



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro Biomédico
Instituto de Nutrição

Carla Valença Barros

Validação da impedância bioelétrica para determinação da composição corporal em mulheres no período pós parto

Rio de Janeiro

2011

Carla Valença Barros

Validação da impedância bioelétrica para determinação da composição corporal em mulheres no período pós parto

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-graduação em Alimentação, Nutrição e Saúde, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientadora: Prof.^a Dra. Vivian Wahrlich

Rio de Janeiro

2011

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CEH/A

B277 Barros, Carla Valença.
Validação da impedância bioelétrica para determinação da
composição corporal em mulheres no período pós parto / Carla
Valença Barros. – 2011.
58 f.

Orientadora: Vivian Wahrlich.
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio
de Janeiro, Instituto de Nutrição.

1. Período Pós-Parto – Avaliação nutricional - Teses. 2.
Composição corporal - Mulheres – Teses. 3. Impedância
elétrica – Teses. I. Wahrlich, Vivian. II. Universidade do Estado
do Rio de Janeiro. Instituto de Nutrição. III. Título.

dc

CDU 612.394:618.6

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta
dissertação.

Assinatura

Data

Carla Valença Barros

**Validação da impedância bioelétrica para determinação da composição corporal em
mulheres no período pós parto**

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre, ao Programa de
Pós-graduação em Alimentação, Nutrição e Saúde,
da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área
de concentração: {CONCENTRACAO}.

Aprovada em 5 de julho de 2011.

Banca Examinadora:

Prof.^a Dra. Vivian Wahrlich (Orientadora)

Instituto de Nutrição - UERJ

Prof.^a Dra. Carla Maria Avesani

Instituto de Nutrição - UERJ

Prof.^a Dra. Daniele Mendonça Ferreira

Universidade Federal Fluminense

Rio de Janeiro

2011

DEDICATÓRIA

Em primeiro lugar a Deus, por sua força e amparo. Aos meus pais amados Ligia e Carlos Alberto, por terem transmitido uma herança a qual posso usufruir durante toda a minha vida, feita de muito trabalho, respeito, honestidade, amor e fé. Graças ao apoio, a estrutura, a incansável compreensão e ao amor que me concederam, sem medirem esforços, permitiu que eu chegasse onde estou. A vocês toda a minha gratidão e amor. Ao Julio Cesar, meu marido e companheiro, por sua compreensão, amor e incentivo. Seu apoio foi fundamental para a concretização de mais uma etapa de minha vida vencida. A você todo o meu amor e eterno. A minha avó Lilia e meu irmão Fábio. Queridas pessoas que tanto torcem pela minha felicidade e crescimento, são de suma importância na minha vida. A vocês meu eterno amor.

AGRADECIMENTOS

A minha querida orientadora Vivian Wahrlich, por confiar, acreditar e apoiar sempre o meu trabalho, tornando possível a concretização desse sonho.

Aos membros da banca, pela atenciosa e dedicada leitura deste trabalho.

A querida Dalva Cedrola, bibliotecária, pela paciência e dedicação em ter me ajudado na formatação do trabalho.

Por fim agradeço a todas as pessoas que colaboraram para a realização deste sonho.

RESUMO

BARROS, Carla Valença. *Validação da impedância bioelétrica para determinação da composição corporal em mulheres no período pós parto*. 2011. 58 f. Dissertação (Mestrado em Alimentação, Nutrição e Saúde) - Instituto de Nutrição, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

O período pós-parto pode ser considerado a fase em que a mulher está exposta a retenção de massa corporal (MC) e desenvolvimento da obesidade. Na maioria das situações valorizam-se mais a perda de MC e pouco se conhece a respeito dos componentes que estão sendo mobilizados. Desta forma, há interesse de se validar técnicas acessíveis, como a impedância bioelétrica (BIA), que possam ser aplicadas no acompanhamento nutricional destas mulheres. O presente estudo teve como objetivo validar diferentes modelos de impedância bioelétrica (BIA) para a determinação da composição corporal em mulheres pós-parto tendo como "padrão ouro" a técnica de absorciometria de dupla energia de raio X (DXA). A amostra foi composta por 46 mulheres no período pós-parto com idade acima de 18 anos, inicialmente recrutadas e convidadas a participar da pesquisa, logo após o parto, para posteriormente serem avaliadas. A composição corporal (CC) foi mensurada através de três aparelhos distintos de BIA: RJA 101, BIO 450 e Tanita BC 533 e pela DXA. Os componentes corporais medidos foram: massa livre de gordura (MLG), massa gorda (MG) e percentual de gordura corporal (%GC). Na análise estatística foram calculadas as médias e desvio-padrão das variáveis contínuas. A concordância entre os componentes corporais determinados pela DXA e cada BIA foi avaliada pelo método de Bland & Altman e pelo coeficiente de correlação de concordância (CCC). Para comparação de médias das variáveis obtidas por BIA e DXA para cada faixa de índice de massa corporal (IMC), foi aplicada a ANOVA e o adotado o teste post-hoc de Tukey. O nível de significância adotado foi de 95% ($p=0,05$). A média (\pm desvio padrão) de idade foi de $25,5 \pm 4,6$ anos, a MC de $73,6 \pm 12,2$ kg, o IMC de $28,7 \pm 4,3$ kg/m², a MG de $29,8 \pm 7,4$ kg, a MLG de $43,2 \pm 5,7$ kg e o %GC de $41,8 \pm 4,3\%$, obtidos pelo DXA. Ao comparar-se os resultados dos diferentes equipamentos com o método padrão-ouro, verificou-se que houve diferença significativa entre a DXA e as BIA para todos componentes corporais, com exceção da MG fornecida pelo RJA ($27,1$ Kg) e TAN ($27,1$ Kg) em relação à DXA ($29,8$ Kg). Os resultados mostraram haver uma boa reprodutibilidade em relação aos aparelhos de BIA TAN ($r=0,74$; $r=0,90$) e RJA ($r=0,78$; $r=0,89$) para MLG e MG. Verificou-se que os equipamentos de BIA TAN e RJA forneceram estimativas semelhantes em relação à MLG, MG e %GC. Em relação aos valores da DXA o equipamento que mais se aproximou foi a TAN e o RJA quando avaliada a MG considerando todas as mulheres, mas quando estratificadas segundo o IMC, a análise foi mais acurada em mulheres obesas. Entretanto, a concordância não foi satisfatória entre os componentes corporais fornecidos pelas BIA em relação à DXA. As BIAs avaliadas no presente estudo subestimaram o %GC e superestimaram a MLG para esse grupo de mulheres no período pós-parto. Conclui-se que as BIA avaliadas não são recomendadas para avaliação da CC neste grupo de mulheres no período pós-parto.

Palavras-chave: Impedância bioelétrica. Composição corporal. Pós parto.

ABSTRACT

Postpartum women are at risk of body weight retention and consequently becoming obese. Usually, during postpartum period there is a greater concern in weight loss instead of measuring which body compartment is being mobilized. Thus, there is a growing interest to validate field and affordable techniques, such as the bioelectrical impedance (BIA) to determine body composition in this segment of the population. The purpose of this study was to validate different BIA devices using dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) as a gold standard in postpartum women. Forty-six postpartum women aged 18 years and over were enrolled in the study. They were recruited soon after delivery from two health units (Hospital São José of Mesquita District and Policlínica Piquet Carneiro, located in Rio de Janeiro city). All measurements were performed at the Laboratório Interdisciplinar de Avaliação Nutricional da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Participants were instructed to follow a standardized protocol for body composition measurements. Anthropometric variables (body mass - BM, stature, waist and hip circumferences) were collected. Body composition was determined by DXA and also obtained using the following BIA devices: model RJL 101 (RJL Systems®, Inc. Clinton, USA), model BIOD 450 (Biodynamics Corporation®, USA) and I model BC 533 (Tanita®, USA). Descriptive statistical analysis was done for continuous variables. ANOVA was used to verify differences between mean values of fat free mass (FFM), fat mass (FM) and percentage body fat (%BF) within BIA devices and DXA. Concordance analysis between each body component obtained by DXA and all BIA devices were performed using Bland & Altman plots and the Concordance Correlation Coefficient (CCC). ANOVA was used to compare mean values within BIA and DXA, and Tukey post-hoc was adopted. SPSS and MedCalc software were used in the analysis. Mean values (\pm standard deviation) of age, BM, body mass index, FM by DXA, FFM by DXA, %BF by DXA were 25.5 ± 4.6 years, 73.6 ± 12.2 kg, 28.7 ± 4.3 kg/m², 29.8 ± 7.4 kg, 43.2 ± 5.7 kg, $41.8 \pm 4.3\%$, respectively. When comparing the results within different equipments (DXA, RJL, BIOD and TAN), it was verified that there was significant difference between DXA and BIA equipments for all body components, except for FM from RJL (27.1Kg) and TAN (27.1Kg) in relation to DXA (29.8Kg). The results showed good reproducibility in relation to BIA TAN (FFM, $r=0.74$; FM, $r=0.90$) and RJL (FFM, $r=0.78$; FM, $r=0.89$). It was verified that BIA TAN and RJL yielded similar estimates for FFM, FM and % BF. When all women were considered together no significant difference was observed for FM obtained by TAN, RJL and DXA. When considering BMI categories the estimates were better for obese women. However, the agreement was not satisfactory for body components supplied by BIA in relation to DXA. All BIA devices tended to underestimate % BF and overestimate FFM for this sample.

Keywords: Bioelectric impedance. Body composition. Postpartum.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Posicionamento dos Eletrodos.....	30
Figura 2 - BIA Modelo RJL 101.....	30
Figura 3 - BIA Modelo Byodynamics BIOD 450.....	31
Figura 4 - BIA Modelo Tanita BC533.....	31
Figura 5 - Concordância entre DXA e TAN em relação à variável MLG (kg).....	37
Figura 6 - Concordância entre DXA e BIOD em relação à variável MLG (kg).....	37
Figura 7 - Concordância entre DXA e RJL em relação à variável MLG (kg).....	38
Figura 8 - Concordância entre DXA e TAN em relação à variável %GC.....	38
Figura 9 - Concordância entre DXA e BIOD em relação à variável %GC.....	39
Figura 10 - Concordância entre DXA e RJL em relação à variável %GC.....	39

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Idade, dados antropométricos e de composição corporal (CC) obtida por absorciometria de dupla energia de raio X (DXA) das 46 mulheres avaliadas no pós-parto.....33
- Tabela 2 - Valores médios e desvio padrão (DP) para a idade, dados antropométricos e de composição corporal (CC) obtida por absorciometria de dupla energia de raio X (DXA) das 46 mulheres avaliadas no pós-parto em função do índice de massa corporal (IMC).....34
- Tabela 3 - Valores médios e desvio padrão (DP) do percentual de gordura corporal (%GC), massa gorda (MG) e massa livre de gordura (MLG) obtidos por absorciometria de dupla energia de raio x (DXA) e pelas bioimpedâncias RJL, Biodynamics (BIOD) Tanita (TAN) nas mulheres avaliadas no pós-parto.....35
- Tabela 4 - Valores médios e desvio padrão (DP) do percentual de gordura corporal (%GC), massa gorda (MG) e massa livre de gordura (MLG) obtidos por absorptiometria de duplo felixe (DXA) e pelas bioimpedâncias RJL (RJL), Byodinamics 450 (BIOD) e Tanita (TAN) de acordo com o índice de massa corporal (IMC).....35
- Tabela 5 - Coeficientes de correlação de concordância (CCC) entre a massa livre de gordura (MLG), massa gorda (MG) e percentual de gordura corporal (%GC) obtidos pelos equipamentos de impedância bioelétrica (BIA) e os medidos por absorciometria de dupla energia de raio X (DXA) para as mulheres avaliadas no pós-parto.....36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACT	Água corporal total
AEC	Água extracelular
AIC	Água intracelular
BIA	Impedância bioelétrica
BIOD	Equipamento de Impedância bioelétrica modelo BIO 450 (Biodynamics Corporation®, EUA)
BIS	Impedância bioelétrica espectroscópica ou de multifrequência
CCC	Coefficiente de correlação de concordância
CMO	Conteúdo mineral ósseo
DC	Dobras cutâneas
DXA	Absorciometria de dupla energia de raio x
GC	Gordura corporal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMC	Índice de massa corporal
MC	Massa corporal
MCC	Massa celular corporal
MG	Massa gorda
MLG	Massa livre de gordura
NHANES	National health and Nutrition Examination Survey
PH	Pesagem hidrostática
POF	Pesquisa sobre orçamento familiar
RJL	Aparelho de Impedância bioelétrica modelo RJL 101 (RJL Systems®, Inc. Clinton, EUA)
SF-BIA	Impedância bioelétrica de frequência única
TAN	Aparelho de Impedância bioelétrica modelo BC 533 (Balança Tanita® doméstica, EUA)

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	11
1	REVISÃO DE LITERATURA	12
1.1	Composição corporal	12
1.1.1	<u>Composição corporal em gestantes e nos pós parto</u>	13
1.2	Métodos de avaliação da composição corporal	16
1.2.1	<u>Técnica de absorciometria de dupla energia de raio x (DXA)</u>	17
1.2.2	<u>Impedância Bioelétrica (BIA)</u>	21
2	JUSTIFICATIVA	25
3	OBJETIVOS	26
3.1	Objetivo geral	26
3.2	Objetivos específicos	26
4	CASUÍSTICA E MÉTODOS	27
4.1	Considerações éticas	27
4.2	Tipo de estudo	27
4.3	Sujeitos da pesquisa	27
4.4	Métodos	28
4.5	Análise estatística	32
5	RESULTADOS	33
6	DISCUSSÃO	40
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
	REFERÊNCIAS	45
	APÊNDICE A - Questionário de adesão	54
	APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	55

INTRODUÇÃO

O interesse pela composição corporal (CC) vem aumentando cada vez mais nos últimos anos, uma vez que a obesidade é considerada uma doença crônica não transmissível traduzida por acúmulo excessivo de tecido adiposo que traz repercussões à saúde dos indivíduos (WHO, 1998). O excesso de gordura corporal (GC) é um importante fator de risco para doenças crônico-degenerativas não transmissíveis como dislipidemias, doenças cardiovasculares, distúrbios reprodutivos em mulheres, alguns tipos de câncer, problemas respiratórios e diabetes mellitus tipo 2 (DEURENBERG-YAP, 2002; REZENDE, 2007a; SICHIERI; NASCIMENTO; COUTINHO, 2007), com custos crescentes para o sistema de saúde. No Brasil, os custos com as doenças não transmissíveis já atingem o percentual dos gastos de países desenvolvidos (SICHIERI; NASCIMENTO; COUTINHO, 2007).

A obesidade representa o problema nutricional de maior ascensão entre a população adulta brasileira observado nos últimos anos (MONTEIRO, 1999; MONTEIRO; CONDE; POPKIN, 2001), sendo particularmente prevalente em mulheres (LACERDA; LEAL, 2004). Portanto a obesidade revela-se, como um agravo extremamente complexo que se constitui num dos maiores desafios de saúde pública deste século (ANJOS, 2006).

Dados da Pesquisa sobre Orçamento Familiar (POF) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) no período de 2008 a 2009 revelaram que 40% das mulheres com mais de 20 anos apresentaram algum grau de excesso de massa corporal (MC) (índice de massa corporal – IMC entre 25 e 29 kg/m²). Foi demonstrado ainda, que 13% das mulheres eram obesas (IMC \geq 30 kg/m²). Apesar da prevalência da obesidade ser menor em mulheres jovens quando comparadas às mulheres mais velhas (IBGE, 2010), o período reprodutivo representa um momento de grande risco para o desenvolvimento do sobrepeso e da obesidade (LACERDA; LEAL, 2004; JORDAO; KAC, 2005) e o número de mulheres nesta fase com excesso de MC vem aumentando em todo o mundo (WHO, 2004).

A gravidez é um período específico associado com ganho de MC materno, decorrente do crescimento do feto e de seus anexos e das adaptações do organismo materno, envolvendo o tecido adiposo. Este ganho de MC no final das 40 semanas de gestação pode chegar a aproximadamente 12,5kg, correspondendo a aumento de cerca de 20% da MC para a maioria das mulheres (LINDSAY et al., 1997).

O ganho de MC adequado à gestação é aquele que garante crescimento, bem-estar fetal e provê estoques gordurosos suficientes para a mãe no período gestacional e no pós-parto, oferecendo suporte para a lactação sem risco de obesidade (RUDGE et al., 2000). Nesse contexto, Wilmore e Costill (2001) relacionaram o conceito de obesidade à quantidade excessiva de GC, aferida pela relação MC/gordura (gordura relativa) e não somente ao excesso de MC. Para Lederman et al. (1997), o aumento excessivo da MC na gestação pode causar obesidade no pós-parto pela dificuldade em perder MC, ou ainda, facilidade em acumular mais gordura após o parto.

No entanto, o período pós-parto é considerado um momento de grande vulnerabilidade. É um período que envolve muitas mudanças na vida da mulher, já que a atenção e os cuidados estão voltados para a saúde da criança, mesclando com o sentimento de cansaço natural desse período, aumentando a exposição a fatores que podem levar ao ganho de MC excessivo (ROONEY; SCHAUBERGER, 2002). Com isso, a avaliação e o monitoramento do estado nutricional, muitas vezes relegado a um segundo plano pelos profissionais de saúde, é de grande importância para as mulheres, já que a falta de perda de MC no período de seis meses pós-parto é um importante preditor da obesidade a longo prazo (GUNDERSON; ABRAMS, 2000).

Muita ênfase, entretanto, tem sido dada aos determinantes da retenção de MC (ÖHLIN; RÖSSNER, 1990; SCHAUBERGER; ROONEY; BRIMER, 1992; BUTTE et al., 1997; LOVELADY et al., 2000; ROONEY ;SCHAUBERGER, 2002; KAC et al., 2003; KAC ;VELÁSQUEZ-MELÉNDEZ, 2003; LINNÉ ;RÖSSNER, 2003; OLSON et al., 2003; KAC et al., 2004; KAC et al., 2004) e na quantificação da MC retida (LUKASKI et al., 1986; TO;CHEUNG, 1998; GIGANTE et al., 2001; GUNDERSON et al., 2001; GUNDERSON et al., 2004; PAPATHAKIS et al., 2005; KINNUNEN et al., 2007; TO; WONG, 2009) nas mulheres no pós-parto havendo pouca informação quanto à composição desta MC retida já que a maioria dos estudos baseia-se em medidas como MC e a estatura e utilizam preferencialmente o índice de massa corporal (IMC) para a classificação do estado nutricional (RODRIGUES, 2001; BIGAARD et al., 2004).

Além disto, a perda de MC na maioria das vezes não é monitorada em termos dos componentes que estão sendo mobilizados (TO, 1998) que é uma informação de fundamental importância para avaliar a eficácia de intervenções que venham a ser feitas com estas mulheres. Para se obter um resultado satisfatório não bastaria apenas diminuir a MC e sim

diminuir a quantidade de GC uma vez que o excesso de GC é um fator predisponente para a mortalidade por todas as causas (CASTRO et al., 2007).

Embora a impedância bioelétrica (BIA) seja um método que vem sendo bastante utilizado em estudos (CARVALHO; PIRES NETO, 2000), os resultados obtidos em muitos trabalhos revelam-se, freqüentemente, controversos (BARBOSA et al., 2001; SUNG et al., 2001; RODRIGUES et al., 2001; PAPATHAKIS et al., 2005). Dentre as possíveis razões para essa variabilidade poderiam ser mencionadas diferenças metodológicas quanto às populações analisadas, aos aparelhos utilizados e metodologias diferentes de coleta de dados. Dessa forma, parece haver dúvidas quanto à confiabilidade e à exatidão da técnica da BIA, quando comparada com outros recursos (RODRIGUES et al., 2001). Diante disso, é importante a realização de mais estudos buscando testar os diferentes aparelhos comercializados, a fim de obter evidências acerca da validade, exatidão e confiabilidade das medidas (CARVALHO; PIRES NETO, 2000; ANJOS; WAHRLICH, 2007).

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Composição Corporal

O estudo da CC trata da quantificação dos principais componentes estruturais do corpo humano, dividindo-o em tecidos específicos que compõem a MC total e pode ser estudada de diferentes formas, embora a mais exata, a análise direta, só possa ser realizada em cadáveres (BEUNEN; BORMS, 1990; ERSELCAN et al., 2000), sendo que as técnicas possíveis de serem usadas são os métodos indiretos. Por meio de métodos diretos e/ou indiretos é possível quantificar os principais componentes do corpo, obtendo-se importantes informações sobre tamanho, forma e constituição, características influenciadas por fatores genéticos e ambientais (FRANCESCHINI, 1999). Basicamente, os três maiores componentes do corpo em nível tecidual são: ossos, músculos e gordura. As diferenças na quantidade destes tecidos são responsáveis por amplas variações na MC entre os indivíduos, considerando-se as particularidades entre os sexos e faixas etárias (HEYMSFIELD et al., 2005; PETROSKI, 2007).

A avaliação da CC torna-se uma importante ferramenta utilizada na detecção, prevenção e no tratamento das diversas doenças crônicas, bem como em programas de emagrecimento e condicionamento físico relacionados a melhorias das condições de saúde individuais ou coletivas (FRANCESCHINI, 1999). Desordens alimentares como sobrepeso e obesidade (que envolvem o acúmulo de massa de gordura corporal) e a anorexia e bulimia (relacionadas com déficit ponderal extremo); a sarcopenia e a osteoporose (tipificadas pela perda de massa muscular e da massa óssea, respectivamente), são problemas constantemente abordados por estudiosos e detectados por meio das técnicas de avaliação da CC (ERSELCAN et al., 2000).

Segundo Ellis (2001), são diversas as técnicas e metodologias utilizadas para avaliação da CC. No que se refere aos métodos indiretos, podem ser divididas em quatro categorias gerais: medidas antropométricas; volume corporal; volume hídrico corporal, incluindo métodos de BIA; técnicas de imagem corporal, que incluem tomografia, a ressonância magnética e a absorciometria de dupla energia de raio X (DXA). A escolha do método a ser utilizado dependerá de quais compartimentos corporais se pretende determinar e de aspectos

como, custo, validade, aplicabilidade do método e grau de treinamento necessário ao avaliador (BRODIE et al., 1998)

A evolução das metodologias de avaliação da CC permitiu o desenvolvimento de modelos com cada vez mais compartimentadas (ERSELCAN et al., 2000). O modelo mais simples (dois compartimentos) expressa a MC em MLG e MG; o de três componentes inclui, em geral, a medição adicional da água corporal total (ACT); e o de quatro inclui, ainda, a medição do conteúdo mineral ósseo (CMO) (FRANCESCHINI, 1999).

Os métodos considerados padrão para o modelo de dois compartimentos (MLG e MG) baseiam-se na medição: da densidade corporal (densitometria), avaliada através da pesagem hidrostática (PH); da quantidade de potássio corporal total, avaliado pela irradiação do potássio 40; e do nível de hidratação do indivíduo, avaliado através da determinação da diluição de isótopos (GARCÍA et al., 2006). Esses métodos são considerados padrão porque partem de princípios teóricos sólidos distintos e seus resultados são bastante semelhantes entre si, permitindo, dessa forma, que um método valide o outro (FRANCESCHINI, 1999).

No entanto, alguns métodos de medida da CC, apresentam algumas vantagens e desvantagens (LEAN et al., 1996). Estudos na área de CC buscam avaliar de forma mais precisa e não invasiva a CC da população, e diversos modelos já foram propostos como os de PH, através de equações de predição, entre outros (GARCÍA et al., 2006). O estudo de Erselcan et al. (2000), demonstrou que os recursos indiretos mais utilizados para avaliação da CC são: DXA e PH, considerados métodos de referência utilizados para validar técnicas que podem ser aplicadas em maior escala como a antropometria (dobras cutâneas) e a BIA.

1.1.1 Modificação na composição corporal na gravidez e no pós-parto

A gravidez constitui um momento de grandes mudanças estruturais e fisiológicas provocando alterações na CC. Sabe-se que o ganho de MC durante a gestação é necessário para o desenvolvimento adequado do feto, e que existem alterações no estado de hidratação e nos componentes corporais (MLG e MG) do organismo materno, que podem ser mantidos até um determinado momento no período pós-parto, podendo interferir nos métodos de análise dos líquidos corporais (PAIVA et al., 2009). Considerando-se os vários estudos relativos aos métodos de BIA, na presença de significativa alteração do estado de hidratação, como por

exemplo, na gestação, diferenças individuais aumentam os níveis de hidratação, dificultando sua análise (LOF; FORSUM, 2004).

Na evolução da gravidez, as modificações na CC materna são decorrentes de adaptações metabólicas, diferenciadas em duas fases: a primeira, que vai até a 27ª semana, é caracterizada por anabolismo materno e fetal, com estoque energético em tecido adiposo materno; a segunda, após a 27ª semana até o termo, caracteriza-se por catabolismo materno, com queima dos estoques de gordura, e anabolismo fetal. Na primeira fase os depósitos de gordura estocada representam cerca de 2,5 a 3,5 kg no peso corporal materno, que é destinado a gastos energéticos próprios na segunda metade da gestação (RUDGE et al., 2000).

O ganho de MC materno durante o segundo trimestre mostrou-se relacionado à MC de nascimento. Por outro lado, as taxas de ganho excessivo de MC durante a gravidez pode não aumentar o crescimento fetal, mas apenas contribuir para a retenção de MC e obesidade no pós-parto (TO; WOK, 2009). As alterações provenientes da fase gestacional podem ter reflexos no período pós-parto que precisam ter um acompanhamento, principalmente quando se trata de GC.

Lof; Forsum (2004), na pesquisa conduzida com mulheres para avaliar a quantidade de ACT, água extracelular, e água intracelular em mulheres antes, durante e após a gestação utilizaram o método impedância bioelétrica multifrequencial e diluição de deutério. Os autores observaram que a relação entre a quantidade de AEC e a ACT aumentou de $43,8 \pm 3,2\%$, na avaliação prévia a gestação, para $45,6 \pm 4,2\%$, $48,2 \pm 4,3\%$ e $45,6 \pm 3,7\%$, na 14ª, 32ª e 2 semanas após o parto, respectivamente. Estima-se, com relativa precisão, que houve aumento da quantidade de AEC e ACT na 32ª semana gestacional e 2 semanas pós-parto em relação ao período pré-gestacional.

Kopp-Hoolihan et al. (1999), ao mensurar o comportamento dos componentes corporais (ACT, MG, MLG) antes, durante e após a gravidez (4-6 semanas pós-parto), através da diluição de deutério, verificaram que não houve diferença significativa da ACT e ACT/MLG no período pós-parto comparando com antes da gravidez, enquanto que a MG apresentou um aumento significativo.

Hopkinson et al. (1997) analisaram a CC em mulheres no pós-parto através do modelo de 2, 3 e 4 componentes e verificaram que através do modelo de 4C proposto por Fuller et al. (1992), não houve diferença significativa na MG no final da gestação (22,8kg) em relação a 2 semanas pós-parto (22,0 kg).

Em sua investigação, Franceschini (1999) realizou um estudo com o intuito de verificar as modificações da CC por um período de seis meses pós-parto através da dobra cutânea e infravermelho próximo. Pelo infravermelho próximo, não ocorreram alterações da GC (kg) durante o seguimento estudado, mas perdas na MLG e ACT do 7º para o 15º dia de acompanhamento foram observadas, havendo redução de MLG de 44,5 para 42,6kg e do volume de água de 33,2 para 31,7l, demonstrando ser este componente o responsável pela perda de MLG e, conseqüentemente, do IMC no pós-parto imediato. Ocorreu redistribuição de GC, com aumento da gordura periférica do 7º para 180º dia, sendo de forma significativa a partir do 60º dia.

Cabrini et al. (2007), realizaram um estudo com o objetivo de verificar a evolução da MC e da CC de 33 mulheres nos três meses pós-parto (7, 30, 60 e 90 dias) através da estimativa de BIA e dos perímetros do braço, cintura e quadril. Houve diferença estatisticamente significativa entre os valores como para a MC, IMC, MLG, MG, ACT e %GC, ao longo do acompanhamento. Os perímetros da cintura e do quadril apresentaram redução significativa no 30º dia pós-parto em relação ao 7º dia. A diminuição dos valores de MC e MLG foram afetadas pela redução da ACT, principalmente nos 30 primeiros dias pós-parto. A CC das mulheres pesquisadas foi afetada inicialmente pelo componente de MLG e, mais tardiamente (ao 60º dia pós-parto) pelo componente de gordura. Houve mobilização de gordura localizada nas regiões centrais do corpo e aumento da gordura periférica, o que indica a redistribuição de gordura corporal nesse período.

Butte et al. (1997), avaliaram a MLG e MG de mulheres 3, 6 e 12 meses pós-parto através da DXA e outros métodos como: DC, potássio corporal total, condutividade elétrica corporal total (TOBEC), verificaram que houve redução da MG no período estudado para todos os métodos, porém isso não correu na MLG fornecida pelos métodos, pois permaneceram na mesma média nos momentos estudados. No período de 6 meses após o parto ocorreu uma redistribuição da GC, com aumento da gordura periférica.

Ota et al. (2008), realizaram um estudo utilizando a BIA para comparar a MG de 49 mulheres no 3º trimestre de gravidez e um mês após o parto entre lactantes e não lactantes. A MG diminuiu, consideravelmente, entre o 3º trimestre de gravidez e o primeiro mês pós-parto. Os autores verificaram também que a MG após 1 mês do parto foi significativamente maior em mulheres lactantes.

Considerando que o período pós-parto constitui um dos momentos mais críticos na vida da mulher para o ganho de peso, há uma série de métodos para a estimativa dos componentes corporais, que variam segundo suas bases físicas, custo, acurácia, facilidade de

utilização e de transporte do equipamento (LUKASKI et al., 2007). A literatura mostra a importância de se ter um acompanhamento e método eficaz capaz de estimar os componentes corporais (MG, MLG e %GC) em mulheres no pós-parto para que essas mulheres, futuramente, não desenvolvam problemas de saúde, já que essa população tende a reter GC de forma significativa devido a toda uma mudança fisiológica por qual elas são submetidas (OLSON et al., 2003).

1.2 Métodos de avaliação da composição corporal

A mensuração da CC para determinar o estado de saúde e nutricional está se tornando cada vez mais importante para a identificação do acúmulo de GC como um preditor significativo de mortalidade (PLOEG et al., 2003). Existem diversos métodos para avaliação da composição corporal e independente de qual a finalidade, é indispensável conhecer os métodos que são utilizados para avaliação dos componentes corporais (ELLIS, 2001).

Do ponto de vista do fracionamento corporal, alguns modelos foram desenvolvidos para caracterizar o corpo humano: modelo de dois, três e quatro compartimentos. O modelo de dois compartimentos (2C) considera apenas o componente de gordura, o qual pode ser aferido, sendo que o restante é considerado MLG. Baseados neste modelo aparecem, inicialmente, os métodos de contagem de potássio corporal total (é proporcional a MLG), hidrometria (assume constante de hidratação da MLG) e PH (primeiro é fornecida a GC para depois encontrar a MLG por diferença). Caso seja possível determinar não apenas o conteúdo de gordura, mas também o conteúdo de água, pode-se utilizar um modelo de 3 compartimentos (3C): MG (que é isenta de água pelas próprias características das moléculas de lipídios), ACT e o MLG, sendo o método diluição de isótopos o mais indicado para aferir a ACT. Seguindo a mesma lógica, caso seja possível determinar não apenas MG e conteúdo hídrico, mas também o conteúdo mineral, então se tem um modelo de 4 compartimentos (4C). Para este modelo utilizam-se os seguintes métodos: diluição de isótopos, plestimografia, PH; a DXA para a determinação do CMO; o método de medição de potássio corporal total para obter a massa celular corporal, conjugado com a diluição de isótopos (para obter o compartimento da água extracelular e mineral) (ELLIS, 2000; HEYMSFIELD et al., 2000). Nas rotinas de avaliação da CC e em muitas pesquisas científicas e estudos clínicos a GC é a variável de maior interesse e, portanto, um modelo de apenas 2 compartimentos é

absolutamente suficiente e adequado para descrever alterações na CC. Para o modelo e métodos 2C é fundamental o pressuposto de uma composição constante da MLG.

À medida que mais componentes são medidos nos modelos e métodos 3C e 4C, menos pressupostos são necessários e estes modelos são mais válidos do que os métodos que utilizam o modelo de 2C (EVANS et al., 1999). Diversos autores acreditam que o modelo 4C fornece resultados padrão ouro de %GC por sua maior precisão (JEBB; ELIA, 1993; HEYMSFIELD et al., 1997) . No entanto, apesar de sua crescente aceitação, são modelos caros e trabalhosos (VAN DER PLOEG et al., 2003).

1.2.1 Técnica de absorciometria de dupla energia de raio X (DXA)

A DXA é uma tecnologia relativamente nova que vem sendo classificada como “padrão ouro” e tem sido recomendada para a estimativa dos componentes corporais (densidade mineral óssea, conteúdo mineral ósseo, MG, MLG) nos distintos grupos etários e em diversas populações (KHAN et al., 2001; SILVA, 2001). Inicialmente, essa técnica foi destinada à mensuração da densidade mineral óssea e do CMO e, devido aos avanços tecnológicos, permite também a estimativa dos CC (MLG, MG e %GC), dando condições para uma análise total ou dos segmentos corporais (membros superiores, inferiores e tronco) (KOHRT, 1995) Tem sido sugerida como a melhor alternativa na avaliação da GC. Baseada na medida em três componentes corporais (CMO, GC e MLG), é amplamente aplicada em estudos para análise e acompanhamento da CC e intervenções clínicas (ALBANESE et al., 2003). Desta forma a DXA tem sido proposta como uma alternativa na validação de métodos de estimativa da CC, em estudos populacionais, baseados em métodos duplamente indiretos, tais como a antropometria e a BIA (KOHRT, 1998).

A medida da DXA é definida como a quantidade de radiação absorvida pelo corpo ou segmento desejado, calculando a diferença entre a energia emitida pela fonte de radiação e a sensibilizada pelo detector de energia (LINTSI et al., 2004). O processo pelo qual a DXA diferencia os tecidos corporais se dá por meio da transposição dos fótons de energia pelos tecidos ósseos e moles de cada indivíduo, baseando-se na diferença da atenuação dos raios-X entre os tecidos ósseos e moles (ALBANESE et al., 2003). A partir daí, é formada uma imagem dos contornos do corpo e dos tecidos. Em seguida, um *software*, que apresenta variações de acordo com o fabricante, quantifica e localiza os diferentes componentes

corporais. A medida da DXA informa o CMO e seu resultado permite estabelecerem estimativas quanto aos componentes de gordura e de MLG dos tecidos não-ósseos e demais tecidos (LINTSI et al., 2004).

Este método requer por parte do avaliado pouco esforço e seus níveis de confiabilidade são aceitos como padrão para avaliação da GC, bem como no desenvolvimento e validação de outros procedimentos de avaliação da CC (LINTSI et al., 2004).

A técnica de DXA pode ter limitações em situações que há alteração na hidratação da MLG e é apontada como o principal fator de erro associada às estimativas (EVANS et al., 1999; KIM et al., 2002).

Ellis (2001) apresenta discussões comparativas sobre métodos de avaliação da CC *in vivo*. Algumas críticas são feitas quanto à utilização da DXA, de forma que o autor argumenta que é um método bastante caro, pois necessita de instrumental tecnológico apropriado, *softwares* desenvolvidos para cada finalidade de utilização, apoio técnico, pessoal treinado e habilitado, custos periódicos com manutenção e calibração dos aparelhos. Não seria aceito como um método para estudos de campo, dadas estas condições, salvo quando utilizado por instituições que se proponham a realizar levantamentos em escala epidemiológica ou não, como é o caso do “National Health and Nutrition Examination Survey - NHANES”, estudo norte-americano que envolveu diversos estados nos Estados Unidos, bem como diversas clínicas que dispunham do instrumental e se propuseram a participar no estudo. Mesmo levando-se em conta o alto custo, o autor considera o DXA um método preciso e válido para a avaliação da CC.

Wong et al. (2001) com o objetivo de mensurar as diferenças e a concordância entre a DXA (Hologic QDR 2000) e o método de 4 compartimentos (4C), em adolescentes do sexo feminino, observou que houve uma elevada correlação entre os métodos ($r=0,90$; $p<0,01$), contudo na análise das diferenças por meio do método de Bland e Altman, notou-se uma superestimativa média de 3,9% da DXA na estimativa da GC. Os autores relataram que as diferenças são advindas da constante de hidratação (73%) dos tecidos magros que é utilizada pela DXA. Segundo os mesmos, estas constantes podem ser utilizadas em adultos, mas demonstram limitações significativas em algumas situações. Utilizando o mesmo método para comparação (4C), Tylavsky et al. (2003), comparam as estimativas da CC de idosos entre 70 e 79 anos de idade e verificaram que a DXA superestimou a MLG e quando a hidratação foi corrigida pelos valores obtidos pelo método de 4 C, as diferenças não foram significativas. Em contrapartida, Van der Ploeg et al (2003), com o objetivo de comparar os resultados da DXA em relação ao método de 4C, com adultos de 18 a 59 anos de idade, verificaram que a

DXA forneceu valores de %GC significativamente menores e tiveram uma tendência em subestimar o %GC ainda mais em indivíduos mais magros.

No entanto, Korth (1998), em sua investigação, verifica que uma alteração no estado de hidratação de 78% a 73%, tem um efeito relativamente pequeno sobre a avaliação da MLG, fornecido pela DXA, pois produziria um erro inferior a 0,5kg. Testolin et al. (2000), observaram que as estimativas do %GC avaliado por DXA podem ser imprecisas em crianças pequenas, que têm tipicamente níveis elevados de hidratação dos tecidos. Entretanto os autores ressaltam que a magnitude destes erros podem não ter significância clínica ou para pesquisa.

Butte et al. (1997), realizaram um estudo utilizando a DXA como método para mensurar a CC em mulheres no pós-parto e verificaram que não houve diferença na avaliação comparando com outros métodos. Além disso, os autores salientam que poucos são os estudos que utilizam a DXA visando mensurar a CC de mulheres no pós-parto.

Diversos estudos de validação têm utilizado a DXA como método de referência, porém nenhum que tivesse como sujeitos, mulheres no período pós-parto. A DXA quando utilizada em estudos com mulheres pós-parto tem como escopo avaliar o CMO (HOPKINSON et al, 1997; KOPP-HOOLIHAN et al, 1999) ou simplesmente como método de avaliação para acompanhar a mudança da MLG e MG ao longo do momento pós-parto (BUTTE et al., 1997; CHOU et al., 1999).

Alguns estudos têm procurado analisar a validade das estimativas da DXA em relação aos componentes corporais, comparando seus resultados com a análise química de corpos de animais ou com métodos de referência, como a pesagem hidrostática, ressonância magnética e tomografia computadorizada (KIM et al., 2002; BALL; SWAN, 2003; MERCIER et al., 2006).

Os principais indícios de validade das medidas da DXA referem-se à análise de dissecação em animais. Hunter; Nagy (2002), com o objetivo de validar a DXA, acompanharam as mudanças longitudinais na composição corporal de roedores e compararam MLG, MG, CMO, densidade óssea total por meio da DXA e análises químicas dos componentes, após sacrificarem os animais. Encontraram fortes correlações entre os dois métodos, indicando que a DXA é um instrumento útil e válido na avaliação da composição corporal. Outro estudo envolvendo modelo animal foi realizado por Sjögren et al. (2001), onde utilizaram ratos para desenvolver e avaliar um método de predição da gordura corporal *in vivo*, combinando técnicas modificadas/adaptadas de DXA com procedimentos de análise de imagens, que foram comparadas com dados do tecido adiposo obtido por dissecação e

extração química. Concluíram que a GC medida por DXA e técnicas de análise de imagens, forneceram uma boa estimativa *in vivo*, da gordura total de ratos.

Outras evidências, sendo que em humanos, corroboram para a utilização da DXA como um método válido para a estimativa da CC em humanos. Prior et al. (1997), comparando a medida da DXA com o método de quatro componentes (4C) em 172 jovens, encontraram uma elevada concordância ($r=0,94$; $p<0,01$), além de um erro padrão (2,8%) considerado baixo por Lohman (1992) entre os métodos.

Esses resultados acompanharam os achados de Van Der Ploeg et al. (2003) , que também observaram uma alta concordância ($r=0,96$; $p<0,05$) e um baixo erro (1,6%), comparando os valores obtidos pela DXA e pelo modelo de 4C, em 152 indivíduos de ambos os sexos, entre 18 e 59 anos de idade. Resultados esses semelhantes aos encontrados em adultos (FIELDS et al., 2002) e crianças (WANG et al., 2002).

Diversos estudos realizados com diferentes populações têm utilizado a DXA como método “padrão ouro” para validação de outros métodos. Völgy et al. (2008), utilizaram a DXA como “padrão ouro” para validar dois equipamentos de BIA em homens e mulheres. Gobbo et al. (2008), fizeram o mesmo para validar equações antropométricas em universitários do sexo masculino. Sung et al (2001), validaram o uso da BIA como método de avaliação da GC em crianças chinesas de acordo com os valores fornecidos pela DXA.

No Brasil, alguns estudos têm proposto analisar a validade cruzada de equações de BIA, utilizando a medida da DXA como critério de referência. Marques et al. (2000), avaliaram 44 mulheres adultas entre 20 e 40 anos de idade, observando que, em jovens, a equação de Lohman (1992) mostrou-se válida para a estimativa da MLG, sendo que 80% da amostra apresentaram concordância . Glaner (2005) também, comparando com as medidas da DXA, observou que a equação específica de Lohman (1992), para homens jovens ($\%G>20\%$), mostrou-se válida, apresentando um EPE= 0,90kg. Barbosa et al. (2001), fizeram análise de concordância dos métodos de dobra cutânea e BIA comparado ao DXA com mulheres idosas. Bottaro et al. (2000), em sua pesquisa, objetivaram validar equações antropométricas em relação ao DXA, tendo como sujeitos mulheres de 20 a 40 anos de idade, não obesas.

Cabe ressaltar que alguns aspectos relacionados às indicações e limitações da utilização da DXA ainda são desconhecidos. Segundo Rech et al. (2007), a utilização da constante de hidratação da MLG, as diferenças apresentadas entre os equipamentos e diferentes versões de um mesmo equipamento, além de limitações antropométricas, entre elas MC e o tamanho dos indivíduos, podem proporcionar erros de estimativa consideráveis quando não controlados. Por fim, observa-se que a DXA é uma alternativa válida para

estimativa dos componentes corporais apresentando vantagens e características que a credenciam como um método indireto que pode ser utilizado como critério de validação de outros procedimentos.

1.2.2 Impedância Bioelétrica

A BIA é um método que tem sido amplamente utilizado no estudo da CC, sobretudo pela alta velocidade no processamento das informações, por ser um método não-invasivo, por gerar informações através de um aparelho portátil, de fácil manuseio e relativamente barato, que estima, além dos componentes corporais, a distribuição dos fluidos corporais nos espaços intra e extracelulares (HOUTKOOPEL, 1996; KYLE et al., 2004).

É um método que aplica a tecnologia da impedância no estudo da CC pela avaliação da diferença da condutividade elétrica dos tecidos (SILVA-FILHO, 2009). É um método relativamente preciso que consiste na passagem pelo corpo de uma corrente elétrica de baixa amplitude e baixas e altas frequências. Isso permite mensurar a resistência (R) e a reactância (Xc). A partir dos valores de R e Xc são calculados a impedância (Z) e o ângulo de fase, estimada a ACT, além da quantidade de água extracelular (AEC) e água intracelular (AIC). A seguir, a MLG pode ser calculada, assumindo que a ACT é uma parte constante da MLG. Então, a MG e a massa celular corporal (MCC) podem também ser mensuradas (SILVA-FILHO, 2009).

A análise da CC por meio da BIA pressupõe que a resistência a uma determinada corrente elétrica é inversamente proporcional à distribuição de ACT e de eletrólitos. O método clássico de BIA consiste na utilização de quatro eletrodos que são fixados à mão, ao pulso, ao pé e ao tornozelo do hemicorpo direito do avaliado. É baseada na condução de uma corrente elétrica indolor, de baixa intensidade, imperceptível (500 μ A a 800 μ A) a uma frequência fixa (~50 kHz) ou múltipla, a qual é introduzida ao organismo por meio de cabos conectados a eletrodos-fonte (distais) na mão e no pé, e a queda de voltagem, provocada pela impedância, e captada pelos eletrodos-sensor (proximais) localizado no pulso e no tornozelo, ou superfícies condutoras, que são colocados em contato com a pele.

A BIA tem como princípio de que os componentes corporais oferecem uma resistência diferenciada à passagem da corrente elétrica (HEYWARD, 2001), gerando vetores de resistência (medida de oposição pura ao fluxo de corrente elétrica através do corpo) e

reactância (oposição ao fluxo de corrente causada pela capacitância produzida pela membrana celular).

Assim, após identificar os níveis de resistência e reactância do organismo à corrente elétrica, o analisador avalia a ACT e, assumindo uma hidratação constante, prediz a quantidade de MLG. Porém, se o indivíduo apresentar hiper-hidratação o valor da MLG fica superestimado. Esse método é considerado prático e de baixo custo para estimar a MLG, porém deve haver alguns cuidados na pré-avaliação que devem ser observados para não interferir na hidratação dos tecidos corporais, alterando, assim, a resistência à corrente elétrica (KYLE et al., 2004). Entretanto, a alteração no estado de hidratação é a principal limitação deste método.

Os tecidos magros são altamente condutores de corrente elétrica devido à grande quantidade de água e eletrólitos, ou seja, apresentam baixa resistência à passagem da corrente elétrica. Por outro lado, a gordura, o osso e a pele constituem um meio de baixa condutividade apresentando, portanto, elevada resistência (LUKASKI et al., 1994).

Na estimativa da BIA, o primeiro componente a ser estimado a partir das informações produzidas pela BIA é a água corporal e a MLG, sendo o componente adiposo posteriormente determinado pela subtração do valor mensurado da MC total pelo valor estimado da MLG (FOSTER; LUKASKI, 1996).

Existem dois tipos de BIA que serão descritos a seguir:

- BIA de frequência única (SF-BIA) - Este método utiliza frequência fixa de 50 kHz. Permite estimar a quantidade de MLG de indivíduos saudáveis. Não determina alterações no fluido intracelular e não avalia de maneira precisa a ACT. Porém, é possível obter uma soma ponderal da AEC e AIC (KYLE et al., 2004).
- BIA de multifrequência ou espectroscópica (BIS) – É capaz de utilizar diversas frequências, até 512 kHz (0, 1, 5, 50, 100, 200 a 512 kHz) para avaliar MLG, ACT, AIC e AEC. A BIS é o método considerado mais preciso quando comparado a SF-BIA na estimativa da quantidade de AIC e AEC, porém tem um custo bem mais elevado em relação a SF-BIA (HANNAN et al., 1995; VAN LOAN et al., 1995; CORNISH, 1996).

A BIA permite a determinação da MLG e ACT em indivíduos em balanço hídrico e sem distúrbios eletrolíticos, usando equações e procedimentos estabelecidos adequados à população, idade ou doença específica. A determinação de mudanças na MCC, AEC e AIC requer pesquisas adicionais, utilizando um modelo válido que garante que as mudanças na

AEC não corrompem a AIC. Segundo, Kyle et al. (2004), o uso do SF-BIA ou BIS em estados alterados de hidratação também exigem mais investigação.

A BIA de frequência única é a mais utilizada nas pesquisas e existem vários tipos de equipamentos que variam entre o número de eletrodos e a posição em que são colocados (posições pé-mão, pé-pé ou mão-mão) (KYLE et al., 2004). O indivíduo fica posicionado verticalmente e as superfícies condutoras entram em contato com uma das extremidades do corpo, pé-pé ou mão-mão. O modelo vertical é de simples aplicação, pois exige apenas que o indivíduo se coloque em pé, descalço, sobre a plataforma que contém os eletrodos (pé-pé), ou então, segura um aparelho (mão-mão). O sistema pé-pé, em geral, é utilizado em aparelhos para uso doméstico, ou seja, é uma balança portátil o que facilita o seu uso (KYLE et al., 2004). Esse tipo de BIA apresenta baixo custo, é acessível por ser comercializada em diversas lojas, portátil e fácil de manusear, porém não fornece valores de resistência e reatância. Todavia o sistema pé-pé também é disponível em modelos profissionais.

Outro tipo de modelo de BIA utilizado é aquele que são utilizados, quatro eletrodos onde dois eletrodos são fixados à região dorsal da mão direita e dois à região dorsal do pé direito do avaliado e, então, uma corrente elétrica é aplicada aos eletrodos-fonte (distais) e a queda da tensão, devido à impedância, é detectada pelos eletrodos proximais. Para este tipo de análise, o indivíduo necessitar estar na posição horizontal (KYLE et al., 2004).

Quando comparado com a DXA, a BIA de única ou multifrequência fornece boa avaliação de MG em indivíduos saudáveis e em pacientes com níveis de água estável usando o sistema de quatro eletrodos (FOLGELHOLM et al., 1996; EISENKOLBL et al., 2001; BOLANOWSKI; NILSSON, 2001; SUN et al., 2005).

De fato, a BIA é um método de avaliação da CC altamente aceito pela comunidade científica e tem sido bastante utilizado em diversas populações. Porém, seus resultados podem ser afetados por fatores como a alimentação, o exercício físico e a ingestão de líquidos em períodos que antecedem a avaliação, estados de desidratação ou retenção hídrica, utilização de diuréticos e ciclo menstrual (KAMIMURA et al., 2004). Para que medidas sejam confiáveis há necessidade de controlar esses fatores.

Alterações agudas na MC como no caso da obesidade e a má-nutrição protéica e alterações no balanço hídrico do corpo constituem uma limitação na utilização da BIA (CHUMLEA, 2005; COX-REIJVEN, 2002), embora vários estudos tenham usado a BIA e demonstrado sua eficiência na aferição dos compartimentos corporais em diversas situações clínicas como desnutrição, crianças, atletas, no controle e diagnóstico de doenças como a obesidade, e outras, onde o equilíbrio dos fluidos corporais encontra-se comprometido, tais

como desidratação, edemas, doenças hepáticas e doenças renais, gestação (WARD, 1992; HANNAN, 1994; DEWIT, 1997; MORAIS, 1997; DE LORENZO, 1999; SUNG, 2001).

Alguns estudos com mulheres no pós-parto utilizaram a BIA, porém o uso deste método foi simplesmente para avaliação da CC, sem que tivessem testado a sua acurácia. To; Wong (2009), utilizaram o equipamento de BIA (Tanita TBF 105) para comparar as alterações da CC do início da gravidez até 8 a 6 meses pós-parto. Gigante et al (2001), utilizaram a BIA (Tanita TBF 305) para avaliar a MG de mulheres lactantes e não lactantes e verificar se a lactação tem algum efeito sobre a CC dessas mulheres ao longo de 5 anos. Kac et al. (2003), com o objetivo de avaliar a retenção de MC de mulheres nos períodos de 0,5, 2, 6 e 9 meses pós-parto, utilizaram a BIA (RJL) somente para estimar a GC e classificar o estado nutricional das mulheres como obesas ou não obesas. Ota et al. (2008), aplicaram a BIA para comparar a MG de 49 mulheres no 3º trimestre de gravidez e um mês após o parto entre lactantes e não lactantes.

Papathakis et al. (2005), conduziram um estudo com o objetivo de comparar a BIS, que é um aparelho do tipo multifrequencial, e a antropometria, levando em consideração a MLG e a MG de mulheres HIV positivo e mães HIV negativo em amamentação que se encontravam no período entre a 4º e a 19ª semana após o parto e verificaram que a BIS fornece uma estimativa da CC comparável à obtida com o método de diluição isotópica ($^2\text{H}_2\text{O}$), o qual foi utilizado como “padrão ouro”. Esta foi a única pesquisa encontrada que avaliou a eficácia da BIA em mulheres pós-parto.

Para qualquer aparelho de BIA são utilizadas equações para estimar a CC, que variam conforme o equipamento sendo específicas para a população na qual foram geradas, ajustadas para sexo, idade, MC, altura e nível de atividade física (REZENDE, 2007b). Cabe ressaltar que os fabricantes destes equipamentos não disponibilizam suas equações. Desta forma, para que seja garantida a acurácia das estimativas da CC é necessária a avaliação do desempenho de cada equipamento para populações de diferentes origens e estados fisiológicos e em especial em mulheres no período pós-parto.

2 JUSTIFICATIVA

No Brasil, ainda são escassos os estudos com mulheres pós-parto no que se refere à CC. Os estudos conduzidos neste grupo na maioria se detêm em avaliar a CC dessa população através medidas antropométricas como perímetros, dobras cutâneas, MC e estatura, a partir das quais se calcula o índice de massa corporal.

Pouco se sabe sobre a acurácia da BIA em mulheres no pós-parto mesmo sendo considerado um momento crítico para o desenvolvimento do sobrepeso e obesidade. Apenas um estudo realizado com mulheres sul africanas validou o referido equipamento para avaliação da CC em mulheres no pós-parto, sendo que o equipamento de BIA usado foi do tipo multifrequencial, chamado de impedância bioelétrica espectroscópica (BIS) (PAPATHAKIS et al., 2005).

Portanto, avaliar diferentes modelos de BIA em mulheres pós-parto seria de grande interesse, pois esta técnica poderia ser melhor empregada na avaliação nutricional destas mulheres conduzindo a condutas embasadas nas informações de CC essenciais para o acompanhamento destas mulheres em um período crítico para a retenção de MC e consequente manutenção de sobrepeso ou desenvolvimento de obesidade.

3 OBJETIVO

3.1 Objetivo Geral

Validar diferentes modelos de impedância bioelétrica para a determinação da composição corporal em mulheres no período pós-parto tendo como “padrão ouro” a técnica de absorciometria de dupla energia de raio X.

3.2 Objetivos Específicos

Determinar a composição corporal em mulheres no pós-parto através dos aparelhos de impedância bioelétrica profissionais e de uso doméstico e por absorciometria de dupla energia de raio X.

Comparar as medidas de massa livre de gordura, massa gorda e de percentual gordura corporal obtidos pelos equipamentos de impedância bioelétrica e determinados por absorciometria de dupla energia de raio X.

Identificar o equipamento de impedância bioelétrica que fornece estimativas dos componentes corporais mais próximas dos valores obtidos pela absorciometria de dupla energia de raio X.

4 CASUÍSTICA E MÉTODOS

4.1 Considerações Éticas

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado do Rio de Janeiro sob o nº CAAE – 0014.0.259.000-08. Os participantes receberam informações detalhadas quanto à natureza, propósito e tipos de avaliação do estudo, e posteriormente, foram solicitados a assinarem um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, elaborado de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde sobre “Pesquisas envolvendo seres humanos”, que autoriza a sua participação voluntária na pesquisa (ANEXO I).

4.2 Tipo de Estudo

O presente estudo foi transversal e faz parte de uma pesquisa longitudinal (caso-controle) intitulada “Efeito da dieta hiperprotéica na variação da massa corporal e na composição corporal em mulheres no pós-parto: ensaio clínico randomizado” com financiamento da FAPERJ (número E-26/110.392/2007 - 2008 - 2010) e coordenação da Profa. Roseli Sichieri.

4.3 Sujeitos da Pesquisa

A amostra foi composta por mulheres no período pós parto com idade acima de 18 anos, que foram inicialmente recrutadas na maternidade do Hospital São José do município de Mesquita e na Policlínica Piquet Carneiro, localizado no bairro de Vila Isabel no município do Rio de Janeiro. O recrutamento ocorreu logo após o parto, na rotina de imunização, em

consultas obstétricas e na pediatria. Nestas ocasiões as mulheres foram convidadas a participar da pesquisa e agendadas para a 1ª consulta do pós-parto. Posteriormente, no período entre 6 e 13 semanas pós-parto, foi feita a avaliação nas voluntárias.

Para a inclusão na pesquisa foi adotado alguns critérios: idade acima de 18 anos, nível de atividade física leve, estar no período entre 6 semanas a 13 semanas pós-parto. Como critério de exclusão foi considerado: obesidade mórbida, hipertensão, não lactantes, uso de medicação que alterasse o balanço hídrico, peça metálica ou de aço no corpo ou algo que pudesse interferir na análise por DXA

4.4 Métodos

As avaliações foram realizadas em um dia pela manhã no Laboratório Interdisciplinar de Avaliação nutricional (LAN), localizado na faculdade de Nutrição da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

- **Avaliação Antropométrica**

Foram coletadas as variáveis: MC, estatura, perímetro da cintura e do quadril. Para determinação da MC foi usada uma balança de plataforma, digital, da marca Filizola® com carga máxima de 150kg e precisão de 0,1kg. A estatura foi determinada em duplicata em um estadiômetro portátil, Altorexata®, com precisão de 0,1cm. Todas as voluntárias foram medidas descalças e com roupas leves.

Os perímetros foram medidos em duplicata, por um único avaliador, previamente treinado, com uma fita antropométrica, com extensão de 200 cm e precisão de 1 mm. O perímetro da cintura foi realizado no ponto médio entre a última costela do arco costal e a crista ilíaca (WHO, 1989); o perímetro do quadril foi medido no ponto de maior protuberância dos glúteos, seguindo o protocolo de Lohman et al (1988). A partir dessas medidas foi calculada a razão cintura-quadril (RCQ) e utilizado os pontos de corte preconizado pela WHO (1998) onde mulheres acima de 85 cm e 80 cm para RCQ e CC, respectivamente foram consideradas com risco aumentado para doenças metabólicas.

Para a avaliação do estado nutricional foi utilizado o IMC, calculado pela razão entre a MC e a estatura elevada ao quadrado. Para este índice foi utilizada a classificação proposta

pela Organização Mundial de Saúde: adequado ou eutrofia (18,5 a 24,9 kg/m²), sobrepeso (25 a 29,9 kg/m²) e obesidade (superior a 30 kg/m²) (OMS, 2000).

- **Avaliação da Composição Corporal**

Impedância Bioelétrica (BIA)

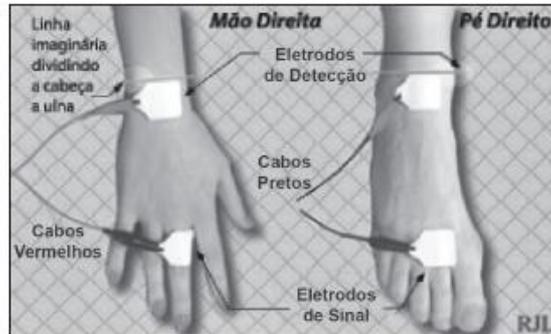
A CC foi avaliada através de BIA, onde foram utilizados três aparelhos distintos: modelo RJL 101 (*RJL Systems®*, Inc. Clinton, EUA), modelo Biodynamics 450 (*Biodynamics Corporation®*, EUA) e modelo Tanita BC 533 (*Balança Tanita® doméstica*, EUA). Todos os equipamentos de BIA utilizados para análise eram de única frequência.

Antes de realizar as medições de BIA, foi verificado se a voluntária havia cumprido as recomendações para o exame que incluíam: abstinência de bebidas alcoólicas e café nas 24 horas anteriores ao exame, jejum de quatro horas antes do exame e não realização de exercícios intensos nas últimas 24 horas. Para tal, foi utilizado um formulário para verificar a adesão às recomendações prescritas (ANEXO II). Também foi solicitada a retirada de adornos (relógio, pulseira, brinco, anel, etc.) ou de qualquer outro objeto metálico.

Para as medidas realizadas com RJL 101 (RJL) e Biodynamics 450 (BIOD), as mulheres foram posicionadas em decúbito dorsal em uma maca de superfície não-condutora, numa posição confortável, relaxada com os braços e pernas afastadas do tronco. Antes da colocação dos eletrodos foi realizada a limpeza dos pontos de contato com algodão embebido em álcool.

Foram posicionados quatro eletrodos, sendo que dois eletrodos na mão direita e dois na perna direita utilizando os pontos anatômicos sugeridos por Lukaski et al (1986) e Heyward; Stolarczyk (2000): no pé direito, o eletrodo distal foi colocado na base do dedo médio e o eletrodo proximal um pouco acima da linha da articulação do tornozelo, entre o maléolo medial e lateral; na mão direita o eletrodo distal foi posicionado na base do dedo médio e o eletrodo proximal um pouco acima da linha da articulação do punho.

Figura 1 – Posicionamento dos Eletrodos



Fonte: <<http://www.rjlsystems.com>>

Uma corrente elétrica foi aplicada aos eletrodos-fonte (distais) e a queda da tensão, devido à impedância, foi detectada pelos eletrodos proximais. O mesmo posicionamento dos eletrodos foi utilizado para os equipamentos RJL e BIOD, as medidas de BIA foram aferidas uma de cada vez, sem a retirada dos eletrodos dos pontos de contato. Para a BIOD foram introduzidas as variáveis de MC, estatura, sexo e nível de atividade física considerado leve.

Para avaliação da CC utilizando o equipamento Tanita BC 533 (TAN), de uso doméstico, foi utilizado o seguinte procedimento: primeiro o equipamento era programado, colocando idade, sexo, estatura e nível de atividade física o qual foi considerado como leve para todas as mulheres. Em seguida, a voluntária se posicionava sobre a balança e automaticamente a medição era realizada. Após alguns segundos registrava-se os valores obtidos.

Figura 2 – BIA modelo RJL 101



Figura 3 – BIA modelo Byodinamics BIO 450



Figura 4 – BIA modelo Tanita BC 533



Os modelos RJL e BIOD forneceram dados de resistência e reactância corporal. Para o modelo RJL foi utilizado o programa ComCorp para calcular, através das medidas da resistência e de reactância obtidos pelo próprio aparelho, os dados de MG, %GC, MLG.

Os modelos BIOD e TAN forneceram os dados de MG, %GC, MLG, diretamente, através de equações já programadas pelos fabricantes nos próprios instrumentos. Cabe salientar que a TAN fornece a massa livre de gordura e osso – chamado de tecido magro mole, e também a massa óssea. Dessa forma, foi necessário somar esses dois componentes para a obtenção da MLG.

Absorciometria de dupla energia de raio X (DXA)

A CC foi obtida por DXA, pelo equipamento da marca GE Health Care, modelo Lunar IDXA ME+200368 e a quantificação dos valores foi realizada pelo software Encore 2008 – GE Health Care versão 12.20.

A calibragem do equipamento seguiu as recomendações do fabricante, sendo calibrado em cada dia de avaliação. As avaliações foram realizadas sempre pela mesma técnica em radiologia com habilitação em radiodiagnóstico, com experiência nesse tipo de avaliação.

Antes da avaliação, todas as voluntárias esvaziaram a bexiga. Uma amostra desta urina foi utilizada para fazer o teste de gravidez (Kit Confirme®) em tiras. Caso o resultado fosse positivo a voluntária não realizaria a medição da composição corporal por DXA.

Para realização do teste, as voluntárias estavam com roupas leves, descalças e sem portar nenhum objeto metálico junto ao corpo e permaneceram deitadas e imóveis sobre a mesa do equipamento, até a finalização da medida, em decúbito dorsal, com pés unidos e braços levemente afastados do tronco, à lateral do corpo.

4.5 Análises Estatísticas

O banco de dados foi estruturado no *software* Excel e utilizado para as análises estatísticas o *software* SPSS versão 17 e o MedCalc versão 11.6.1. A concordância entre cada componente corporal (MG, MLG e %GC) estimado pela BIA e medido por DXA foi testada utilizando o procedimento de Bland e Altman (1986), sendo os limites de concordância definidos como média \pm 2 desvio padrão (DP) da diferença entre os métodos (intervalo de confiança 95%).

A técnica de Bland e Altman (1986), baseada na análise gráfica visual entre as medidas, foi utilizada no presente estudo para estimar o viés, o limite de concordância e a dispersão dos valores entre os componentes corporais (MLG, MG e %GC) fornecidos pelos aparelhos de BIA em comparação ao DXA e tem sido empregada em diversos estudos (PRIOR et al., 1997; PAPATHAKIS et al., 2005; SILVA et al, 2008).

Foi aplicada ANOVA one-way para comparação dos valores médios obtidos através dos diferentes métodos e categorias de IMC (expressa em três grupos IMC 18,5 |— 25; IMC 25 |— 30 e IMC \geq 30) e o teste de Tukey (1949) foi usado para verificar a diferença entre os grupos. O nível de significância adotado foi de 95% ($p < 0,05$).

Para analisar a reprodutibilidade dos componentes corporais fornecidos pelos equipamentos de BIA e DXA, foi aplicado o coeficiente de correlação de concordância (CCC). Os resultados fornecidos pela CCC foram analisados considerando os critérios de

Landis; Koch (1977) para interpretação da concordância: excelente, se for acima de 0,75, moderado entre 0,40 e 0,75 e inadequada, abaixo de 0,40.

5 RESULTADOS

Participaram do estudo 56 mulheres sendo que destas 10 foram excluídas devido a uso de hipertensivo (n=1), não estavam amamentando (n= 4), tempo pós-parto superior a 90 dias (n=4), obesidade mórbida (n=1) totalizando ao final 46 mulheres cujas informações foram utilizadas nas análises. As avaliações ocorreram em média (\pm desvio-padrão) $62,9 \pm 9,4$ dias variando entre 48 e 89 dias pós-parto.

A idade mínima das puérperas foi 18 anos e a máxima 41 anos. A MC média (\pm desvio-padrão) foi $73,6 \pm 12,2$ kg e a estatura média foi $160,1 \pm 5,8$ cm, correspondendo a um IMC médio de $28,7 \pm 4,3$ kg/m² (Tabela 1). Os valores médios dos perímetros de cintura e quadril foram $86,4 \pm 9,5$ cm e $106,6 \pm 8,3$ cm, respectivamente, o que resultou em uma RCQ média de 81 cm. O %GC mínimo observado através do DXA foi de 33,4% e máximo de 51,6% e o valor médio para o grupo correspondeu a $41,8 \pm 4,3$ %. A média de MLG foi $43,2 \pm 5,7$ kg e a MG foi de $29,8 \pm 7,4$ kg (Tabela 1).

Tabela 1 – Idade, dados antropométricos e de composição corporal (CC) obtida por absorciometria de dupla energia de raio X (DXA) das 46 mulheres avaliadas no pós-parto.

Variáveis	Média	Desvio Padrão	Valores	
			Mínimo	Máximo
Idade (anos)	25,5	4,6	18,0	41,0
Massa Corporal (kg)	73,6	12,2	57,1	105,4
Estatura (cm)	160,1	5,8	143,4	171,5
IMC (kg/m ²)	28,7	4,3	22,2	41,1
Perímetro da cintura (cm)	86,4	9,5	70,3	117,4
Perímetro do quadril (cm)	106,6	8,3	89,0	129,0
Razão cintura quadril (cm)	81,0	13,0	68,0	94,0
DXA				
Massa Gorda (kg)	29,8	7,4	19,3	52,8
Massa Livre de Gordura (kg)	43,2	5,7	33,3	55,4
Percentual de Gordura Corporal	41,8	4,3	33,4	51,6

IMC = Índice de massa corporal (massa corporal/estatura²)

Não houve diferença significativa entre a idade das mulheres quando classificadas de acordo com os valores de IMC (Tabela 2). O perímetro do quadril foi significativamente diferente entre os grupos enquanto que o perímetro da cintura foi estatisticamente menor para as mulheres eutróficas e com sobrepeso em comparação às obesas. A RCQ foi estatisticamente maior para as obesas em relação aos demais grupos (Tabela 2). Em relação à CC pode-se observar que mesmo as mulheres eutróficas (IMC entre 18,5 e 25,0 kg/m²) apresentaram, através do DXA, um %GC médio elevado (36,8 ± 0,5%). As mulheres obesas apresentaram %GC e MLG significativamente maiores quando comparadas às demais mulheres. Já o valor médio de MLG não foi diferente entre as eutróficas e as com sobrepeso.

Tabela 2 – Valores médios e desvio padrão (DP) para a idade, dados antropométricos e de composição corporal (CC) obtida por absorciometria de dupla energia de raio X (DXA) das 46 mulheres avaliadas no pós-parto em função do índice de massa corporal (IMC)

	IMC					
	18,5 — 25		25 — 30		≥ 30	
	n = 10		n = 20		n = 16	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Idade	23,6	2,6	25,9	6,0	26,2	3,4
Massa Corporal (kg)	60,7	2,7 ^a	68,9	5,4 ^a	87,4	8,0 ^a
Estatura (cm)	159,2	5,2	159,4	6,5	161,5	5,4
IMC (kg/m ²)	24,0	0,9 ^a	27,1	1,2 ^b	33,5	3,2 ^{ab}
Perímetro da cintura (cm)	77,6	5,0 ^a	83,4	5,0 ^b	95,5	8,5 ^{ab}
Perímetro do quadril (cm)	98,6	2,4 ^a	105,3	4,9 ^a	113,2	9,1 ^a
Razão cintura quadril (cm)	79,0	6,0 ^a	79,0	7,0 ^b	85,0	14,0 ^{ab}
DXA						
Massa Gorda (kg)	21,3	1,3 ^a	27,7	3,3 ^a	37,8	5,2 ^a
Massa Livre de Gordura (kg)	38,9	2,3 ^a	40,8	4,3 ^b	48,8	4,2 ^{ab}
Percentual de Gordura Corporal	36,8	1,7 ^a	41,8	3,8 ^a	44,8	2,8 ^a

Nota: Valores com letras iguais são significativamente diferentes (p<0,05).

Houve diferença significativa entre a DXA e os demais equipamentos para todos componentes corporais apresentados, com exceção da MG obtida pelo RJL e TAN. Ao se comparar os resultados obtidos entre os aparelhos de BIA, verificou-se que não houve

diferença significativa dos resultados obtidos de MLG, %GC e MG pelos aparelhos de BIA RJL e TAN (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores médios e desvio padrão (DP) do percentual de gordura corporal (%GC), massa gorda (MG) e massa livre de gordura (MLG) obtidos por absorciometria de dupla energia de raio X (DXA) e pelas impedâncias bioelétricas RJL (RJL), Biodynamics (BIOD) Tanita (TAN) nas mulheres avaliadas no pós-parto.

	Equipamentos							
	DXA (n= 46)		RJL (n=40)		BIOD (n=41)		TAN (n=46)	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
%GC	41,8	4,3 ^{abc}	36,0	4,8 ^{ad}	33,3	3,9 ^{bde}	36,1	4,8 ^{ce}
MG (kg)	29,8	7,4 ^a	27,1	7,7	25,2	6,8 ^a	27,1	8,0
MLG (kg)	43,2	5,7 ^{abc}	47,2	5,4 ^a	49,4	6,2 ^b	46,5	4,6 ^c

Nota: Valores com letras iguais são significativamente diferentes.

Tabela 4 – Valores médios e desvio padrão (DP) do percentual de gordura corporal (%GC), massa gorda (MG) e massa livre de gordura (MLG) obtidos por absorptiometria de duplo feixe (DXA) e pelas impedâncias bioelétricas RJL (RJL), Biodynamics 450 (BIOD) e Tanita (TAN) de acordo com o índice de massa corporal (IMC)

IMC	(n)	Equipamentos							
		DXA		RJL		BIOD		TAN	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
18,5 — 25	(10)*								
GC (%)		36,8	1,7 ^{abc}	30,7	1,6 ^a	29,4	1,6 ^b	30,7	1,8 ^c
MG (kg)		21,3	1,3 ^{abc}	18,6	1,3 ^a	17,8	1,1 ^b	18,7	1,6 ^c
MLG (kg)		38,9	2,3 ^{abc}	42,0	2,2 ^a	42,8	2,5 ^b	42,0	1,6 ^c
25 — 30	(20)**								
GC (%)		41,8	3,8 ^{abc}	34,6	4,2 ^a	31,6	3,1 ^b	34,6	3,1 ^c
MG (kg)		27,7	3,3 ^{abc}	24,0	3,9 ^a	21,9	2,9 ^b	24,0	3,4 ^c
MLG (kg)		40,8	4,3 ^{abc}	45,4	3,9 ^a	47,3	4,3 ^b	45,1	3,0 ^c
≥ 30	(16)***								
GC (%)		44,8	2,8 ^{abc}	40,3	2,5 ^{ad}	37,0	2,1 ^{bde}	41,3	2,1 ^{ce}
MG (kg)		37,8	5,2 ^a	35,2	5,0	32,4	4,4 ^a	36,2	5,0
MLG (kg)		48,8	4,2 ^a	52,0	4,2	55,0	4,3 ^{ab}	51,1	3,3 ^b

*n= 8 para RJL e BIOD; **n= 17 para RJL e BIOD; ***n= 15 para RJL
Valores com letras iguais são significativamente diferentes.

Nas mulheres com IMC de 18,5 a 25 kg/m² e de 25 a 30 kg/m² verificou-se que os componentes da CC obtidos pelos três equipamentos de BIA não foram estatisticamente

diferentes entre si. Entretanto, para essas duas faixas de IMC, o %GC e a MG foram significativamente menores dos valores obtidos pela DXA, ocorrendo o inverso para a MLG. Nas mulheres com IMC acima de 30 kg/m², o %GC foi significativamente subestimado por todos os aparelhos de BIA em comparação ao DXA. Já em relação a MG apenas a BIOD forneceu um valor significativamente menor em relação ao DXA, já que não houve diferença em relação às demais BIA. Para a MLG foi observado que os valores obtidos pelo RJL e TAN não foram significativamente diferentes em relação ao DXA e apenas a BIOD forneceu valores significativamente maiores em comparação ao DXA e TAN.

Tabela 5 – Média das diferenças (viés), limites de concordância (95%; \pm DP) e coeficientes de correlação de concordância para massa gorda (MG), massa livre de gordura (MLG) e percentual de gordura corporal (%GC) das mulheres no pós-parto entre os equipamentos de BIA e DXA.

Componente Corporal	Viés	Limites de Concordância		CCC
		+ 2 DP	- 2 DP	
MLG				
TAN	-3,4	1,0	-7,7	0,74
BIOD	-5,7	-2,3	-9,1	0,65
RJL	-3,6	-0,3	-6,9	0,78
MG				
TAN	2,7	7,0	-1,5	0,90
BIOD	5,2	8,5	1,9	0,76
RJL	3,1	6,5	-0,2	0,89
%GC				
TAN	5,7	12,2	-0,8	0,48
BIOD	8,6	13,0	4,2	0,25
RJL	5,9	10,9	0,9	0,44

Os maiores valores de CCC foram observados para a MG demonstrando para todos os equipamentos uma excelente correlação ($> 0,75$). No entanto para a MLG, apenas o RJL apresentou valor acima de 0,75 e os demais equipamentos mostraram uma correlação moderada TAN ($r=0,74$) e BIOD ($r=0,65$). Já para o %GC a BIA BIOD foi que apresentou uma correlação inadequada e, para as demais BIA, apesar dos valores de CCC serem bem mais baixos, ainda foram consideradas como tendo uma correlação moderada. Vale salientar que aplicando análise de CCC a BIA BIOD apresentou sempre coeficientes mais baixos que os outros equipamentos de BIA para todos os componentes corporais. Para avaliar de forma adequada a concordância entre os métodos são apresentados a seguir os gráficos de Bland & Altman para a MLG e %GC. O gráfico para a MG não foi apresentado, pois este é o inverso do gráfico da MLG.

Figura 5 – Concordância entre DXA e TAN em relação à variável MLG (kg)

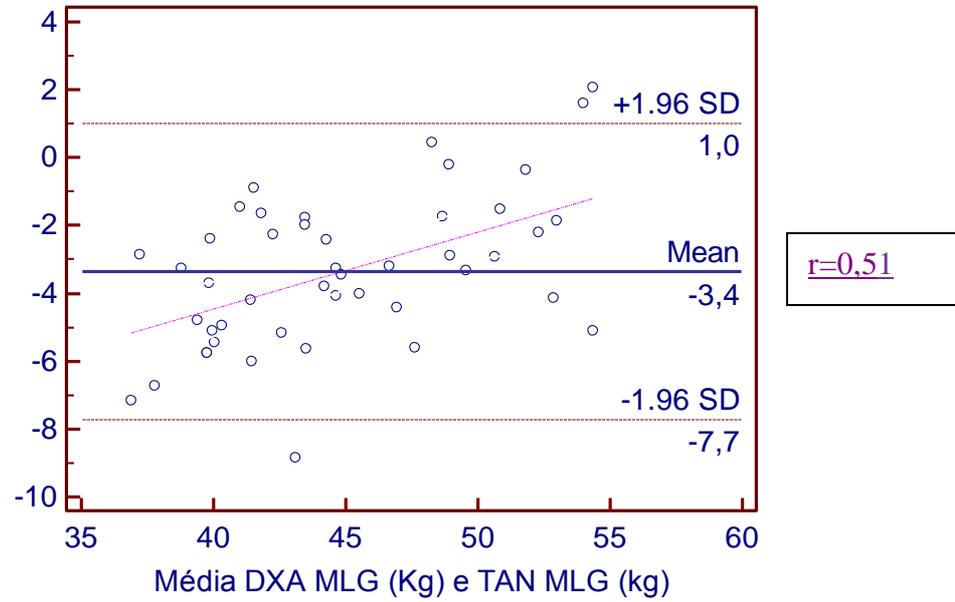


Figura 6 – Concordância entre DXA e BIOD em relação à variável MLG (kg)

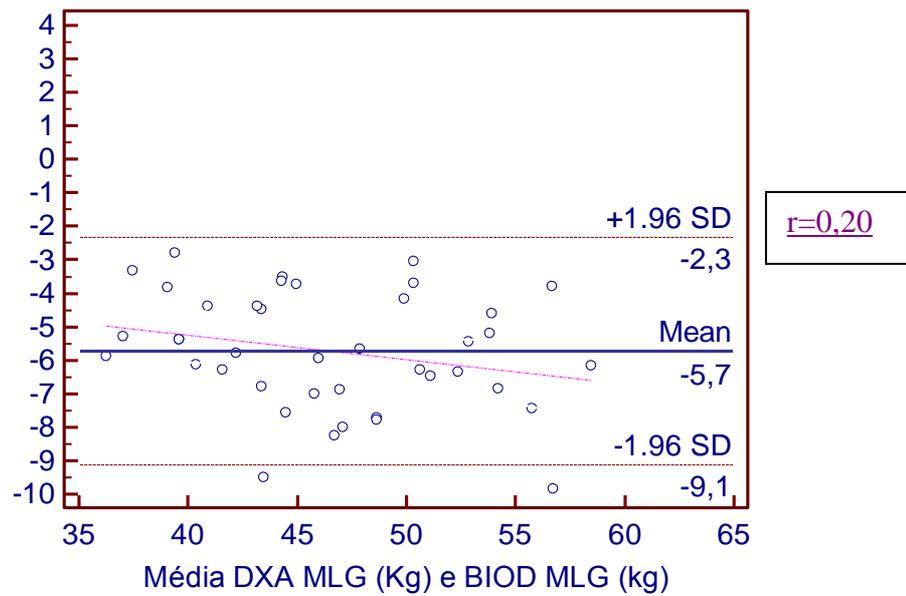


Figura 7 – Concordância entre DXA e RJL em relação à variável MLG (kg)

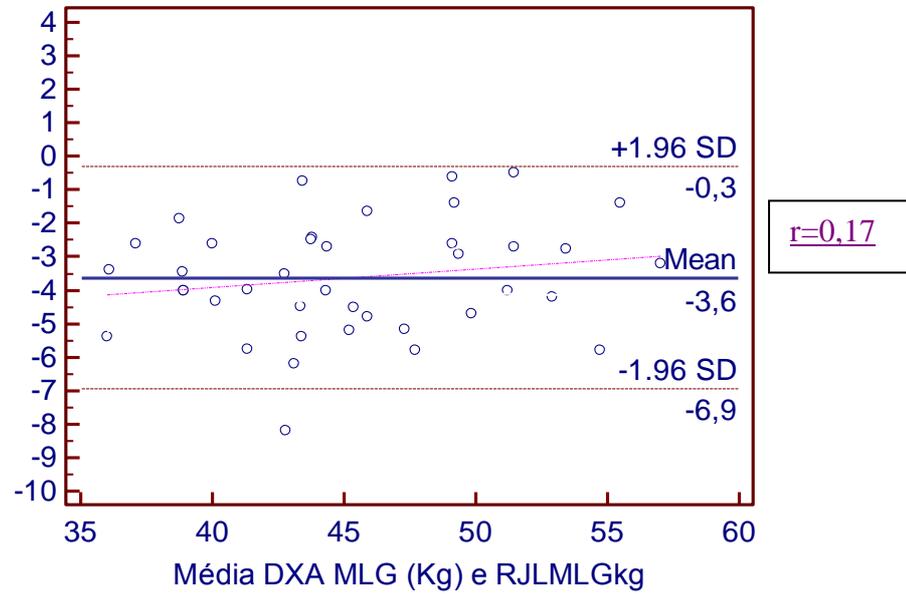


Figura 8 – Concordância entre DXA e TAN em relação à variável %GC

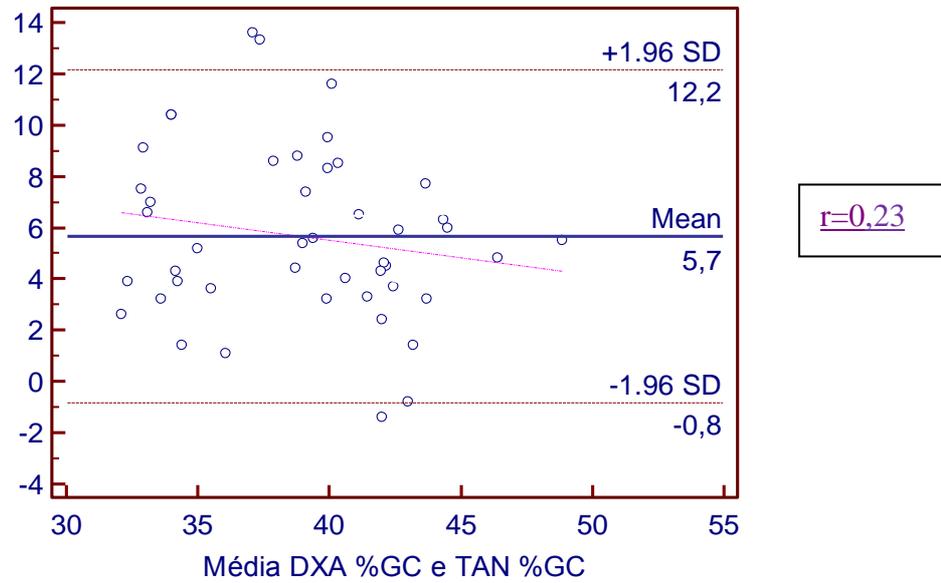


Figura 9 – Concordância entre DXA e BIOD em relação à variável %GC

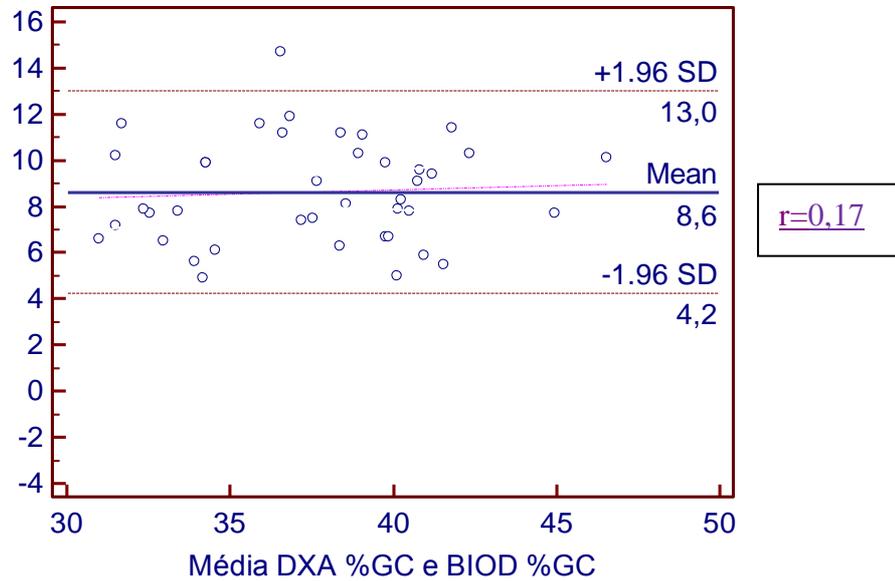
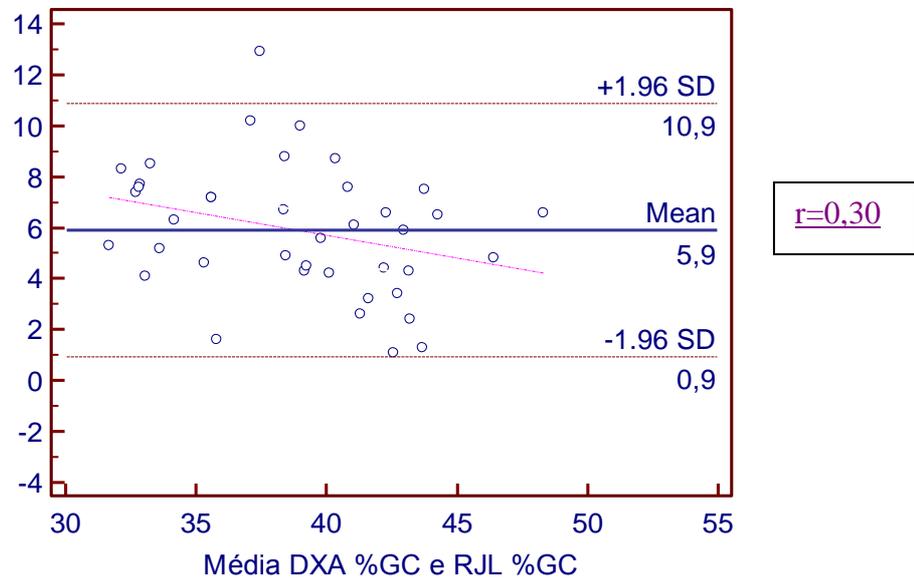


Figura 10 – Concordância entre DXA e RJL em relação à variável %GC



Em relação à MLG (Figura 5, Figura 6, Figura 7) observou-se que todas as BIA superestimaram de forma sistemática esse componente corporal em comparação ao DXA. A TAN é que forneceu o menor viés (- 3,4 kg) em comparação às demais BIA, porém foi o único aparelho que apresentou uma correlação moderada e significativa com uma tendência

em relação às estimativas da MLG. Se isto ocorreu para a MLG o inverso foi verificado para a MG, ou seja, os valores foram subestimados.

Os gráficos para o %GC demonstraram que esse componente corporal é sistematicamente subestimado pelos equipamentos de BIA em comparação ao DXA. Sendo que menor viés foi verificado para a TAN (5,7%) seguida pelo RJL (5,9%). Já a BIOD sempre forneceu o maior viés (8,6 %), porém foi o que apresentou a menor tendência nos resultados obtidos, pois além da linha de tendência estar quase horizontal e sobreposta a média das diferenças, as diferenças entre as médias estavam bastante dispersas nos gráficos.

Todos os equipamentos de BIA para todos os compartimentos corporais apresentaram a média da diferença bem abaixo ou acima de zero, ou seja, com um alto viés para todos os componentes corporais avaliados.

6 DISCUSSÃO

O presente estudo analisou a CC de mulheres no período pós-parto com idade acima de 18 anos utilizando a técnica de DXA considerada padrão-ouro (KYLE et al., 2004) e verificou o desempenho de diferentes equipamentos de BIA na estimativa dos componentes corporais destas mulheres. A validação destes equipamentos é de extrema importância para a sua possível indicação para o acompanhamento nutricional no pós-parto uma vez que representa uma fase em que a mulher está mais exposta ao risco desenvolver a obesidade.

A CC aferida indicou um %GC elevado, superior a 30%, para todas as mulheres inclusive para aquelas classificadas como eutróficas pelo IMC. Segundo a ADA (1993), para este valor observado, as mulheres são consideradas obesas. Isso mostra que o IMC é um método com baixa sensibilidade, podendo causar erros de interpretação, já que não quantifica os componentes corporais.

Os valores médios de RCQ encontrados foram semelhantes entre os grupos de mulheres, ou seja, detectou-se que a RCQ não se diferenciou entre as mulheres com o IMC adequado e as com sobrepeso, o que indica não ser um marcador para a existência do risco aumentado para doenças metabólicas no grupo de mulheres estudadas (PEREIRA et al., 1999).

Em relação ao desempenho das BIA na estimativa da CCC foram verificadas correlações elevadas entre cada um dos métodos para MG comparada com a DXA. Entretanto, a análise proposta por Bland & Altman (1986) indicou que a concordância não foi satisfatória para nenhum equipamento de BIA em relação a todos os componentes corporais comparado a DXA, já que houve um elevado viés entre as médias das diferenças, um amplo limite de concordância, e tendência em relação aos vieses para a BIA TAN quando analisada a MLG. Resultado semelhante ocorreu com Völgyi et al. (2008) com adultos de 37 a 81 anos, através da análise de Bland e Altman. A diferença entre as médias dos equipamentos de BIA utilizados (Tanita BC 418 e InBody720) chegou a 6% a menos o %GC em comparação com os resultados fornecidos pela DXA. Na pesquisa de Lu et al. (2003), ao validar a BIA (Tanita TBF 410) para crianças obesas em comparação ao DXA, o gráfico de Bland & Altman mostrou grandes limites de concordância entre BIA e DXA, embora a média das diferenças tenha se mostrado próxima ao zero.

Os valores médios de MG obtidos do RJL e TAN de todas as mulheres estudadas, não diferiram estatisticamente em comparação à DXA. Em relação às faixas de IMC, o mesmo aconteceu com o grupo de mulheres com IMC acima de 30 kg/m², sendo que para essas mulheres, além da MG, a MLG também não diferiu, estatisticamente, dos valores fornecidos pela DXA. O resultado encontrado na presente pesquisa vai contra ao visto na literatura, pois a BIA tende a estimar pior o grupo de obesos pela questão da alteração da hidratação (DEURENBERG, 1996; VÖLGYI, et al. 2008), embora há estudo que tenha validado a BIA para avaliação da CC em crianças obesas (LU et al., 2003).

Foi observado que a BIOD, na análise do %GC, teve o maior viés em relação aos demais equipamentos, ou seja, forneceu a maior diferença em relação ao DXA (8,6%), mas foi a que teve menor tendência de viés, isto é, as médias das diferenças ficaram bastante dispersas no gráfico e a linha de tendência quase horizontal e sobreposta a média das diferenças. Já a TAN, foi o aparelho que forneceu o menor viés (-3,4kg) em comparação às demais BIA, porém foi o único aparelho que apresentou uma correlação moderada e significativa com uma tendência em relação às estimativas da MLG, ou seja, o gráfico demonstra que quanto mais MLG, menor é a superestimativa. Isso indica que a TAN estima a MLG de maneira diferente, dependendo da quantidade de MLG para essa população. O ideal é que a correlação entre as diferenças e as médias deva ser o mais próximo possível do zero que vai caracterizar não haver tanta diferença entre os métodos e que as médias estejam dispersas no gráfico para não haver uma tendência nos resultados.

Verificou-se que a estimativa da BIA para a MLG foi maior do que a observada para a DXA. Uma possível explicação para tal fato é haver alteração na hidratação por consequência da gestação e da lactação, já que o aumento da ACT superestima a MLG. Os equipamentos de BIA assumem que a MLG é composta por 73% de água, um percentual constante e, no entanto mulheres no pós-parto e amamentando podem ter uma hidratação diferente da estabelecida para adultos. Porém, segundo Lukaski et al. (2007), ao verificar a alteração na hidratação corporal em mulheres nas fases pré-gestacional, gestacional e no período de 8 a 10 semanas após o parto, através do método diluição por deutério considerado “padrão ouro” para esse tipo de análise, verificou não haver diferença significativa da ACT no período pós-parto em relação ao pré-gestacional. Kopp-Hoolihan et al. (1999), em sua pesquisa revelou que a hidratação corporal das mulheres com 4 a 6 semanas pós-parto já havia retornado aos valores pré-gestacional. Enquanto que Hopkinson et al. (1997), utilizando o mesmo método do estudo anterior, constatou que em 2 semanas pós-parto a ACT não havia retornado aos valores normais. No nosso estudo a avaliação da CC ocorreu entre 6 e 12 semanas, portanto parece que as mulheres não estariam tão propensas a apresentar uma alteração hídrica que comprometesse a análise por BIA.

O presente estudo mostrou, também, que o %GC foi subestimado pela BIA em relação ao DXA. Uma investigação feita por Marques et al. (2000), onde utilizaram a DXA como método de referência para analisar equações através dos analisadores de BIA (Biodynamics modelo 310 e OMRONTM HBF - 300) pela estimativa da CC de 44 mulheres de 20 a 44 anos, verificaram que os dois aparelhos subestimaram o %GC em 4,9%. Em estudo realizado com adultos entre 37 e 81 anos de idade, o %GC também foi subestimado ao utilizarem dois tipos de BIA, Tanita BC 418 (única frequência) e Inbody 720 (multifrequencia) em relação a DXA, ou seja, os valores de %GC e MG foi significativamente mais baixos em relação a DXA em todas as mulheres e alto viés quando mostrado através do gráfico de Bland e Altman, enquanto que os dois aparelhos de BIA forneceram valores similares (VÖLGYI et al., 2008).

Porém, em um estudo, realizado com 64 crianças obesas, com o objetivo de validar a BIA Tanita (TBF 401), tendo como padrão de referência a DXA, demonstrou que em todos os sujeitos, as estimativas de não houve diferença significativa em relação a MG, MLG e %GC (LU et al., 2003).

Por outro lado, cabe comentar que a DXA pode fornecer valores mais elevados de %GC quando comparado a outros métodos padrão ouro. De acordo com Butte et al. (1997), os valores fornecidos por diversos métodos considerados “padrão ouro” para avaliação da CC de

mulheres lactantes pós-parto (3, 6 e 12 meses), verificou que o DXA obteve o maior valor com relação ao %GC, embora não tenham encontrado diferença significativa entre os métodos. Um estudo de validação usando o DXA (WILLIANS et al., 2006) com crianças e adultos obesos e não-obesos entre 5 e 21 anos de idade relataram uma superestimativa no %GC em comparação com o modelo 4C para não-obesos (1,7%, $p < 0,001$) e mulheres (2,0%, $p < 0,001$) e para mulheres obesas (2,3%, $p < 0,05$). Em 1998, Kohrt verificou que a DXA superestima o %GC em relação a PH ao investigar 225 mulheres e 110 homens com idade entre 21 e 81 anos. Resultado semelhante foi encontrado por Salomone et al. (2000), ao constatar que a DXA superestima a GC em idosos diante dos resultados obtidos através do modelo de 4C e PH. No entanto, na pesquisa de Clasey et al. (1999) com homens e mulheres entre 23 e 67 anos de idade, o método não diferiu estatisticamente na estimativa da GC em comparação ao modelo de 4C, assim como foi visto por Johansson et al. (1993), quando analisou a CC de 33 adultos jovens através da DXA e PH.

Ao se comparar as estimativas dos componentes corporais entre os diferentes aparelhos de BIA, foi verificado que a TAN e RJL obtiveram um desempenho muito semelhante. Este achado é interessante, pois o RJL é um sistema considerado profissional e tem um custo relativamente alto, enquanto que o modelo da TAN é de indicação para uso doméstico representando um custo bem menor, além de o sistema ser mais simples de utilizar. Porém, o RJL por fornecer valores de resistência e reatância que podem ser incorporados em equações de predição para estimar de forma mais eficaz os componentes corporais, faz com que seja um equipamento de grande utilidade para a prática clínica

No entanto, apesar da concordância não ter sido satisfatória dessas BIA em relação ao DXA pode-se especular ainda sobre sua utilidade no acompanhamento longitudinal. Para isto mais estudos precisarão ser conduzidos a fim de elucidar essa questão.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ausência de estudos com o objetivo de avaliar a eficácia da BIA tendo um método de referência para a devida comparação em mulheres no pós-parto, impediu que fosse feita uma comparação mais aprofundada dos resultados do presente estudo.

Nossa pesquisa ao comparar os resultados dos componentes corporais obtidos através de diferentes equipamentos de BIA (RJL, BIOD e TAN), verificou que houve diferença significativa entre o DXA e não houve boa concordância.

Portanto, diante dos resultados encontrados, conclui-se que os aparelhos de BIA avaliados não são recomendados para a estimativa de %GC, MLG e MG em mulheres no período pós-parto a qual as mesmas se encontravam.

Cabe lembrar que os valores das BIAS foram fornecidos através de equações desconhecidas do próprio equipamento que foram elaboradas para uma população de forma geral e não específica. No entanto, recomendamos a tentativa para melhorar a exatidão das medidas, desenvolver equações de regressão para predizer a MLG e o %GC para essa população em específico e validá-la.

REFERÊNCIAS

- ALBANESE, C. V.; DIESSEL, E.; GENANT, H. K.. Clinical applications of body composition measurements using DEXA. **Journal of Clinical Densitometry**, v.6, n.2, p.75-85, 2003.
- AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION - ADA. Position of the American Dietetic Association) and the Canadian Dietetic Association: Nutrition for physical fitness and athletic performance for adults. **Journal American Dietetic Association**, v. 93, p.691-6, 1993.
- ANJOS, L. Obesidade e saúde pública. **Rio de Janeiro: Editora Fiocruz**, 2006.
- ANJOS, L. A.; WAHRLICH, V. Composição corporal na avaliação do estado nutricional. In: _____. **Epidemiologia nutricional**, Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2007.
- BALL, S. D.; SWAN, P. D. Accuracy of estimating intra-abdominal fat in obese women. **Journal of Exercise Physiology**, v.6, n.4, p. 1121-1126, 2003.
- BARBOSA, A.L. et al. Comparação da gordura corporal de mulheres idosas segundo antropometria, bioimpedância e DEXA. **Archivos Latinoamericanos de Nutrição**, v.51, n.1, p.125-135, 2001.
- BIGAARD, J. et al. Body fat and fat-free mass and all-cause mortality. **Obesity**, v. 12, n. 7, p. 1042-1049, 2004.
- BOTTARO, M.M.; HEYWARD, V.; PAIVA, C.E. Validação cruzada de equações de bioimpedância em mulheres brasileiras por meio de absorptometria radiológica de dupla energia (DXA). **Revista Brasileira Ciência e Movimento**, v. 8, n. 4, p.14-20, 2000.
- BOLANOWSLI, M; NILSSON, B.E. Assessment of human body composition using dual-energy x-ray absorptiometry and bioelectrical impedance analysis. **Medical Science Monit**, v.7, p.1029–1033, 2001.
- BUTTE, N.F. et al. Changes in fat-free mass and fat mass in postpartum women: a comparison of body composition models. **International Journal of Obesity**, v. 21, n. 10, p. 874-880, 1997.
- CABRINI, D. Evolução da composição corporal materna pós parto e sua relação com o perfil de ácidos graxos do leite humano. **Revista Brasileira Saúde Materno Infantil**, p. 135-142, 2007.
- CARVALHO, A.; PIRES NETO, C. A impedância bioelétrica na avaliação da composição corporal em humanos; The bioelectrical impedance in the evaluation of human body composition. **Revista Brasileira Atividade Física e Saúde**, v. 5, n. 1, p. 35-44, 2000.

CASTRO, M.; KAC, G.; SICHIERI, R. Determinantes nutricionais e sóciodemográficos da variação de peso no pós-parto: uma revisão da literatura. **Revista Brasileira Saude Materno Infantil**, p. 125-137, 2007.

CHOU, T.W.; CHAN, G.M.; MOYER-MILEUR, L. Postpartum body composition changes in lactating and non-lactating primiparas. **Nutricion**, v.15, n.6, p.481-484, jun, 1999.

CHUMLEA, W.; SUN, S. Bioelectric impedance analysis. **Human Body Composition**, Champaign, IL: Human Kinetics, p. 79-88, 2005.

CLASEY, J. L. et al. Validity of methods of body composition assessment in young and older men and women. **Journal Applied Physiology**, v. 86. n. 5, p.1728-1738, 1999.

DE LORENZO, A. S. et al. New insights into body composition assessment in obese women. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**, v. 77, n. 1, p. 17-21, 1999..

DEURENBERG, P. Limitations of the bioelectrical impedance method for the assessment of body fat in severe obesity. **American Journal Clinical Nutrition**, v.64, p.449S-52S, 1996.

DEURENBERG-YAP, M. C.; SK; DEURENBERG, P. Elevated body fat percentage and cardiovascular risks at low body mass index levels among Singaporean Chinese, Malays and Indians. **Obesity Reviews**, v. 3, n. 3, p. 209-215, 2002.

DEWIT, O. W., L; et al. Multiple frequency bioimpedance: a bed-side technique for assessment of fluid shift patterns in a patient with severe dehydration. **Clinical Nutrition**, v. 16, n. 4, p. 189-192, 1997.

EISENKOLBI, J; KARTASURYA, M; WIDHALM, K. Underestimation of percentage fat mass measured by bioelectrical impedance analysis compared to dual energy X-ray absorptiometry method in obese children. **European Journal Clinical Nutrition**, v. 55, p.423-429, 2001.

ELLIS, J. K. Selected body composition methods can be used in field studies. **Journal Nutrition**, v.131, p. S1589-595, 2001.

ELLIS, J. K. Human Body composition: in vivo methods. **Physiological Reviews**, v.2, n.80, p. 649-680, apr., 2000.

ERSELCAN, T. et al. Comparison of body composition analysis methods in clinical routine. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 44, n. 5-6, p. 243-248, 2000.

EVANS, E. M. et al. Body-composition changes with diet and exercise in obese women: a comparison of estimates from clinical methods and a 4-component model. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.70, n. 1, p. 5-12, 1999.

FIELDS, D. A. et al. Comparison of the BOD POD with the four-compartment model in adults females. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.33, n. 9, p. 1605-1610, 2002.

FORSUM, E.; SADURSKIS, A.; WAGER, J. Estimation of body fat in healthy Swedish women during pregnancy and lactation. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.50, p. 465–473, 1989.

FORSUM, E.; LOF, M.. Hydration of fat-free mass in healthy women with special reference to the effect of pregnancy. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.80, p.960 –965, 2004.

FOSTER, K. R.; LUKASKI, H. C. Whole-body impedance – what does it measure? **American Journal of Clinical Nutrition**, v.64, n.3, p. 388-396, 1996.

FOGELHOLM, G.M. et al. Body composition assessment in lean and normal-weight young women. **Brasilian Journal Nutrition**, v.75, p.793–802, 1996.

FULLER, N.J. et al. Four componente model for the assessmente of body composition in humans: comparison with alterantive methods and evaluation of the density and hydration, of fat free mass. **Clinical Science**, v.82, p. 687-693, 1992

FRANCESCHINI, S.C.C. **Composição corporal no período pós-parto: estudo prospectivo em mulheres de baixa renda do município de São Paulo**; 1999.

GOBBO, L.A. et al. Validação de equações antropométricas para a estimativa da massa muscular por meio de absortimetria radiológica de dupla energia em universitários do sexo masculino. **Revista Brasileira Medicina do Esporte**, jul./ago., v.14, n.4, 2008.

GARCÍA, A. et al. Evaluation of body fat changes during weight loss by using improved anthropometric predictive equations. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 50, n. 3, p. 297-304, 2006.

GIGANTE, D.; VICTORA, C.; BARROS, F. Breast-feeding has a limited long-term effect on anthropometry and body composition of Brazilian mothers. **Journal of Nutrition**, v. 131, n. 1, p. 78, 2001.

GLANER, M. F. Validação cruzada de equações de impedância bioelétrica em homens. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.7, n.1, p. 5-11, 2005.

GUNDERSON, E.; ABRAMS, B. Epidemiology of Gestational Weight Changes After Pregnancy. **Epidemiologic Reviews**, v. 22, n. 2, p. 261, 2000.

GUNDERSON, E.; ABRAMS, B.; SELVIN, S. Does the pattern of postpartum weight change differ according to pregravid body size? **International Journal of Obesity**, v. 25, n. 6, p. 853-862, 2001.

GUNDERSON, E.P. et al. Excess gains in weight and waist circumference associated with childbearing: The Coronary Artery Risk Development in Young Adults Study (CARDIA). **International Journal of Obesity**, v. 28, n. 4, p. 525-535, 2004.

HAARBO, J. et al. Validation of body composition by dual energy X-ray absorptiometry (DEXA). **Clinical Physiology**, v.11, p. 331-341, 1991.

HANNAN, W. C. et al. Evaluation of multi-frequency bio-impedance analysis for the assessment of extracellular and total body water in surgical patients. **Clinical Science (London, England: 1979)**, v. 86, n. 4, p. 479, 1994.

HEYMSFIELD, S.B. et al. Human body composition: advances in models and methods. **Annu Revist Nutrition**, v.17, p. 527–558, 1997.

HEYMSFIELD, S.B. et al. Multicomponent of body composition: an overview. In: Pierson RN Jr editor Quality of the body cell mass: body composition in the third millennium. **New York: Springer-Verlag**; p.33-47, 2000.

HEYWARD, V. H. ASEP Methods recommendation: body composition assessment. **Journal of Exercise Physiology**, v.4, n.4, p. 1-12, 2001.

HOPKINSON, J.M. et al. Body fat estimation in late pregnancy and early postpartum: comparison of two-, three-, and four component models. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.65, p.432-8, 1997.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa de orçamentos familiares 2002-2003. Análise da disponibilidade domiciliar de alimentos e do estado nutricional no Brasil. Rio de Janeiro. 2004.

JEBB, S.; ELIA, M. Techniques for the measurement of body composition: a practical guide. **International Journal Obesit Relatation Metabolic Disord**, v.12, p. 57–65, 1993.

JOHANSSON, A. G. et al. Determination of body composition: a comparison of dual-energy x-ray absorptiometry and hydrodensitometry. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.57, n. 3, p. 323-326, 1993.

JORDÃO, I.; KAC, G. Determinantes da retenção de peso pós-parto segundo a cor da pele em mulheres do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista panamericana de salud pública**, v. 18, n. 6, p. 403-411, 2005.

KAC, G. et al. Postpartum weight retention among women in Rio de Janeiro: a follow-up study. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.19, v. 1, p.S149-S161, 2003.

KAC, G. et al. Breastfeeding and postpartum weight retention in a cohort of Brazilian women. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 79, n. 3, p. 487, 2004.

KAC, G.; VELÁSQUEZ-MELÉNDEZ, G. A transição nutricional ea epidemiologia da obesidade na América Latina. **Caderno de Saúde Pública**, v. 19, n. s1, 2003.

KAMIMURA, M.A. et al. Métodos de avaliação da composição corporal em pacientes submetidos à hemodiálise. **Revista de Nutrição**, v. 17, n. 1, p. 97-105, 2004.

KIM, J. et al. Total-body skeletal muscle mass: estimation by a new dual-energy X-ray absorptiometry method. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.76, n. 2, p. 378-383, 2002.

KINNUNEN, T.I. et al. Reducing postpartum weight retention – a pilot trial in primary health care. **Nutrition Journal**, v. 6, n. 1, p. 21, 2007.

KOPP-HOOLIHANM, L.E. et al. Fat mass deposition during pregnancy using a four-component model. **Journal Appl Physiology**, jul, v.87, v.1, p.196-202, 1999.

KOVRT, W. M. Body composition by DXA: tried and true? **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.27, n.10, p. 1349-1353, 1995.

KOVRT, W. M. Preliminary evidence that DEXA provides accurate assessment of body composition. **Journal of Applied Physiology**, v.84, n.1, p. 372-377, 1998.

KYLE, U.G. et al. Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. **Clinical Nutrition**, v. 23, n. 5, p. 1226-1243, 2004.

LACERDA, E.; LEAL, M. Fatores associados com a retenção eo ganho de peso pós-parto: uma revisão sistemática; Risk factors associated with postpartum weight gain and retention: a systematic review. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 7, n. 2, p. 187-200, 2004.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, p.159-174, 1977.

LEAN, M.; HAN, T.; DEURENBERG, P. Predicting body composition by densitometry from simple anthropometric measurements. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 63, n. 1, p. 4, 1996.

LEDERMAN, A.S. et al. Body fat and water changes during pregnancy in women with different body weight and weight gain. **Obstetric Gynecologic**, v.90, p.483-8, 1997.

LINDSAY, C.A. et al. Longitudinal changes in the relationship between body mass index and percent body fat in pregnancy. **Obstetric Gynecology**, v.89, p.377-382, 1997.

LINNÉ, Y. et al. Long-Term Weight Development in Women: A 15-Year Follow-up of the Effects of Pregnancy. **Obesity**, v. 12, n. 7, p. 1166-1178, 2004.

LINNÉ, Y.; RÖSSNER, S. Interrelationships between weight development and weight retention in subsequent pregnancies: the SPAWN study. **Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica**, v. 82, n. 4, p. 318-325, 2003.

LINTSI, M.; KAARMA, H.; KULL, I. Comparison of hand to hand bioimpedance and anthropometry equations versus dual energy X ray absorptiometry for the assessment of body fat percentage in 17–18 year old conscripts. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 24, n. 2, p. 85-90, 2004.

LOHMAN, T.G. **Advances in body composition assessment**. Champaign, Human Kinetics, 1992.

LOVELADY, C.A. et al. The effect of weight loss in overweight, lactating women on the growth of their infants. **New England Journal of Medicine**, v. 342, n. 7, p. 449, 2000.

- LU, K. et al. Validation of leg-to-leg bio-impedance analysis for assessing body composition in obese Chinese children. **Journal of Exercise Science and Fitness**, v.1, n.2, p.97-103, 2003.
- LUKASKI, H.C. et al. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. **Journal of Applied Physiology**, v. 60, n. 4, p. 1327, 1986.
- LUKASKI, H.C. et al. Total body water in pregnancy: assessment by using bioelectrical impedance. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.59, p. 578-585, 1994.
- LUKASKI, H.C.; HALL, C.B.; SIDERS, W.A. Assessment of change in hydration in women during pregnancy and postpartum with bioelectrical impedance vectors. **Nutricion Journal**, v.23, n.7, p 543-550.
- MARQUES, M.B.; HEYWARD, V.; PAIVA, C.E. Validação cruzada de equações de bio-impedância em mulheres brasileiras por meio de absorptometria radiológica de dupla energia (DXA). **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v.8, n.4, p. 14-20, 2000.
- MERCIER, J. et al. The use of dual-energy X-ray absorptiometry to estimate the dissected composition of lamb carcasses. **Meat Science**, v.73, n.2, p. 149-157, 2006.
- MONTEIRO, C. Evolução do perfil nutricional da população brasileira. **Saúde em Foco**, v. 8, p. 4-8, 1999.
- MONTEIRO, C.; CONDE, W.; POPKIN, B. Independent effects of income and education on the risk of obesity in the Brazilian adult population. **Journal of Nutrition**, v. 131, n. 3, p. 881S, 2001.
- MORAIS, A. T. et al. Avaliação da composição corporal em gestantes de termo. **Revista Associação Medicina Brasileira**, v. 43, p. 109-13, 1997.
- ÖHLIN, A.; RÖSSNER, S. Maternal body weight development after pregnancy. **International Journal of Obesity**, v. 14, n. 2, p. 159-173, 1990.
- OLSON, C.M. et al. Gestational weight gain and postpartum behaviors associated with weight change from early pregnancy to 1 y postpartum. **International Journal of Obesity**, v. 27, n. 1, p. 117-127, 2003.
- OTA, E. et al. Comparison of body fat mass changes during the third trimester and at one month postpartum between lactating and nonlactating Japanese women. **BioScience Trends**, v.2, n.5, p.200-205, 2008.
- PAIVA, L.V. et al. Análise da composição corporal materna pela impedância bioelétrica e sua aplicação na Obstetrícia. **FEMINA**, dez, v. 37, n. 12, 2009.
- PAPATHAKIS, P.C. et al. Comparison of isotope dilution with bioimpedance spectroscopy and anthropometry for assessment of body composition in asymptomatic HIV-infected and HIV-uninfected breastfeeding mothers. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 82, n. 3, p. 538, 2005.

PEREIRA, R.A; SICHIERI, R.; MARINS, V.M.R. Razão cintura/quadril como preditor de hipertensão arterial. **Caderno de Saúde Pública**, v.15, p.333-334, 1999.

PICCOLI A, ROSSI B, PILLON L, BUCCIANTE G. A new method for monitoring body fluid variation by bioimpedance analysis: the RXc graph. **Kidney International**, v.46, n.2, p.534-539, 1994.

PRIOR, B. M. et al. In vivo validation of whole body composition estimates from dual-energy X-ray absorptiometry. **Journal Applied Physiology**, v.83, p.2, p. 623-630, 1997.

RECH, C.R. et al. Estimativa da composição corporal por meio da absorptometria radiológica de dupla energia; Body composition estimates using dual-energy x-ray absorptiometry. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 15, n. 4, p. 87-98, 2007.

REZENDE, F. R., L; FRANCESCHINNI, S. Revisão crítica dos métodos disponíveis para avaliar a composição corporal em grandes estudos populacionais e clínicos. **Archivos Americanos de Nutrición**, v.57, n.4, p.327-334, 2007.

RODRIGUES, M. S.; MONTEIRO, W.D.; FARINATTI, P.T.V. Estimativa da gordura corporal através de equipamentos de bioimpedância, dobras cutâneas e pesagem hidrostática. **Revista Brasileira de Medicina no Esporte**, v. 7, n. 4, p. 125-131, 2001.

ROONEY, B.; SCHAUBERGER, C. Excess pregnancy weight gain and long-term obesity: one decade later. **Obstetrics & Gynecology**, v. 100, n. 2, p. 245, 2002.

RUDGE, M.V.C; BORGES, V.T.M.; CALDERON, I.M.P. Adaptação do organismo materno à gravidez. In: Neme B, editor. **Obstetrícia Básica**. 2a ed. São Paulo: Sarvier; 2000. p.42-51.

SALAMONE, L. M. et al. Measurement of fat mass using DEXA: a validation study in elderly adults. **Journal Applied Physiology**, v.89, n.1, p.345-352, 2000.

SCHAUBERGER, C.; ROONEY, B.; BRIMER, L. Factors that influence weight loss in the puerperium. **Obstetrics & Gynecology**, v. 79, n. 3, p. 424, 1992.

SICHIERI, R.; NASCIMENTO, S.; COUTINHO, W. The burden of hospitalization due to overweight and obesity in Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 23, p. 1721-1727, 2007.

SILVA, M.I.B. et al. Agreement Between Anthropometry and Bioelectrical Impedance for Measuring Body Fat in Nonobese and Obese Nondialyzed Chronic Kidney Disease Patients. **Journal of Renal Nutrition**, v.18, n.4, p.355-362, jul, 2008.

SILVA, C.V.C. *Vigilância nutricional de gestantes: análise de um modelo em serviço de atenção primária a saúde*. Dissertação. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 1994.

SUN, G; FRENCH, C.R; MARTIN, G. R. Comparison of multifrequency bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry for assessment of percentage body fat in a large, healthy population. **American Journal Clinical of Nutrition**, v.81, p.74-78, 2005

SUNG, R. Y. T. et al. Measurement of body fat using leg to leg bioimpedance. **Archives of Disease in Childhood**, v. 85, n. 3, p. 263, 2001.

TO, W.; CHEUNG, W. The Relationship Between Weight Gain in Pregnancy, Birth Weight and Postpartum Weight Retention. **Australian and New Zealand Journal of Obstetrics and Gynaecology**, v. 38, n. 2, p. 176-179, 1998.

TO, W.; WONG, M. Body fat composition and weight changes during pregnancy and 6–8 months post partum in primiparous and multiparous women. **Australian and New Zealand Journal of Obstetrics and Gynaecology**, v. 49, n. 1, p. 34-38, 2009.

TYLAVSKY, F. et al. QDR 4500 DXA overestimates fat-free mass compared with criterion methods. **Journal Applied Physiology**, v.94, n.3, p. 959-965, 2003.

TUKEY, J.W. Comparing individual means in the analysis of variance. **Biometrics** v.5, p.99-114, 1949.

PLOEG, G. E van der; WITHERS, R. T.; LAFORGIA, J. Percent body fat via DEXA: comparison with a four-compartment model. **Journal Applied Physiology**, v.94, n. 2, p. 499-506, 2003.

VAN LOAN, M.D. et al. Fluid changes during pregnancy: use of bioimpedance spectroscopy. **Journal Applied Physiology**, v.78, n.3, p.1037-1042, 1995.

VELÁSQUEZ-MELÉNDEZ, G.; PIMENTA, A.; KAC, G. Epidemiologia do sobrepeso e da obesidade e seus fatores determinantes em Belo Horizonte (MG), Brasil: estudo transversal de base populacional. **Revista Panamericana Salud Publica**, v. 16, n. 5, p. 308-14, 2004.

VÖLGYI, E. et al. Assessing body composition with DXA and Bioimpedance: effects of obesity, physical activity and age. **Obesity**, v.16, n. 3, p.700–705, 2008.

WANG, W.W. et al. Evaluating fat in girls and female adolescents: advantages and disadvantages of dual-energy X-ray absorptiometry. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.76, n.2, p.384-389, 2002.

WARD, L. B. et al. Multi-frequency bioelectrical impedance augments the diagnosis and management of lymphoedema in post-mastectomy patients. **European journal of clinical investigation**, v. 22, n. 11, p. 751-754, 1992.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Obesity**. Preventing and managing the global epidemic. Geneva: World Health Organization, 1998.

_____. Why a global strategy on diet, physical activity and health? **Fifty-seventh World Health Assembly, Geneva.**, 2004.

WILLIAMS, J.E; WELLS, J.C; WILSON, C.M. Evaluation of Lunar Prodigy dual-energy X-ray absorptiometry for assessing body composition in healthy persons and patients by comparison with the criterion 4-component model. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.83, p.1047–1054, 2006.

WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. Obesidade, diabetes e atividade física. 2 ed. São Paulo: Manole, 2001, p.662-691.

WONG, W.W. et al. Evaluating body fat in girls and female adolescents: advantages and disadvantages of dual-energy X-ray absorptiometry. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.76, n.2, p.384-389, 2001.

APÊNDICE A – Questionário de Adesão**VISITA 2: SEGUNDO MÊS DO PÓS-PARTO (UERJ)****ENTREVISTADOR:****DATA DA ENTREVISTA:****I. IDENTIFICAÇÃO**

Nome: _____ ID: _____

Peso: _____ Altura: _____

III. AVERIGUAÇÃO DA VISITA

1. Exame de urina: () Negativo () Positivo

2. Dxa

Corpo inteiro ()

Coluna ()

Fêmur direito ()

Ante-braço direito ()

3. Antropometria ()

4. Bioimpedância ()

5. Questionários (aderência, amamentação e sócio-demográfico) e reforço da dieta ()

6. Entrega dos suplementos e reembolso (transporte e alimentação) ()

III. PROTOCOLO DE ADESÃO

1. Que horas comeu ou bebeu pela última vez? _____

2. Consumiu café ontem? () Sim () Não

Qual o horário que consumiu café pela última vez? _____

3. Consumiu bebida alcoólica ontem? () Sim () Não

Qual o horário que consumiu bebida alcoólica pela última vez? _____

4. Está amamentando? () Sim () Não Qual o horário da última mamada? _____

5. Fez atividade física intensa nas últimas 24 horas? () Sim () Não

6. Tomou alguma medicação nas últimas 24 horas? () Sim () Não

Qual remédio? _____ Para que? _____

7. Urinou antes do exame? () Sim () Não

Observações: _____

APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidada para fazer parte de uma pesquisa sobre perda de peso em mulheres no pós-parto.

Procedimentos:

Você receberá orientações sobre alimentação durante os seis meses do pós parto. Serão quatro consultas com nutricionista no Hospital Municipal Leonel de Moura Brizola em Mesquita e duas avaliações da composição corporal que serão realizadas no Laboratório Interdisciplinar de Avaliação Nutricional (LAN) do Instituto de Nutrição da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

Você será orientada sobre o que comer nas refeições e a quantidade de alimento em cada refeição e receberá uma lista de substituição de alimentos. O seu peso será aferido em todas as ocasiões e será feita avaliação de gordura corporal (dobras cutâneas e perímetros do braço, cintura e quadril). Você responderá questionários com informações sobre a sua saúde, alimentação e dados sócio-econômicos.

A quinta consulta no laboratório da UERJ tem o objetivo de fazer uma avaliação corporal mais precisa, com um equipamento chamado DXA, que mede a gordura do corpo e sua localização. As participantes deverão realizar exame de sangue no laboratório de referência do Município de Mesquita no início e ao final do estudo para podermos comprara o seu estado nutricional. Pacientes com carências nutricionais ou alterações metabólicas serão encaminhadas para acompanhamento na Rede Básica de Mesquita.

Riscos, desconfortos e inconveniências:

Você será aconselhada a seguir uma dieta que não confere nenhum risco para sua saúde. A rotina de avaliação nutricional descrita anteriormente não causa desconforto. Toda participante deverá realizar um teste de gravidez antes da avaliação da composição corporal através do DXA, visto que este aparelho emite raio-x, o que não é aconselhado para mulheres grávidas. No entanto, este exame não confere nenhum risco ao aleitamento.

Benefícios:

Aconselhamento nutricional aos seis primeiros meses do pós parto: dieta saudável, com todos os grupos de alimentos, adoção de hábitos alimentares saudáveis e maiores chances de retornar ao peso anterior à gravidez.

Privacidade e confidencialidade:

A identificação de cada participante é sigilosa. Nenhum pesquisador ou assistente poderá fornecer qualquer informação sobre os dados dos participantes da pesquisa.

Questões:

Se você tem dúvidas sobre o estudo ou algum dano relacionado à pesquisa você pode entrar em contato com Maria Beatriz ou Rosely Sichieri no Instituto de Medicina Social – Rua São Francisco Xavier, 524, sala 7015 – telefones:2587-7303, ramal: 244 ou por e mail: mbtcastro@bol.com.br e sichieri@ims.uerj.br.

Outras informações gerais:

Os resultados das análises e do estudo serão disponibilizados ao final do estudo. Todo participante poderá deixar de participar da pesquisa, se assim o desejar, sem comprometer o seu atendimento em qualquer serviço de saúde oferecido pela secretaria de saúde de Mesquita ou da UERJ. Ninguém é obrigado a se submeter as consultas e aos exames. A participação na pesquisa é voluntária.

Eu fui informado sobre os objetivos desta pesquisa, seus procedimentos, benefícios, riscos e desconforto. Eu aceito fazer parte desta pesquisa como entendo que minha participação é

voluntária, que eu sou livre para retirar este consentimento e sair deste projeto a qualquer hora. Uma cópia assinada deste consentimento estará disponível para mim.

_____ Data ____/____/_____
Assinatura do pesquisador

_____ Data ____/____/_____
Assinatura do paciente

EM CASO DE NECESSIDADE, CONTATAR A COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA DA UERJ: RUA SÃO FRANCISCO XAVIER, 524 – SALA 3020, BLOCO E, 3 ANDAR – MARACANÃ / RJ – E MAIL: asilvia@ims.uerj.br