de Avaliação de Composição Corporal

DXA



Rothney MP et al. Obesity 2009; 17(6): 1281–1286.

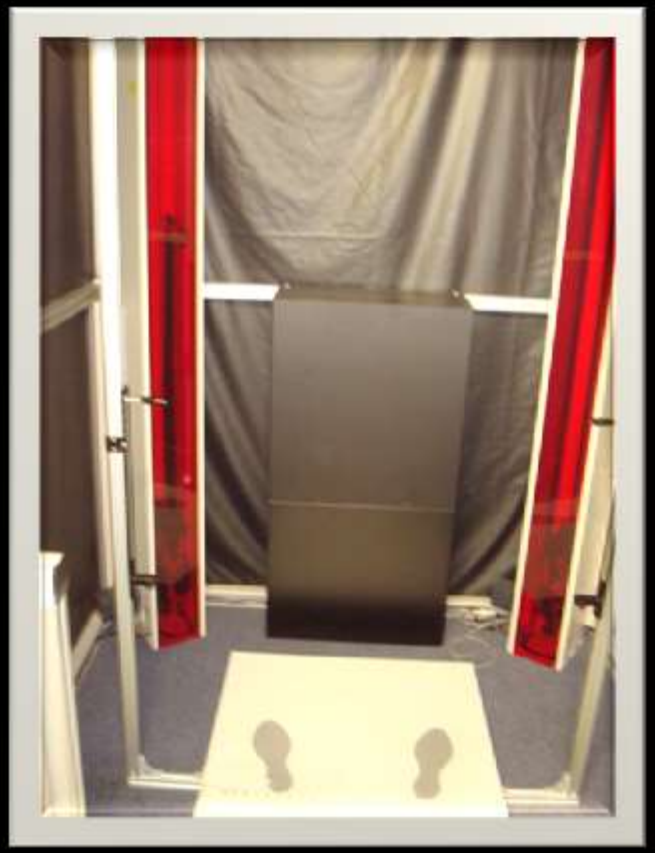
Métodos de Avaliação de Composição Corporal

DXA

RADIAÇÃO:
equivalente a 1 a 10% de raio X de tórax

USO LIMITADO PARA CRIANÇAS E GESTANTES

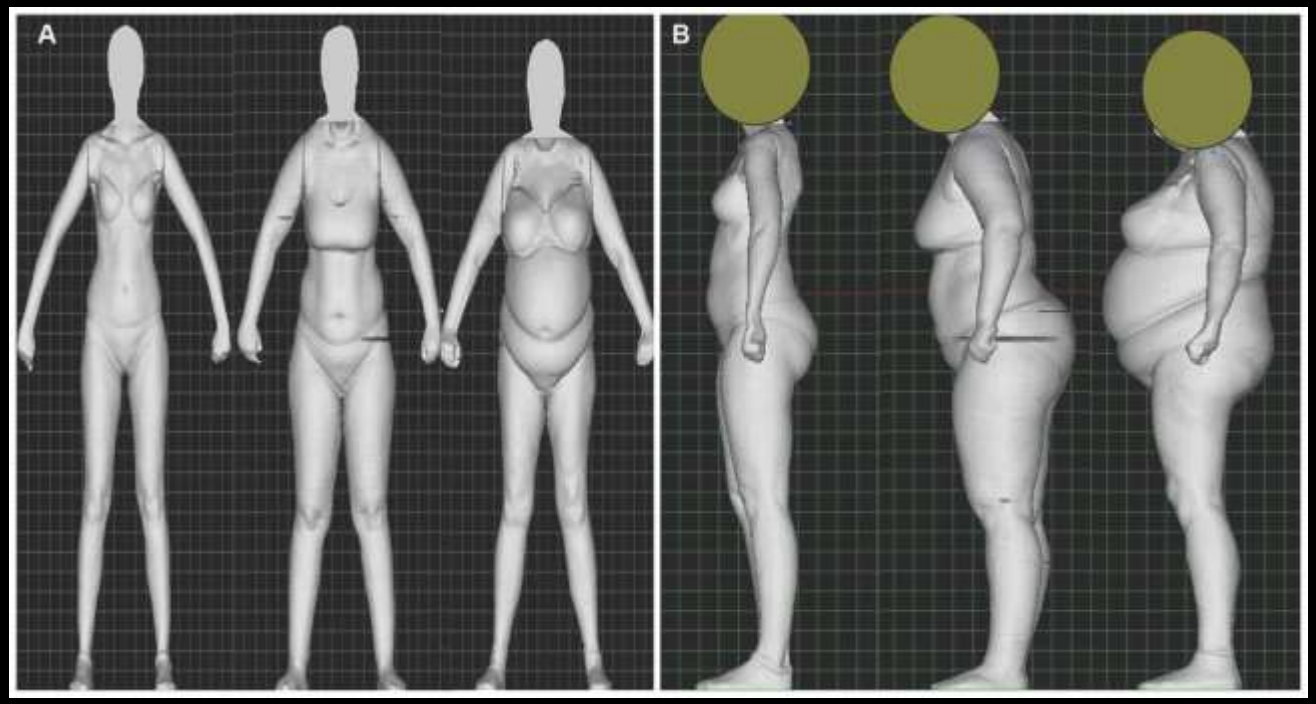
3-DIMENSIONAL PHOTONIC SCANNING (3-DPS)



Necessidade de medidas acuradas de tamanho e dimensões corporais

Body Composition Unit, NYORC, Columbia University, USA.

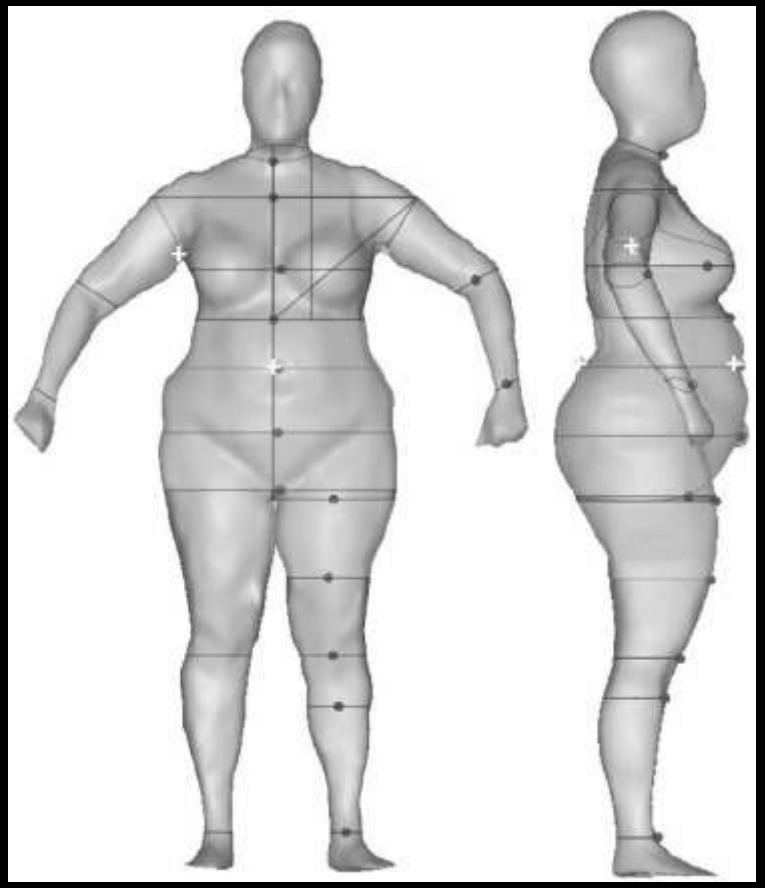
3-DIMENSIONAL PHOTONIC SCANNING (3-DPS)

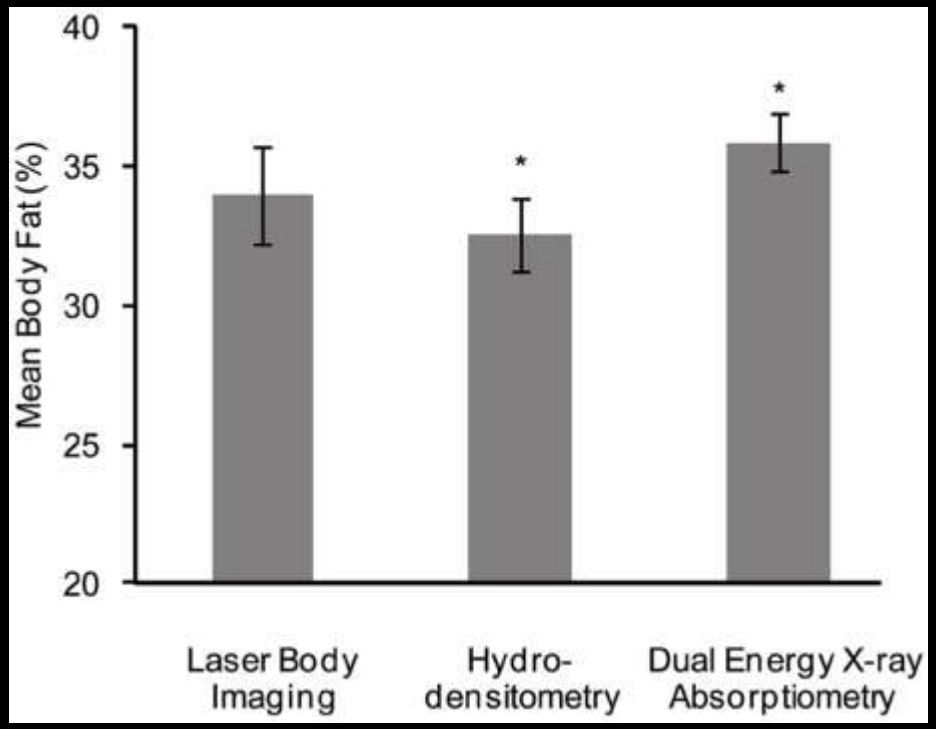


- Volume corporal, circunferências, comprimentos e porcentagem de massa gorda.
- Acomoda bem indivíduos obesos.
- Validação usando fita métrica e pesagem hidrostática.

Gallagher et al. J Parenter Enteral Nutr, 2011.

3-DIMENSIONAL LASER BODY IMAGING





Pepper et al. J Test Eval. 2010

Métodos de Avaliação de Composição Corporal

TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

RADIAÇÃO

RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

- **Visão direta da área analisada → resolução precisa de tecido adiposo, muscular e ósseo.**

Midarm computerized tomography fat, muscle and total areas correlation with nutritional assessment data

AA Jordão Jr[1]*, AD Bellucci[2], JE Dutra de Oliveira[1] and J Sérgio Marchini[1]

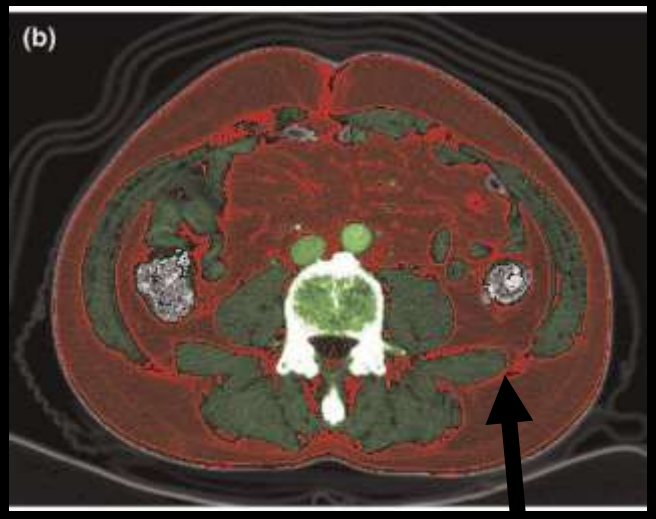
Table 4 Correlation coefficients between anthropometric and tomographic data for midarm areas, $P < 0.05$

	Healthy women	*Obese women*	*Healthy men*	*Malnourished*	*All*
Total area	0.914	0.911	0.841	NS	0.973
Muscle area	NS	NS	0.968	NS	0.864
Fat area	0.843	0.912	0.796	NS	0.956

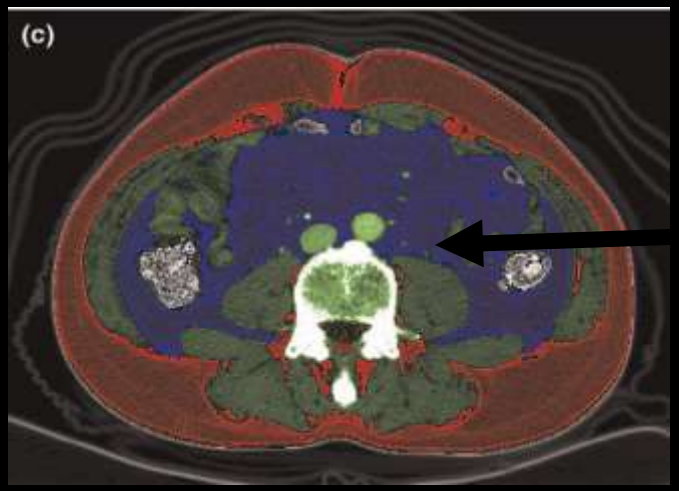
NS = nonsignificant.

International Journal of Obesity (2004) 28, 1451–1455

Métodos de Avaliação de Composição Corporal

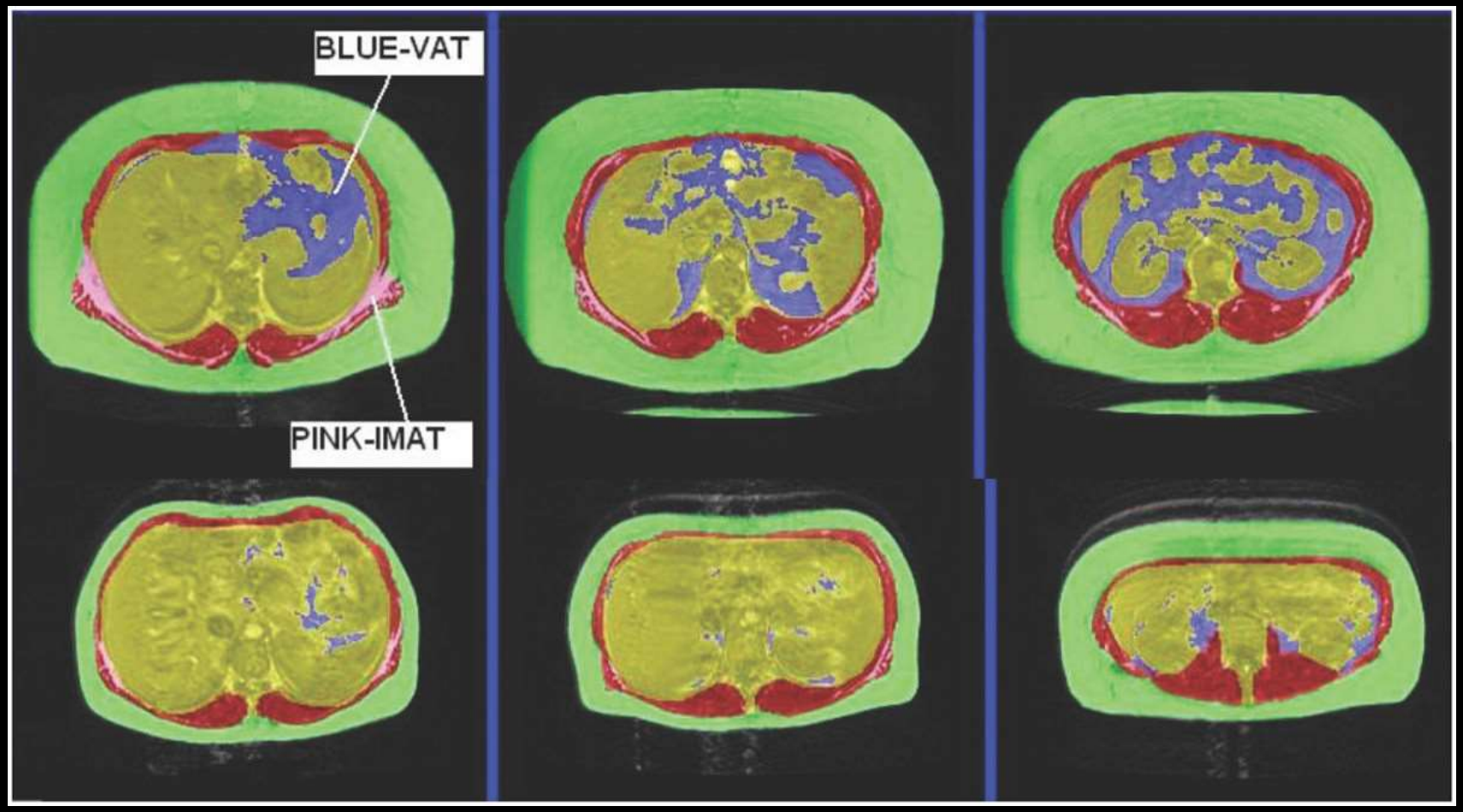


Tecido Adiposo Total



Tecido Adiposo Visceral

Métodos de Avaliação de Composição Corporal

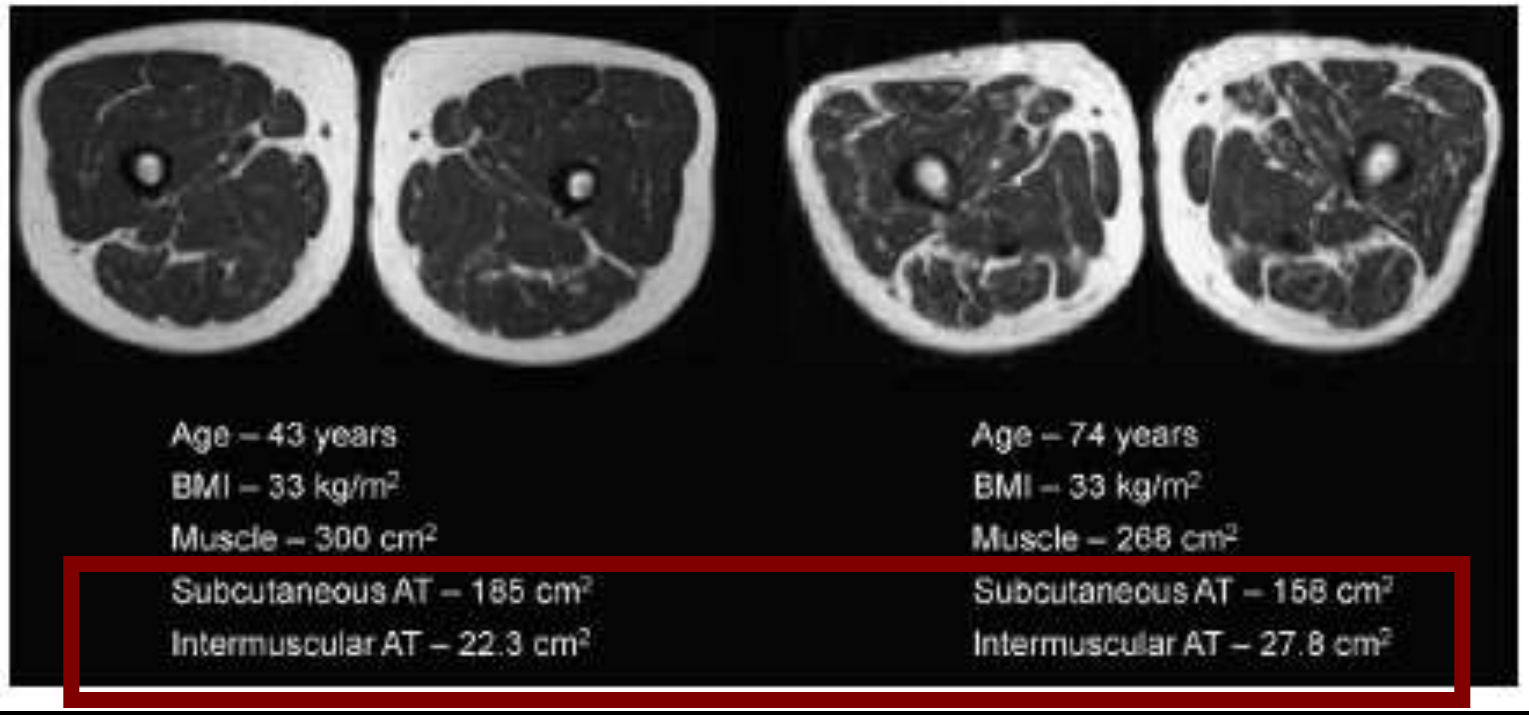


Gallagher et al. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2011.

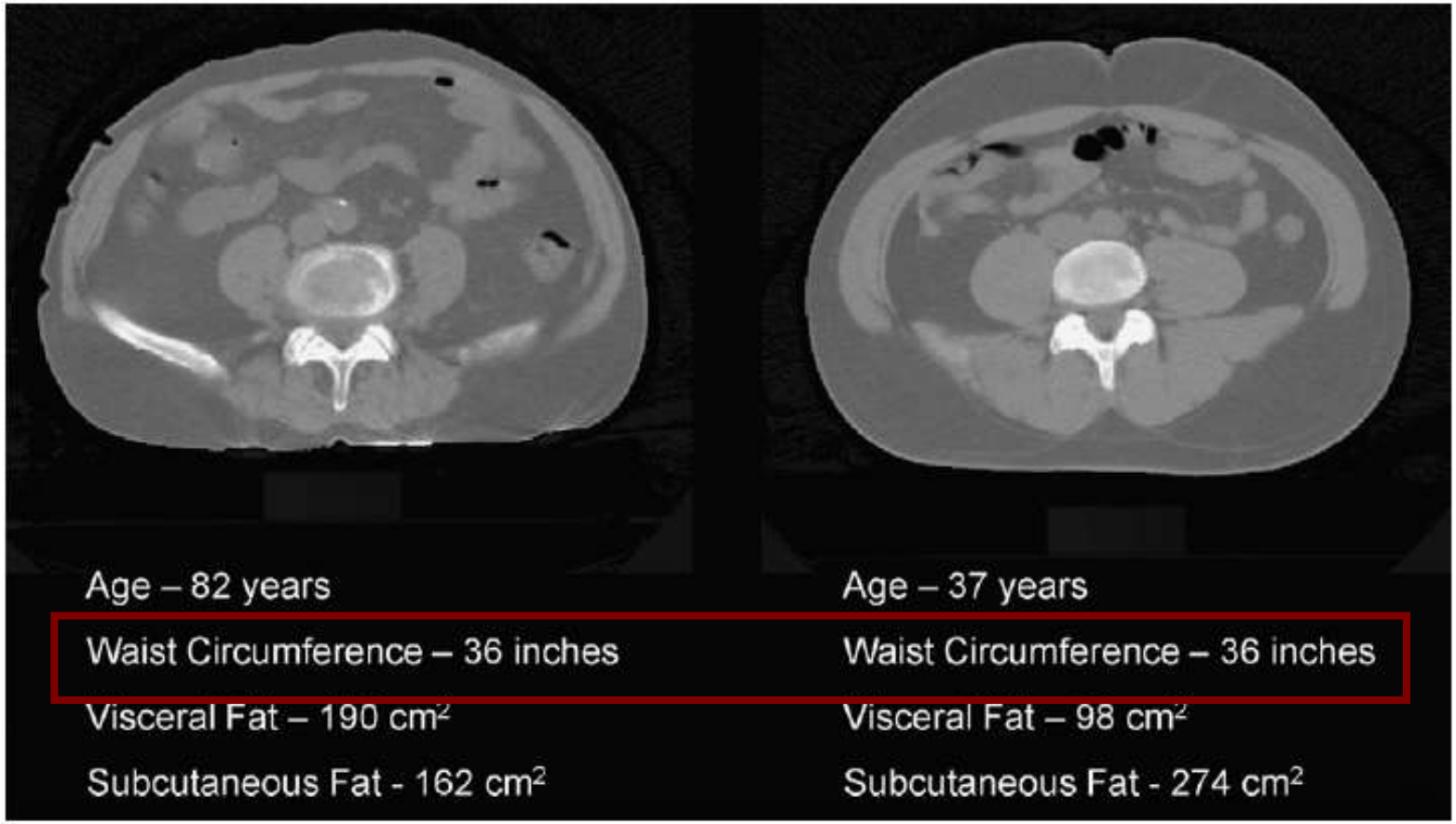
Review

Age-related changes in total and regional fat distribution

Jennifer L. Kuk [a], Travis J. Saunders [b], Lance E. Davidson [c], Robert Ross [d,*]



Kuk et al. Aging Res Rev, 2009.



Kuk et al. Aging Res Rev, 2009.

Índice de Massa Corporal

Músculo ?

Gordura Corporal ?

$$IMC = \frac{Peso\ (Kg)}{Estatura^2\ (m)}$$

Água Corporal ?

Valores de IMC (Kg/m^2)	Diagnóstico Nutricional
< 16,0	Subnutrição grau III
16,0 - 16,9	Subnutrição grau II
17,0 - 18,4	Subnutrição grau I
18,5 - 24,9	Eutrofia
25,0 - 29,9	Sobrepeso
30,0 - 34,9	Obesidade grau I
35,0 - 39,9	Obesidade grau II
≥ 40,0	Obesidade grau III

Índice de Massa Corporal

Obesidade – excesso de gordura corporal

↓

Ausência de técnicas para mensurar a gordura corporal

↓

IMC utilizado como marcador de excesso de gordura corporal

↓

OBESIDADE COM PESO NORMAL (OPN) - IMC na faixa de normalidade (menor ou igual a 24,9 Kg/m^2) associado com um aumento de gordura corporal, podendo ocasionar danos no perfil lipídico e inflamatório

Marques-Vidal et al. Eur J Nutr, 2008.

Índice de Massa Corporal

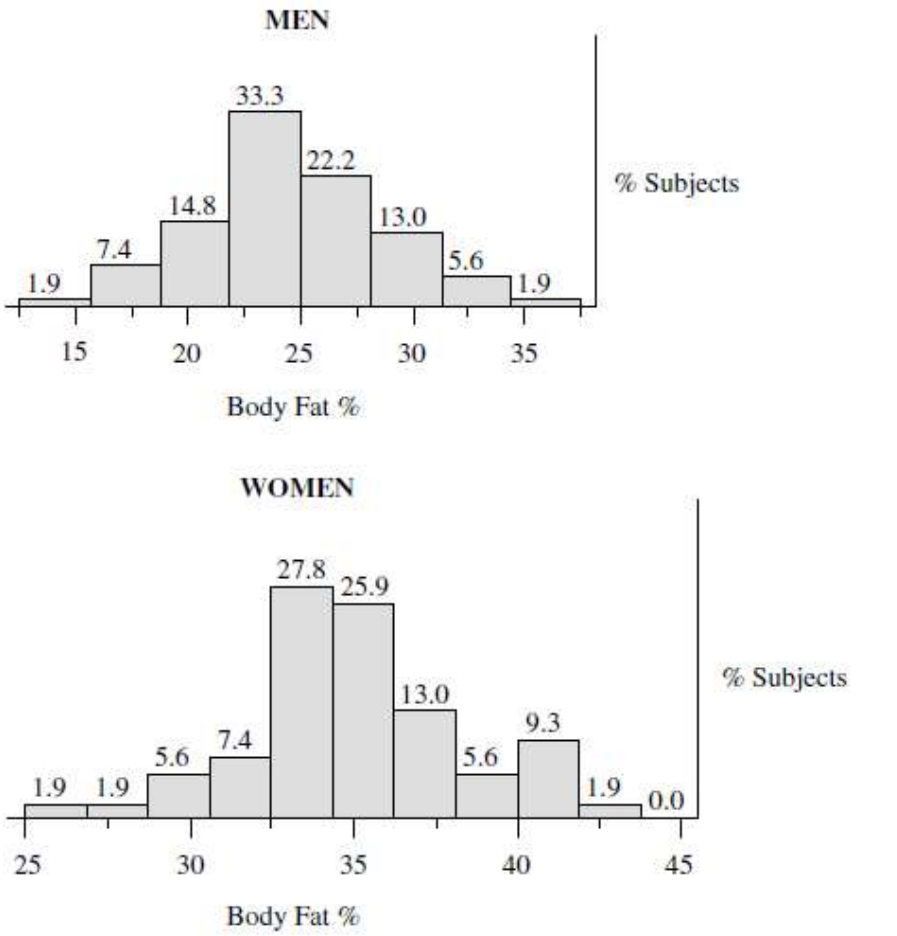


Figure 3 Body fat percent (BF%) variations among men and women with a body mass index (BMI) of 25 kg m^{-2}.

Necessidade de definir novos pontos de corte do IMC para a classificação de obesidade

Romero-Corral et al. Int J Obesity, 2008.

Índice de Massa Corporal

Referência	País	n	Pontos de corte do IMC - Homens	Pontos de corte do IMC – Mulheres
Deurenberg-Yap et al. (2000)	Singapura	291	26,0 a 27,0 Kg/m^2	26,0 a 27,0 Kg/m^2
Frankenfield et al. (2001)	EUA	141	22,6 Kg/m^2	20,1 Kg/m^2
Ko et al. (2001)	China	5153	23,0 – 26,0 Kg/m^2	23,0 – 26,0 Kg/m^2
Dudeja et al. (2001)	India	123	21,5 Kg/m^2	19,0 Kg/m^2
Oh et al. (2004)	Coreia	773,915	25,0 Kg/m^2	25,0 Kg/m^2
Kagawa et al. (2006)	Japão	139	-	23,0 Kg/m^2
Bozkirli et al. (2007)	Turquia	909	28,24 Kg/m^2	28,02 Kg/m^2

Índice de Massa Corporal

Referência	País	n	Pontos de corte do IMC - Homens	Pontos de corte do IMC – Mulheres
Romero-Corral et al. (2008)	EUA	13601	25,8 Kg/m^2	25,5 Kg/m^2
Laughton et al. (2009)	Canadá	77	22,1 Kg/m^2	22,1 Kg/m^2
Laurson, Eisenmann e Welk (2011)	EUA	8268	Percentil 83	Percentil 80
Mialich et al. (2011)	Brasil	200	21,84 – 26,11 Kg/m^2	22,0 – 25,3 Kg/m^2
Gupta e Kapoor (2012)	India	578	22,9 – 28,8 Kg/ m^2	22,9 – 28,8 Kg/ m^2
Gómez-Ambrozi et al. (2012)	Espanha	6123	29,0 Kg/m^2	27,0 Kg/m^2
Kesavachandran et al. (2012)	India	111	23,85 – 24,38 Kg/m^2	-
Mialich et al. (2014)	Brasil	501	28,38 Kg/ m^2	25,24 Kg/m^2

Índices de Adiposidade

IMC = Peso / (Estatura) ^{2}

Keys et al., 1972.

BMIfat = [(3 Peso + 4 Massa Gorda) / Estatura]

Mialich et al., 2011.

BAI = [(Circunferência do quadril)/((Estatura)^{1,5}) – 18]

Bergman et al., 2011.

BAIFels = 1,26 X (CQ/E1,4)-32,85

Johnson et al., 2012.

ABSI = [(Circunferência da Cintura) / (Índice de Massa Corporal $^{2/3}$ x Estatura ^{½})]

Krakauer et al., 2012.

CUNBAE = (- 44,988 + (0,503 x idade) + (10,689x sexo) + (3,172x IMC) (0,026x(IMC x IMC)) + (0,18x IMC x sexo) - (0,02 x IMC x idade) -(0,005* (IMC x IMC)x sexo) + (0,00021* (IMC x IMC) x idade)).

Lara et al., 2014.

Índices de Adiposidade

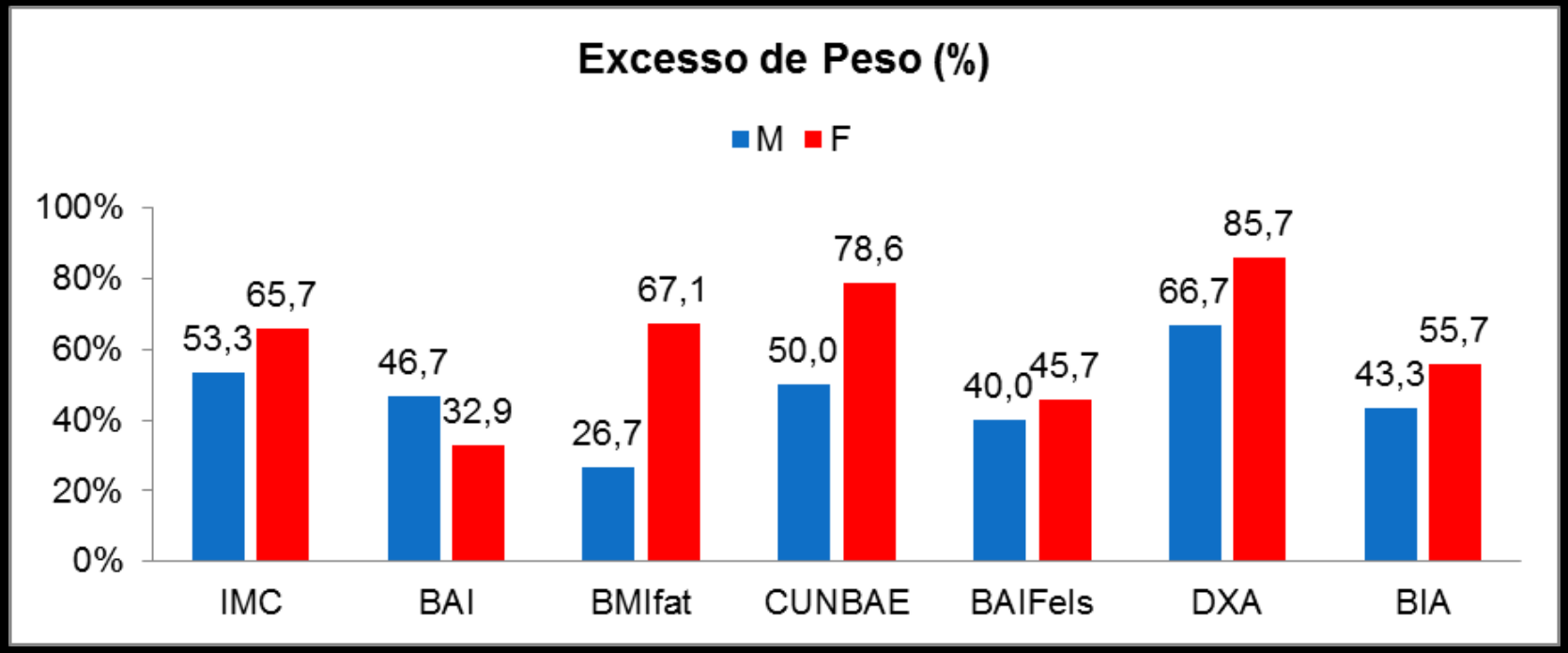
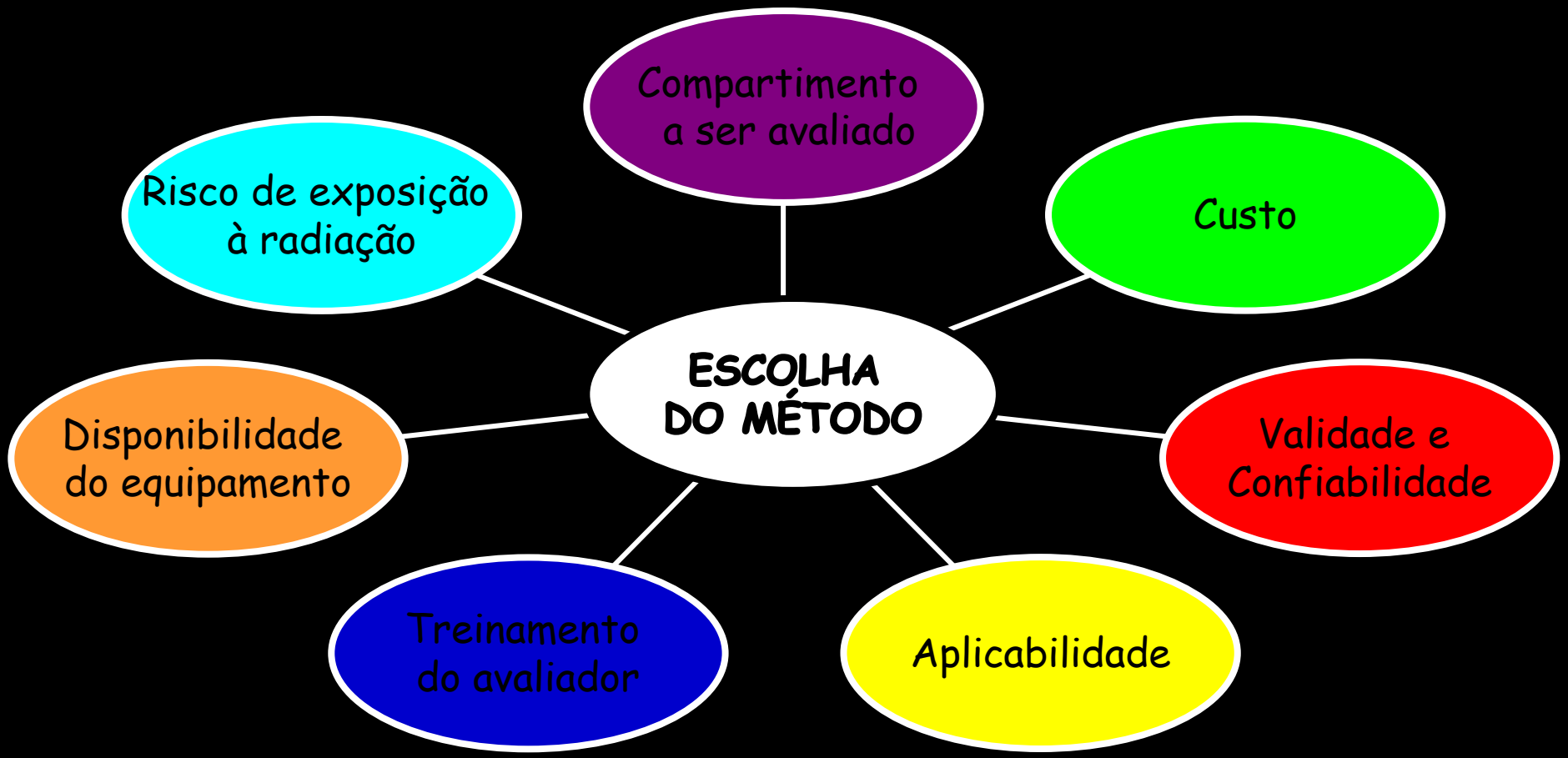


Figura : Classificação do estado nutricional dos indivíduos de acordo com os valores de cada ferramenta utilizada, separados por gênero.

Considerações Finais



OBRIGADA !!!

mirele.mialich@usp.br
mirelemialich@yahoo.com.br