

UNIVERSIDADE DE COIMBRA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA

Filipe Rafael Lopes Simões

**AVALIAÇÃO DA CONCORDÂNCIA ENTRE O MÉTODO ANTROPOMÉTRICO E A
DENSITOMETRIA ÓSSEA (DXA), PARA ESTIMAR OS VOLUMES E A
COMPOSIÇÃO DO MEMBRO INFERIOR EM ATLETAS FEMININOS**



COIMBRA

2011

FILIPE RAFAEL LOPES SIMÕES

**AVALIAÇÃO DA CONCORDÂNCIA ENTRE O MÉTODO ANTROPOMÉTRICO E A
DENSITOMETRIA ÓSSEA (DXA), PARA ESTIMAR OS VOLUMES E A
COMPOSIÇÃO DO MEMBRO INFERIOR EM ATLETAS FEMININOS**

Dissertação de mestrado apresentada à
Faculdade de Ciências do Desporto e
Educação Física da Universidade de Coimbra
com vista à obtenção do grau de mestre em
treino desportivo para crianças e jovens

Orientador: Prof. Doutor Manuel João Cerdeira
Coelho e Silva

Co-Orientador: Mestre Humberto Jorge
Gonçalves Moreira de Carvalho

COIMBRA

2011

Simões F. Avaliação da Concordância entre o Método Antropométrico e a Densitometria Óssea (DXA), para Estimar os Volumes e a Composição do Membro Inferior em Atletas Femininos. Dissertação de Mestrado. Coimbra: Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, 2011.

*À minha vó Dora, pelo exemplo, valores
pessoais e pelo carinho que me transmitiu e
ainda transmite.
Por tudo que me deste, ainda me dás e que me
irás dar, esta é a minha forma de agradecer.
Obrigado Vó!*

AGRADECIMENTOS

O primeiro agradecimento vai para os meus Pais, pelos sacrifícios que fizeram para me permitirem estudar, pelo exemplo de constante luta, pela educação, pelo carinho e valores que tão bem me souberam transmitir. Este trabalho também é vosso, pois eu sou a representação de todo o vosso trabalho como pais.

Ao Professor Manuel João, pela sabedoria que transmite, pela constante exigência e motivação, pela oportunidade que me deu de fazer parte do seu lote de orientandos e por ter acreditado em mim.

Ao Mestre Humberto, por todo o tempo que despendeu comigo, pelos conhecimentos que me transmitiu e pela constante exigência que colocou para tornar este trabalho possível.

À minha família, pois eu sou a representação de cada um de vocês e um bocadinho de cada um está neste trabalho.

Ao Sr. Moisés e à D. Cristina, por todas as vivências de há 3 anos para cá e pela simpatia que me transmitem todos os dias.

A todas as pessoas que de uma maneira ou de outra se cruzaram na minha vida e que também me fizeram “crescer”. Luís, força para enfrentares o que tens que enfrentar.

Por fim, o último agradecimento é para ti Lena, por me fazeres feliz todos os dias, por me fazeres um homem melhor e, acima de tudo, por me deixares fazer parte da tua vida. És a razão de tudo isto.

RESUMO

O objectivo deste estudo foi avaliar a concordância da avaliação de volumes dos membros inferiores pelos métodos antropométrico e DXA, como referência, em atletas femininas. A amostra incluiu 14 nadadoras femininas (15.14 anos \pm 1,689 anos). O LLV^A e o FFLLV^A foram estimados em ambos os membros inferiores através do método antropométrico e derivados dos valores estimados pelo DXA. Foram executadas regressões lineares entre os métodos para verificar como os métodos se relacionavam. Os valores do erro de estimativa variaram entre 0.86 Litros e 1.00 Litros para o LLV e entre 0.94 Litros e 0.95 Litros para o FFLLV. Concluimos que os valores estimados pelo método antropométrico, em relação ao método de referência (DXA), resultaram numa sobrestimação elevada. Verificámos que não existem diferenças estatisticamente significativas entre membros para LLV^{DXA}, LLV^A, FFLLV^{DXA} e FFLLV^A. A massa corporal influencia tanto o LLV como o FFLLV, embora o LLV^A e o FFLLV^A aparentem ser mais influenciados do que o LLV^{DXA} e o FFLLV^{DXA}. Concluimos também que a estatura não aparenta ser relevante no LLV nem no FFLLV.

Palavras-Chave: DXA. Atletas Femininas. Antropometria. Volume do Membro Inferior. Volume de Massa não Gorda.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the agreement of the lower limb volumes between Anthropometry and DXA, as reference, in female athletes. The sample included 14 female swimmers (15.14 years \pm 1.689 years). The LLV^A and the FFLLV^A were estimated in both limbs by Anthropometry and been estimated by the results in DXA. Linear regression was calculated between methods to see how they relate. The Standard Error of Estimation ranged from 0.86 Liters to 1.00 Liters for the LLV and from 0.94 Liters to 0.95 Liters for FFLLV. We concluded that the values estimated by Anthropometry, with DXA values as reference, resulted in overestimation. We verified that there is no difference between lower limbs in LLV^{DXA}, LLV^A, FFLLV^{DXA} and FFLLV^A. LLV and FFLLV are influenced by body mass, although LLV^A and FFLLV^A seem to be more influenced than LLV^{DXA} and FFLLV^{DXA}. We also concluded that stature didn't seem to as big relevance in LLV or in FFLLV.

Keywords: DXA. Female Athletes. Anthropometry. Lower Limb Volume. Fat Free Lower Limb Volume.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. Introdução | 6 |
| 2. Metodologia | 9 |
| 2.1. Participantes | 9 |
| 2.2. Antropometria..... | 9 |
| 2.3. Densitometria óssea (DXA)..... | 10 |
| 2.4. Análise estatística | 11 |
| 3. Resultados | 13 |
| 4. Discussão dos Resultados | 27 |
| 5. Conclusão | 30 |
| 6. Sugestões para Investigações Futuras | 31 |
| 7. Bibliografia | 32 |

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Gráfico 1 - Regressão linear entre os volumes do membro inferior esquerdo medidos pelo Método Antropométrico e pela Densitometria Óssea (DXA), e a massa corporal. O coeficiente de determinação (R^2), a linha de referência da equação e a equação estão representados no gráfico..... | 15 |
| Gráfico 2 - Regressão linear entre os volumes do membro inferior direito pelo Método Antropométrico e pela Densitometria Óssea (DXA), e a massa corporal. O coeficiente de determinação (R^2), a linha de referência da equação e a equação estão representados no gráfico..... | 16 |
| Gráfico 3 - Regressão linear entre os volumes de massa não gorda do membro inferior direito medidos pelo Método Antropométrico e pela Densitometria Óssea (DXA), e a massa corporal. O coeficiente de determinação (R^2), a linha de referência da equação e a equação estão representados no gráfico..... | 17 |
| Gráfico 4 - Regressão linear entre os volumes de massa não gorda do membro inferior esquerdo medidos pelo Método Antropométrico e pela Densitometria Óssea (DXA), tendo em conta a massa corporal. O coeficiente de determinação (R^2), a linha de referência da equação e a equação estão representados no gráfico. | 18 |
| Gráfico 5 - Regressão linear entre os volumes do membro inferior esquerdo medidos pelo Método Antropométrico e pela Densitometria Óssea (DXA), e a Estatura. O coeficiente de determinação (R^2), a linha de referência da equação e a equação estão representados no gráfico..... | 19 |
| Gráfico 6 - Regressão linear entre os volumes do membro inferior direito medidos pelo Método Antropométrico e pela Densitometria Óssea (DXA), tendo em conta a Estatura. O coeficiente de determinação (R^2), a linha de referência e a equação estão representados no gráfico. | 19 |
| Gráfico 7 - Regressão linear entre os volumes de massa não gorda do membro inferior direito medidos pelo Método Antropométrico e pela Densitometria Óssea (DXA), e a Estatura. O coeficiente de determinação | |

| | |
|--|----|
| (R ²), a linha de referência da equação e a equação estão representados no gráfico..... | 20 |
| Gráfico 8 - Regressão linear entre os volumes de massa não gorda do membro inferior esquerdo medidos pelo Método Antropométrico e pela Densitometria Óssea (DXA), e a Estatura. O coeficiente de determinação (R ²), a linha de referência da equação e a equação estão representados no gráfico..... | 20 |
| Gráfico 9 - LLV obtido através do método antropométrico analisado contra o LLV obtido através da DXA, para o membro inferior esquerdo. No gráfico está representado a linha de referência, a linha de tendência da regressão linear com a equação, o valor do erro em litros (SEE) e o valor de correlação de Spearman (R). | 22 |
| Gráfico 10 - Análise de Bland Altman, comparando os volumes estimados pela antropometria e pelo DXA no membro inferior esquerdo. A linha de tendência da regressão linear ($y = -2.29 + 0.56x$; $R_{\text{Spearman}} = 0.59$) está representada no gráfico a cheio. O intervalo de confiança (95% limite inferior: 0.80 L; limite superior: 4.83 L) está representado pelas linhas ponteadas..... | 22 |
| Gráfico 11 - LLV obtido através do método antropométrico analisado contra o LLV obtido através da DXA, para o membro inferior direito. No gráfico está representado a linha de referência, a linha de tendência da regressão linear com a equação, o valor do erro em litros (SEE) e o valor de correlação de Spearman (R). | 23 |
| Gráfico 12 - Análise de Bland Altman, comparando os volumes estimados pela antropometria e pelo DXA no membro inferior Direito. A linha de tendência regressão linear ($y = -1,59 + 0.49x$; $R_{\text{Spearman}} = 0.52$) está representada no gráfico a cheio. O intervalo de confiança (95% limite inferior: 1.17 L; limite superior: 4.62 L) está representado pelas linhas ponteadas..... | 23 |
| Gráfico 13 - FFLLV obtido através do método antropométrico analisado contra o FFLLV obtido através da DXA, para o membro inferior esquerdo. No gráfico está representado a linha de referência, a linha de tendência de regressão linear com a equação, o valor do erro em litros (SEE) e o valor de correlação de Spearman (R)..... | 25 |

| | |
|---|----|
| Gráfico 14 - Análise de Bland Altman, comparando os volumes de massa não gorda estimados pela antropometria e pelo DXA no membro inferior esquerdo. A linha de tendência da regressão linear ($y = -2.19 + 0.94x$; $R_{\text{Spearman}} = 0.86$) está representada no gráfico a cheio. O intervalo de confiança (95% limite inferior: 2.46 L; limite superior: 6.74 L) está representado pelas linhas ponteadas..... | 25 |
| Gráfico 15 - FFLLV obtido através do método antropométrico analisado contra o FFLLV obtido através da DXA, para o membro inferior esquerdo. No gráfico está representado a linha de referência, linha de tendência da regressão linear com a equação, o valor do erro em litros (SEE) e o valor de correlação de Spearman (R). | 26 |
| Gráfico 16 - Análise de Bland Altman, comparando os volumes de massa não gorda estimados pela antropometria e pelo DXA no membro inferior direito. A linha de tendência da regressão linear ($y = -2.50 + 0.97x$; $R_{\text{Spearman}} = 0.92$) está representada no gráfico a cheio. O intervalo de confiança (95% limite inferior: 2.34 L; limite superior: 6.68 L) está representado pelas linhas ponteadas..... | 26 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Estatística Descritiva das variáveis Idade (anos), Estatura (cm) e Massa Corporal (kg) | 13 |
| Tabela 2 - Análise das Diferenças entre métodos (teste t para amostras emparelhadas) (antropometria e DXA) para o membro inferior esquerdo e para o membro inferior direito, tanto para o volume total em litros, como para o volume de massa não gorda em litros. A Magnitude do efeito foi calculada através da fórmula $(t^2/(t^2+df))^{1/2}$, em que t é o valor do teste t -student e df são os graus de liberdade..... | 14 |

LISTA DE ABREVIATURAS

DXA – Densitometria Óssea;

FFM – Massa não Gorda em quilogramas;

FFLLV – Volume de Massa não Gorda do membro inferior, em Litros;

FFLLV^A – Volume de Massa não Gorda do Membro Inferior pelo método Antropométrico, em Litros;

FFLLV^{DXA} – Volume de Massa não Gorda do Membro Inferior pelo método de Densitometria Óssea, em Litros;

LLFFM – Massa não Gorda do membro Inferior em quilogramas;

FM – Massa Gorda em quilogramas;

LLFFM^{DXA} – Massa não Gorda do membro inferior pelo método de Densitometria Óssea em quilogramas;

LLV^A – Volume do membro inferior em litros, pelo método antropométrico;

LLV^{DXA} – Volume do membro inferior em litros, pelo método de Densitometria Óssea.

1. INTRODUÇÃO

Os níveis de tecidos da composição corporal incluem o tecido adiposo, tecido muscular (estriado, que inclui os sub-tipos músculo-esquelético e o músculo cardíaco; e liso), o tecido ósseo, o tecido visceral e o tecido nervoso (1). A componente músculo-esquelética tem grande interesse em estudos da performance dos atletas ou em estudos de manutenção da massa corporal em humanos. Particularmente, as interações entre as mudanças na performance (ex. potência de curta duração, potência máxima durante o maior tempo possível) induzido pelo treino e/ou intervenção na dieta, e a variação da massa músculo-esquelética são do interesse tanto de investigadores como de treinadores.

A antropometria é comumente utilizada para testes de campo, pois é uma técnica simples, económica e não invasiva para estimar o volume da adiposidade e o volume de tecido muscular. Por exemplo, o acompanhamento de uma intervenção no treino ou de um programa de dieta será acessível, em grande parte, utilizando técnicas antropométricas.

Um modelo geométrico dos membros inferiores utilizando cones truncados baseados nas pregas cutâneas, nas circunferências e nos comprimentos (2) é frequentemente utilizado em crianças e adolescentes (3-6), em adultos saudáveis (7) e em amostras clínicas (8). Este método assenta em várias suposições. Primeiro, as pregas providenciam uma estimativa correcta da espessura do tecido adiposo subcutâneo. Segundo, o membro é circular com o tecido adiposo subcutâneo a formar um anel. Terceiro, para a determinação do volume muscular, a gordura intermuscular e o volume do osso é insignificante ou uma proporção constante do tecido subcutâneo não gordo. Os estudos de validação desta técnica em atletas são limitados na literatura.

A disponibilidade de técnicas mais avançadas, como tomografia computacional (TC) e ressonância magnética (RM), permite a avaliação da morfologia muscular localizada, particularmente da morfologia do membro inferior (9). A ressonância magnética é amplamente reconhecida como o '*gold standart*' para

a morfometria *in vivo* (10, 11) e é preferida contra a tomografia computacional, uma vez que não envolve exposição a radiação. Contudo, ambos os métodos são dispendiosos e morosos, requerendo muitas vezes equipamento que apenas está disponível em unidades de pesquisa especializadas. A densitometria óssea (DXA) providencia um método adicional para estimar a região músculo-esquelética *in vivo* a baixo custo e com uma exposição substancialmente menor à radiação quando comparamos com a tomografia computadorizada. Esta técnica providencia uma estimativa da massa óssea, da massa gorda e dos tecidos moles não gordos de todo o corpo e/ou de regiões específicas do corpo. A técnica é baseada no diferencial de atenuação de dois feixes de fótons enquanto são absorvidos pelos vários tecidos corporais (12), e é descrito como um método preciso para avaliar tanto a composição corporal como a massa esquelética (10, 11, 13, 14).

Os atletas têm por objectivo alcançar uma composição e um tamanho corporal específico para uma dada modalidade desportiva numa tentativa de maximizar a sua performance. Em média, os atletas tendem a ter menos gordura relativa que os não atletas da mesma idade e do mesmo sexo (15). As atletas femininas apresentam massa gorda relativa superior aos atletas masculinos num determinado desporto (16). Adicionalmente, é observada uma tendência semelhante na população geral e em pessoas com excesso de massa corporal, quando o controlo da massa corporal esta envolvido (17). A variação da massa gorda relativa também se modifica com a prática desportiva sistemática, com o tipo de prática e com a posição específica do atleta na modalidade desportiva específica (16).

A massa muscular em jovens do sexo feminino tem uma evolução já investigada na literatura. Segundo Wells (18), num estudo elaborado em população geral, a massa muscular apresenta um crescimento que vai dos 25 kg aos 10 anos até aos 45 kg aos 18 anos. O mesmo pressuposto foi encontrado por Malina (15), em atletas femininas dos 15 aos 17 anos, sendo observada uma amplitude de variação dos 42 aos 53 kg de massa muscular. Embora as equações antropométricas sejam frequentemente utilizadas para predizer a massa gorda relativa, a precisão preditiva é específica e não generalizada para os atletas (17).

O objectivo deste estudo foi avaliar, a concordância da avaliação de volumes dos membros inferiores pelos métodos antropométrico e DXA, como referência, em atletas femininos.

2. METODOLOGIA

2.1. PARTICIPANTES

A amostra foi constituída por 14 nadadoras femininas de elite (15.14 ± 1.689 anos). Todas as atletas já tinham atingido a menarca antes do estudo. Foram obtidos os termos de consentimento de todas as atletas.

2.2. ANTROPOMETRIA

Todas as medições foram feitas por um avaliador experiente utilizando os protocolos definidos por Lohman *et al* (19). A estatura foi avaliada com um estadiómetro portátil (Harpender model 98.603, Holtain Ltd, Crosswell, UK) até 0,1 cm. A massa corporal foi medida com uma balança portátil (Seca model 770, Hanover, MD, USA) até 0.1 kg. O volume do membro inferior (LLV^A), o volume não gordo do membro inferior (FFLLV^A) em ambas as extremidades foi estimado tendo em conta quatro pregas de gordura, as circunferências e o comprimento parcial de ambas as pernas (2). A técnica divide o membro inferior em seis segmentos, similares a cones truncados. As circunferências horizontais foram medidas no sulco do glúteo (circunferência horizontal mais acima possível), medial da coxa (ao nível da maior circunferência da coxa), menor circunferência acima do joelho, maior circunferência do joelho (ao nível da patela), na circunferência abaixo do joelho, máxima circunferência geminal e menor circunferência na zona do tornozelo. As pregas subcutâneas foram medidas no ponto medial anterior e posterior da coxa e no ponto medial e lateral do gêmeo (maior circunferência). Os comprimentos entre cada circunferência desde o sulco glúteo até á menor circunferência do tornozelo foram medidos e somados (no geral, e em seis comprimentos parciais). O pressuposto de um anel circular geométrico do tecido gordo subcutâneo foi inserido em equações de modo a estimar as áreas transversais (20, 21):

- $A = C^2/4\pi$, onde C é a circunferência de uma perna;
- $C_{fat-free} = C - (\pi/2) * (\sum skf)$, onde o $\sum skf$, medial da coxa, é a soma da prega subcutânea anterior e posterior, e maior circunferência dos gêmeos a soma da prega subcutânea medial e lateral;
- $A_{fat-free} = [(C - (\pi/2) * (\sum skf))]^2 / 4\pi$

O volume de cada cone truncado do segmento do membro foi calculado pela seguinte fórmula (2):

- $V = [A_1 + A_2 + (A_1 * A_2)^{0,5}] * h/3$, onde A_1 e A_2 são as áreas do limite superior e do limite inferior da secção enquanto o h é o comprimento da secção;
- $V_{corrigido} = [A_1 + A_{2corrigido} + (A_1 * A_{2corrigido})^{0,5}] * h/3$, onde, neste exemplo, $A_{2corrigido}$ é a área do limite inferior da secção.

LLV^A foi calculada como a soma dos volumes dos seis segmentos. FFLLV^A foi estimado utilizando os volumes corrigidos na soma dos volumes. Todas as equações foram inseridas num software amplamente disponível (MicrosoftTM Office Excel, 2007).

2.3. DENSITOMETRIA ÓSSEA (DXA)

O volume do membro inferior foi avaliado utilizando densitometria óssea (Hologic QDR-4500) de todo o corpo com a versão 9.10 do software para análise de todo o corpo (Hologic Inc., Bedford, MA, USA). Os sujeitos permaneceram deitados em supinação na maca e foram analisados a todo o corpo em 3.5 minutos. DXA determinou três compartimentos: massa magra, massa gorda, e o conteúdo mineral ósseo. A massa não gorda (FFM, kg) representa a soma da massa magra com o conteúdo mineral ósseo. A massa não gorda dos membros inferiores (LLFFM^{DXA}, kg) (todo o membro, coxa e zona geminal) derivou-se da análise de corpo inteiro, dividindo as pernas, seguindo as mesmas marcas anatómicas (sete) utilizadas na antropometria. O volume do membro inferior LLV^{DXA} (L) foi calculado como

$[LLFFM^{DXA} / 1.1 + LLFM^{DXA} / 0.9]$ com 1.1 kg.L^{-1} a ser a densidade média da FFM e 0.9 kg.L^{-1} a ser a densidade da massa gorda (FM) (22).

2.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A assunção da normalidade foi verificada utilizando o teste de Shapiro-Wilks e pela inspeção visual das parcelas de normalidade. Se os pressupostos forem corrompidos, serão executadas transformações logarítmicas de forma a reduzir a não uniformidade do erro. Os valores serão re-transformados de forma a gerarem médias estimadas, se não se verificar a normalidade. Foram exploradas as diferenças entre os volumes dos membros inferiores utilizando o teste *t-Student* de amostras emparelhadas.

Em simultâneo, foi avaliada a validade entre a estimativa antropométrica do volume (aproximação prática) e o volume estimado baseado na análise do DXA (método referência) que foi avaliado utilizando regressões lineares e erros padrão de estimação (SEE), coeficientes de variação (CVs) e coeficientes de correlação de Pearson. Os limites de concordância entre LLV estimado utilizando a antropometria e utilizando DXA foram avaliados através da plotagem das diferenças médias entre ambos os métodos (análise Bland-Altman) (23).

A magnitude do efeito (*effect size*), enquanto conceito estatístico é traduzida normalmente por tamanho, dimensão ou magnitude do efeito e pode ser definido como o grau em que o fenómeno está presente na população (24). Quanto maior for o valor da magnitude maior será a manifestação do fenómeno na população. Este valor foi calculado a partir da raiz quadrada do valor de *t* elevado ao quadrado, a dividir pela diferença entre o valor de *t* ao quadrado e os graus de liberdade (25).

Os coeficientes de correlação têm os seguintes valores: trivial ($r < 0.1$), pequena ($0.1 < r < 0.3$), moderada ($0.3 < r < 0.5$), grande ($0.5 < r < 0.7$), muito grande ($0.7 < r < 0.9$), quase perfeita ($r > 0.9$) e perfeita ($r = 1$) (26). O nível de

significância escolhido foi $P < 0.05$. A análise estatística foi realizada utilizando o programa informático SPSS versão 14.0 para o sistema operativo Windows (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA). A análise gráfica foi realizada utilizando o programa informático Graphpad Prism versão 5.03 para o sistema operativo Windows (GraphPad Software, Inc.).

3. RESULTADOS

Na tabela 1, está representada a estatística descritiva (média, desvio padrão e amplitude) relativa à idade, à estatura e à massa corporal das atletas.

Tabela 1 - Estatística Descritiva das variáveis Idade (anos), Estatura (cm) e Massa Corporal (kg)

| | Média (Desvio Padrão) | Amplitude |
|--------------------------|-----------------------|-----------------|
| Idade Cronológica (anos) | 15.14 (1.689) | 13.01 – 18.86 |
| Estatura (cm) | 165.67 (7.982) | 151.10 – 177.86 |
| Massa Corporal (kg) | 56.00 (5.657) | 47.50 – 67.00 |

Na tabela 2, está apresentada a análise das diferenças, pelo teste *t student* de amostras emparelhadas, entre o método referência (DXA) e o método antropométrico. Verificamos que existem diferenças estatisticamente significativas ($p = 0.001$) entre o método de referência (DXA) e o método antropométrico em ambos os membros inferiores tanto para o volume total como para o volume de massa não gorda. Verificamos também que não existem diferenças estatisticamente significativas bilaterais (LLV^{DXA} direito e esquerdo: $p = 0.31$; LLV^A direito e esquerdo: 0.53 ; $FFLLV^{DXA}$ direito e esquerdo: 0.06 ; $FFLLV^A$ direito e esquerdo: 0.74), ou seja, entre o membro inferior direito e o membro inferior esquerdo, em nenhum dos métodos. Pelos dados verificamos também uma sobrestimação por parte do método antropométrico em relação ao método de referência (DXA) tanto no volume total como no volume de massa não gorda, nos dois membros inferiores. Na tabela que se segue, estão também representados os valores da Magnitude do Efeito para os dois membros inferiores, tanto para a análise do volume total do membro inferior (LLV) como para o volume da massa não gorda do membro inferior ($FFLLV$). O valor de t é o coeficiente t do teste T e df são os graus de liberdade. Analisando a tabela, verificamos que todos os valores estão acima de 0.90.

Tabela 2 - Análise das Diferenças entre métodos (teste *t* para amostras emparelhadas) (antropometria e DXA) para o membro inferior esquerdo e para o membro inferior direito, tanto para o volume total em litros, como para o volume de massa não gorda em litros. A Magnitude do efeito foi calculada através da fórmula $(t^2/(t^2+df))^{1/2}$, em que *t* é o valor do teste *t*- student e *df* são os graus de liberdade.

| | DXA | Antropometria | Magnitude do Efeito (ES) |
|----------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| | Média (Desvio Padrão) | Média (Desvio Padrão) | |
| LLV Esquerdo | 7.73 (0.967) | 10.55 (1.622) ** | 0,94 |
| LLV Direito | 7.70 (0.940) | 10.59 (1.488) ** | 0,96 |
| FFLLV Esquerdo | 4.93 (0.601) | 9.53 (1.513) ** | 0,97 |
| FFLLV Direito | 4.98 (0.581) | 9.49 (1.512) ** | 0,97 |

** p < 0,01

No gráfico 1, está representada a regressão linear entre o volume total do membro inferior esquerdo medidos pelos dois métodos (DXA e Antropometria) e a massa corporal. Pela linha de tendência da regressão linear verificámos que o método antropométrico apresenta uma sobrestimação em relação ao método referência (DXA). Verificámos que a diferença entre os métodos aumenta com o aumento do valor da massa corporal, pois a linha de tendência da regressão linear do método antropométrico apresenta um formato diferente da linha de tendência da regressão linear do método DXA, fazendo com que o valor do declive da linha de tendência da recta seja diferente. Na linha de tendência da regressão linear do método antropométrico verificámos que esta tende a apresentar um crescimento mais elevado que a linha de tendência da regressão linear do método utilizado como referência (DXA), com o aumento da massa corporal.

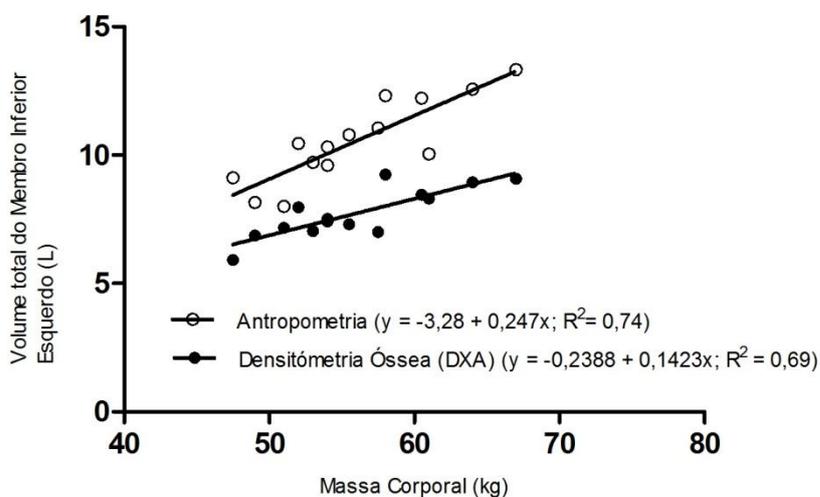


Gráfico 1 - Regressão linear entre os volumes do membro inferior esquerdo medidos pelo Método Antropométrico e pela Densitometria Óssea (DXA), e a massa corporal. O coeficiente de determinação (R^2), a linha de referência da equação e a equação estão representados no gráfico.

No gráfico 2, está representada a regressão linear entre o volume total do membro inferior direito medidos pelos dois métodos (DXA e Antropometria) e a massa corporal. Pela linha de tendência da regressão linear verificamos que o método antropométrico apresenta uma sobrestimação em relação ao método critério (DXA). Verificamos pelo gráfico que a diferença entre os métodos aumenta com o aumento do valor da massa corporal, pois a linha de tendência da regressão linear do método antropométrico apresenta um formato diferente da linha de tendência da regressão linear do método DXA, fazendo com que o seu declive seja diferente.

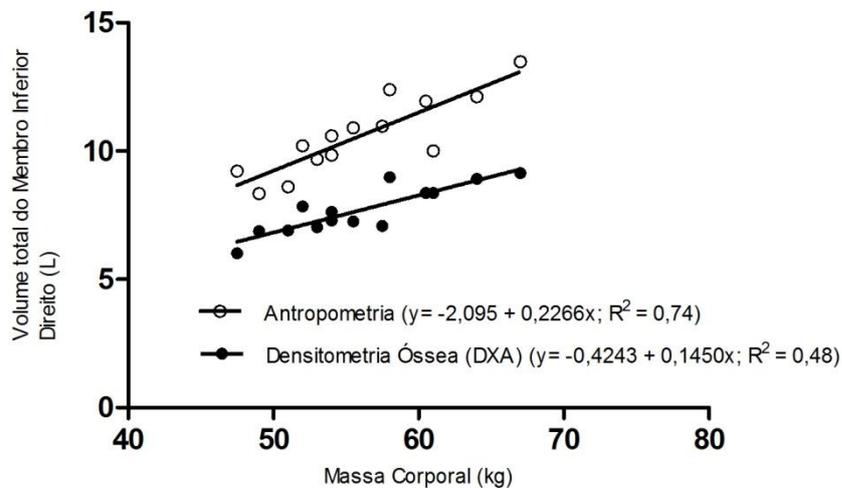


Gráfico 2 - Regressão linear entre os volumes do membro inferior direito pelo Método Antropométrico e pela Densitometria Óssea (DXA), e a massa corporal. O coeficiente de determinação (R^2), a linha de referência da equação e a equação estão representados no gráfico.

No gráfico 3, está apresentada a regressão linear entre os volumes de massa não gorda do membro inferior direito, em litros, medidos pelos dois métodos (Antropometria e DXA) e a massa corporal, em quilogramas. Verifica-se pelo gráfico uma tendência para haver uma sobrestimação por parte do método antropométrico e verificamos também que as diferenças entre métodos tendem a aumentar com o aumento da massa corporal, uma tendência já verificada nos gráficos relativos ao volume total do membro inferior. Contudo, e no caso do volume de massa não gorda, a discrepância entre métodos aparenta ser superior.

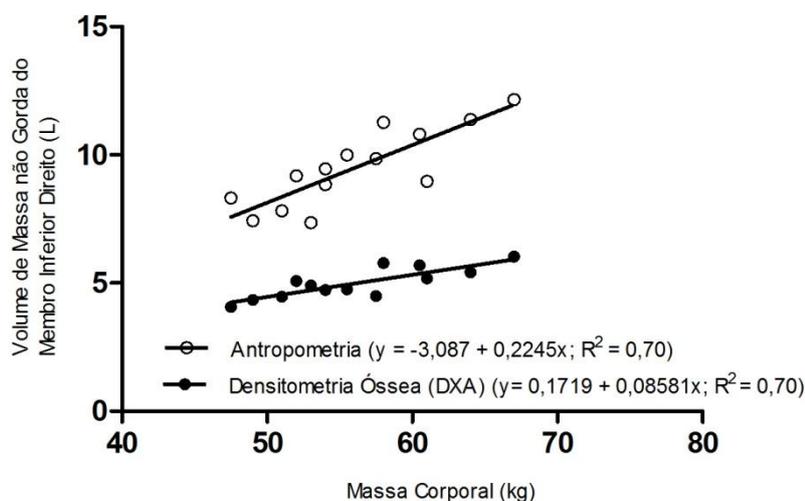


Gráfico 3 - Regressão linear entre os volumes de massa não gorda do membro inferior direito medidos pelo Método Antropométrico e pela Densitometria Óssea (DXA), e a massa corporal. O coeficiente de determinação (R^2), a linha de referência da equação e a equação estão representados no gráfico.

No membro inferior esquerdo, quando analisamos o gráfico 4, que apresenta a regressão linear entre os volumes de massa não gorda auferidos pelos dois métodos (Antropometria e DXA), verificamos pelo gráfico uma tendência para haver uma sobrestimação por parte do método antropométrico e verificamos também que as diferenças entre métodos tendem a aumentar com o aumento da massa corporal, uma tendência já verificada nos gráficos relativos ao volume total do membro inferior. Contudo, e no caso do volume de massa não gorda, a discrepância entre métodos aparenta ser superior. Verificamos também, que não existem diferenças bilaterais entre volumes (totais ou só de massa não gorda) (LLV^{DXA} direito e esquerdo: $p = 0,30$; LLV^A direito e esquerdo: $0,53$; $FLLV^{DXA}$ direito e esquerdo: $0,06$; $FLLV^A$ direito e esquerdo: $0,74$).

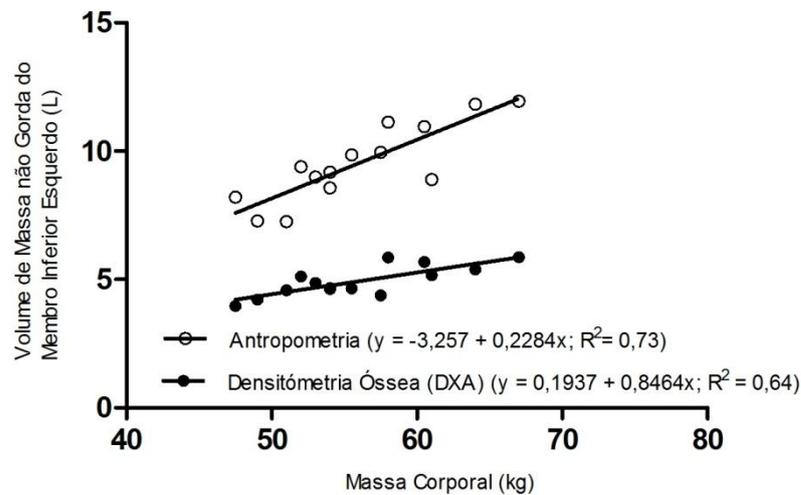


Gráfico 4 - Regressão linear entre os volumes de massa não gorda do membro inferior esquerdo medidos pelo Método Antropométrico e pela Densitometria Óssea (DXA), tendo em conta a massa corporal. O coeficiente de determinação (R^2), a linha de referência da equação e a equação estão representados no gráfico.

Nos gráficos 5 e 6, temos a regressão linear entre o volume total do membro inferior esquerdo e direito medido pelos dois métodos (antropométrico e DXA) e a estatura. Pelos dois gráficos verificámos que não existem diferenças estatisticamente significativas bilaterais, ou seja, entre o membro inferior direito e o membro inferior esquerdo. A existência de uma sobrestimação por parte do método antropométrico está presente nos dois gráficos. Verificámos que não existem diferenças aparentes nos dois métodos quando aumenta a estatura das atletas, pois as duas rectas aparentam apresentar a mesma tendência de desenvolvimento.

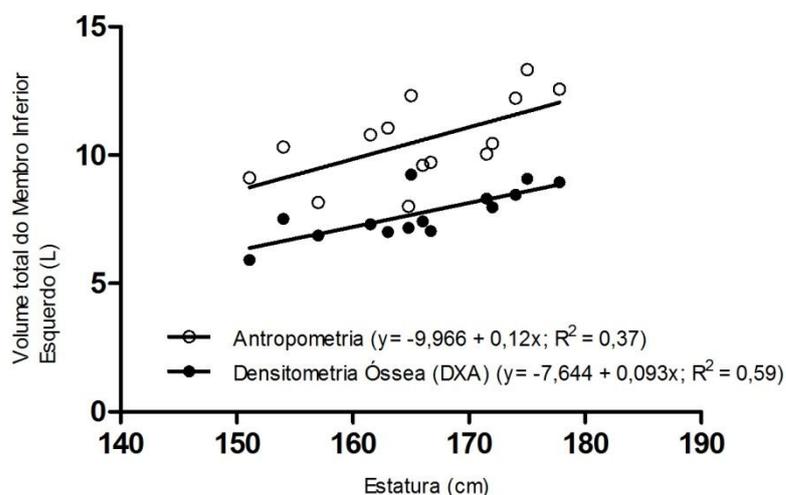


Gráfico 5 - Regressão linear entre os volumes do membro inferior esquerdo medidos pelo Método Antropométrico e pela Densitometria Óssea (DXA), e a Estatura. O coeficiente de determinação (R^2), a linha de referência da equação e a equação estão representados no gráfico.

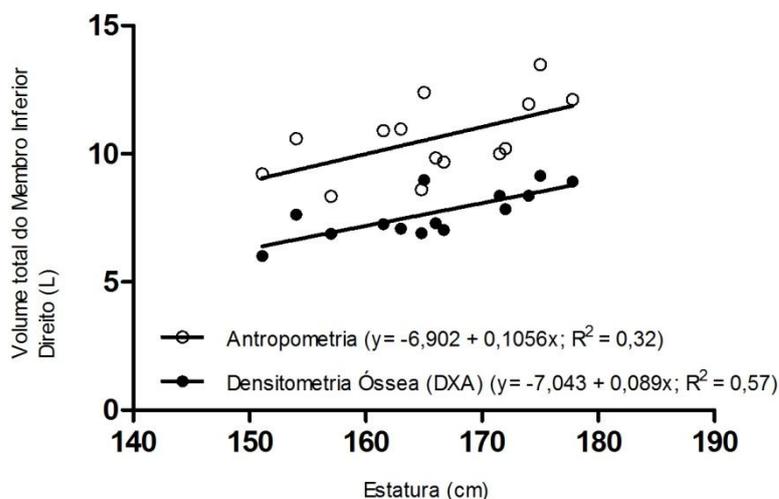


Gráfico 6 - Regressão linear entre os volumes do membro inferior direito medidos pelo Método Antropométrico e pela Densitometria Óssea (DXA), tendo em conta a Estatura. O coeficiente de determinação (R^2), a linha de referência e a equação estão representados no gráfico.

Nos gráficos 7 e 8, que apresentam a regressão linear entre o volume de massa não gorda dos membros inferiores (direito e esquerdo) medidos pelos dois métodos (antropométrico e DXA) e a estatura, verificamos que existe uma sobrestimação por parte do método antropométrico em relação ao método de referência (DXA). Verificamos uma pequena tendência para a sobrestimação por parte do método antropométrico aumentar com o aumento da estatura, contudo não aparenta ser

relevante. As diferenças entre métodos não aparentam aumentar com o aumento da estatura.

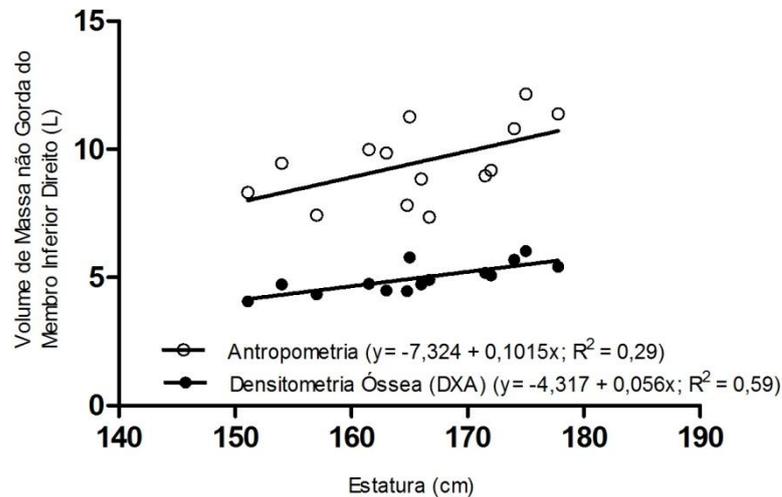


Gráfico 7 - Regressão linear entre os volumes de massa não gorda do membro inferior direito medidos pelo Método Antropométrico e pela Densitometria Óssea (DXA), e a Estatura. O coeficiente de determinação (R^2), a linha de referência da equação e a equação estão representados no gráfico.

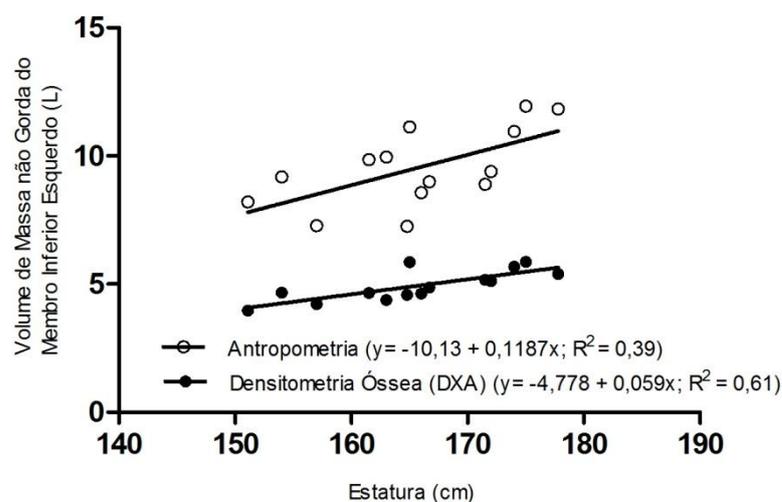


Gráfico 8 - Regressão linear entre os volumes de massa não gorda do membro inferior esquerdo medidos pelo Método Antropométrico e pela Densitometria Óssea (DXA), e a Estatura. O coeficiente de determinação (R^2), a linha de referência da equação e a equação estão representados no gráfico.

Nos gráficos 9 e 11, está representada a regressão linear entre os dois métodos (antropometria e DXA), no volume total do membro inferior (esquerdo e direito). Pelo gráfico verificámos que os métodos não se relacionam linearmente, havendo uma sobrestimação por parte do método antropométrico. Parece-nos também existir um aumento das diferenças com o aumento da escala do gráfico. Pelo gráfico verificámos que o valor do erro de estimação para o membro inferior esquerdo foi de 1.0 Litros, e no membro inferior direito foi de 0.86 Litros.

Quando analisamos os gráficos 10 e 12 (Análise de Bland Altman das diferenças entre métodos, para o membro inferior esquerdo e para o membro inferior direito), verificámos que a variabilidade das diferenças entre métodos está compreendida 0.80 Litros (11%) e os 4.83 Litros (50%) (Intervalo de Confiança de 95%) para o membro inferior esquerdo e está compreendida entre os 1.17 Litros (16%) e os 4.62 Litros (47%) (Intervalo de Confiança de 95%) para o membro inferior direito. O valor de correlação de Spearman para a linha de tendência da regressão linear do membro inferior esquerdo foi de 0.59, enquanto para o membro inferior direito foi de 0.52. Quando verificamos a linha de tendência da regressão linear de ambos os gráficos da análise Bland Altman, verificamos uma tendência para um aumento das diferenças entre métodos com o aumento do volume do membro inferior (média da soma dos métodos).

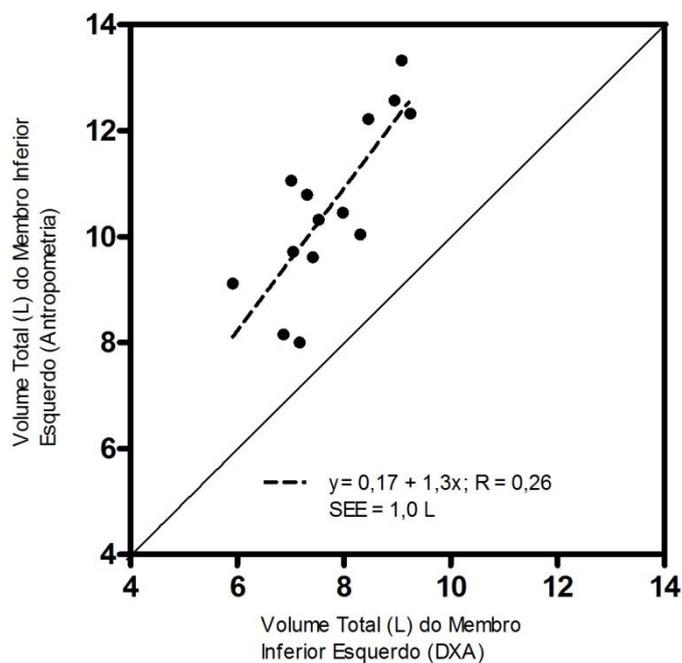


Gráfico 9 - LLV obtido através do método antropométrico analisado contra o LLV obtido através da DXA, para o membro inferior esquerdo. No gráfico está representado a linha de referência, a linha de tendência da regressão linear com a equação, o valor do erro em litros (SEE) e o valor de correlação de Spearman (R).

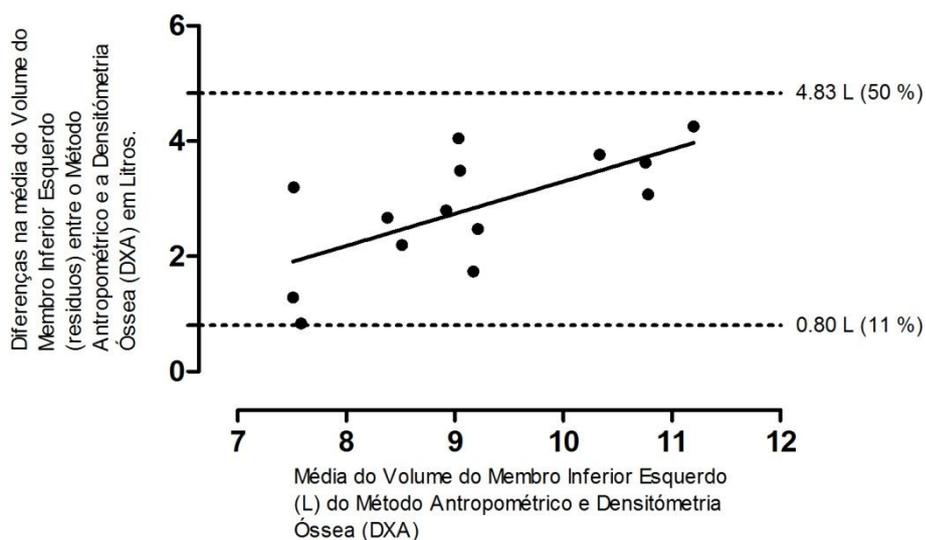


Gráfico 10 - Análise de Bland Altman, comparando os volumes estimados pela antropometria e pelo DXA no membro inferior esquerdo. A linha de tendência da regressão linear ($y = -2.29 + 0.56x$; $R_{\text{Spearman}} = 0.59$) está representada no gráfico a cheio. O intervalo de confiança (95% limite inferior: 0.80 L; limite superior: 4.83 L) está representado pelas linhas ponteadas.

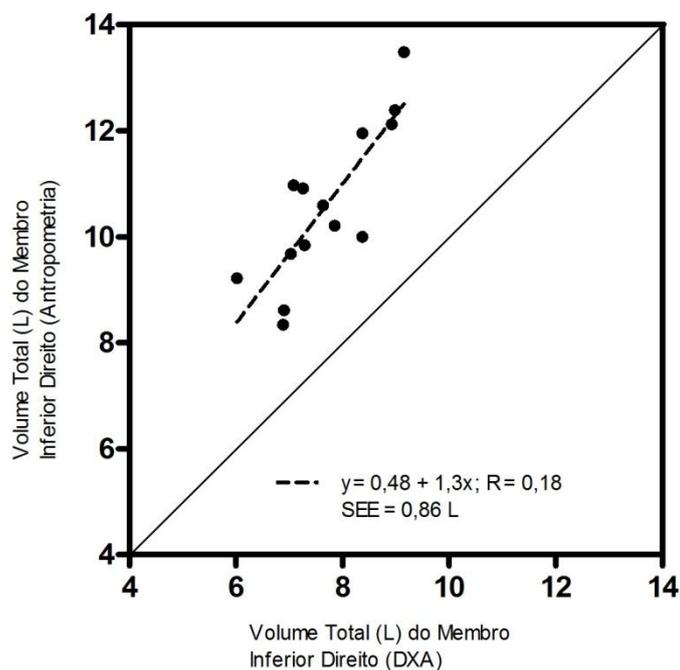


Gráfico 11 - LLV obtido através do método antropométrico analisado contra o LLV obtido através da DXA, para o membro inferior direito. No gráfico está representado a linha de referência, a linha de tendência da regressão linear com a equação, o valor do erro em litros (SEE) e o valor de correlação de Spearman (R).

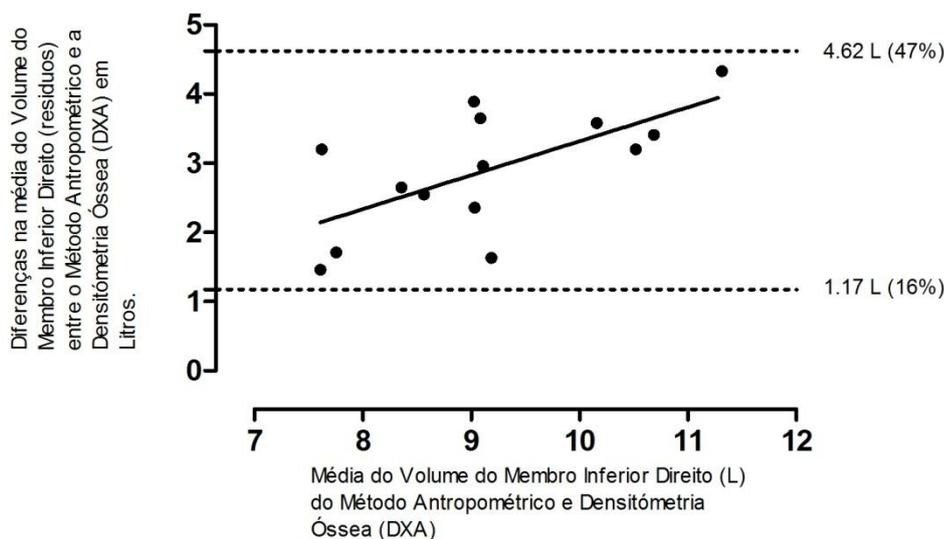


Gráfico 12 - Análise de Bland Altman, comparando os volumes estimados pela antropometria e pelo DXA no membro inferior Direito. A linha de tendência regressão linear ($y = -1,59 + 0,49x$; $R_{\text{Spearman}} = 0,52$) está representada no gráfico a cheio. O intervalo de confiança (95% limite inferior: 1.17 L; limite superior: 4.62 L) está representado pelas linhas ponteadas.

Nos gráficos 13 e 15, está representada a regressão linear entre os dois métodos (antropometria e DXA), no volume de massa não gorda do membro inferior (esquerdo e direito). Pelo gráfico verificámos que os métodos não se relacionam linearmente, havendo uma sobrestimação por parte do método antropométrico. Verificámos também que parece haver um aumento das diferenças com o aumento da escala do gráfico. O valor do erro de estimação para o membro inferior esquerdo foi de 0.94 Litros, e no membro inferior direito foi de 0.95 Litros.

Quando analisamos os gráficos 14 e 16 (Análise de Bland Altman das diferenças entre métodos, para o membro inferior esquerdo e para o membro inferior direito), verificámos que a variabilidade das diferenças entre métodos está compreendida entre os 2.46 Litros (45%) e os 6.74 Litros (81%) (Intervalo de Confiança de 95%) para o membro inferior esquerdo e está entre os 2.34 Litros (43%) e os 6.68 Litros (80%) (Intervalo de Confiança de 95%) para o membro inferior direito. O valor de correlação de Spearman para a recta da regressão do membro inferior esquerdo foi de 0.86, enquanto para o membro inferior direito foi de 0.92. Quando analisamos a linha de tendência da regressão linear de ambos os gráficos da análise Bland Altman, verificámos uma tendência para um aumento das diferenças entre métodos com o aumento do volume do membro inferior (média da soma dos métodos), tal como encontrámos na análise do LLV.

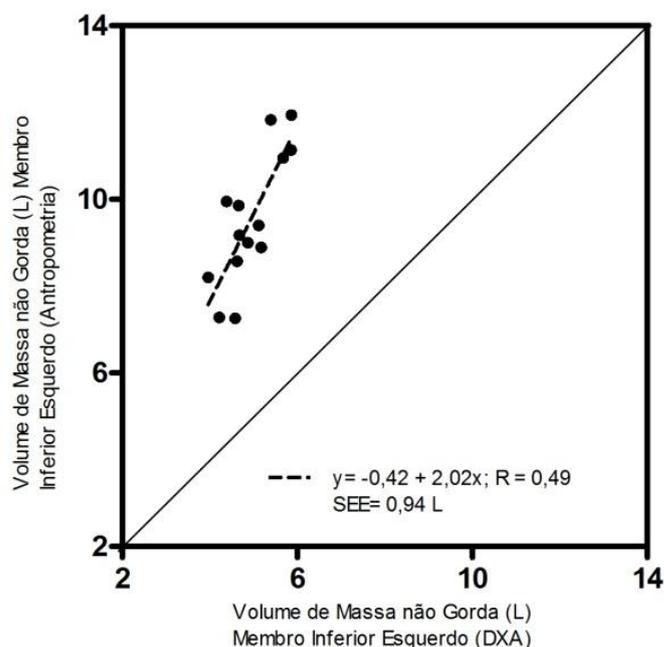


Gráfico 13 - FFLLV obtido através do método antropométrico analisado contra o FFLLV obtido através da DXA, para o membro inferior esquerdo. No gráfico está representado a linha de referência, a linha de tendência de regressão linear com a equação, o valor do erro em litros (SEE) e o valor de correlação de Spearman (R).

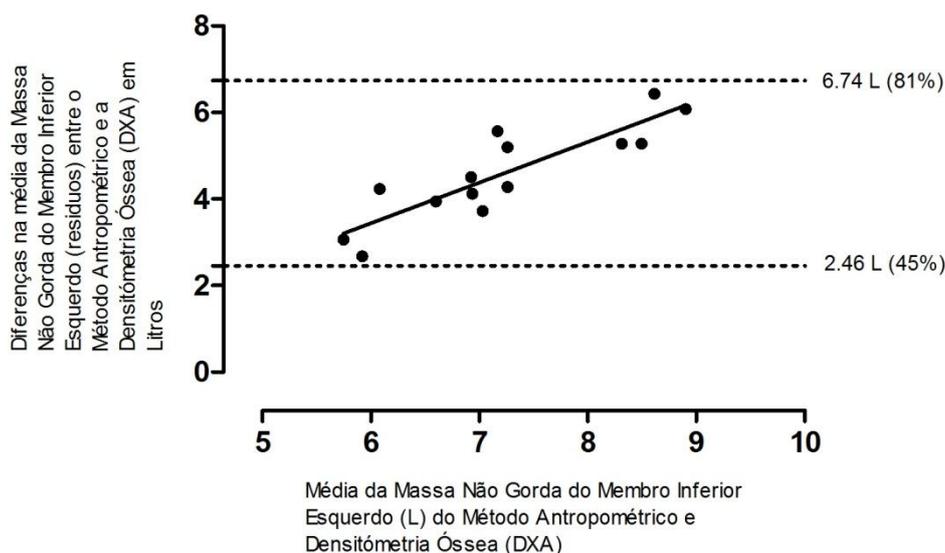


Gráfico 14 - Análise de Bland Altman, comparando os volumes de massa não gordas estimados pela antropometria e pelo DXA no membro inferior esquerdo. A linha de tendência da regressão linear ($y = -2,19 + 0,94x$; $R_{\text{Spearman}} = 0,86$) está representada no gráfico a cheio. O intervalo de confiança (95% limite inferior: 2,46 L; limite superior: 6,74 L) está representado pelas linhas pontilhadas.

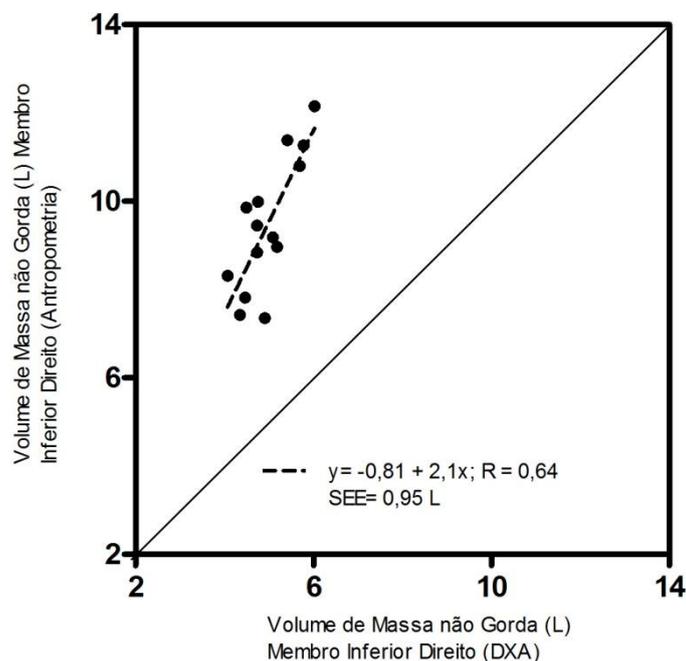


Gráfico 15 - FFLLV obtido através do método antropométrico analisado contra o FFLLV obtido através da DXA, para o membro inferior esquerdo. No gráfico está representado a linha de referência, linha de tendência da regressão linear com a equação, o valor do erro em litros (SEE) e o valor de correlação de Spearman (R).

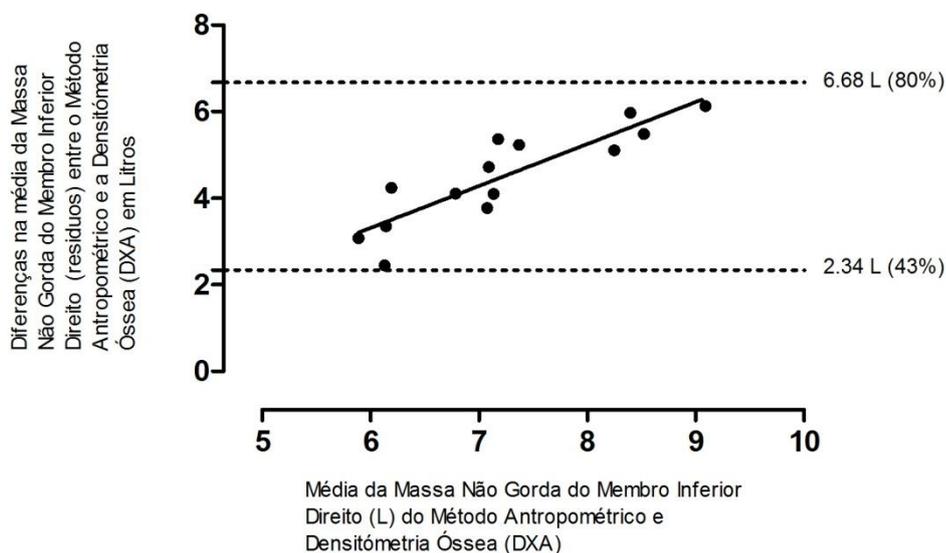


Gráfico 16 - Análise de Bland Altman, comparando os volumes de massa não gorda estimados pela antropometria e pelo DXA no membro inferior direito. A linha de tendência da regressão linear ($y = -2.50 + 0.97x$; $R_{\text{Spearman}} = 0.92$) está representada no gráfico a cheio. O intervalo de confiança (95% limite inferior: 2.34 L; limite superior: 6.68 L) está representado pelas linhas ponteadas.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O volume do membro inferior medido pelo método antropométrico (utilizando o modelo de cones truncados) em atletas femininas adolescentes e em jovens adultas é sobrestimado quando comparado com o método DXA. De salientar que as diferenças entre o método de referência (DXA) e o método antropométrico tendem a relacionar-se com a massa corporal mas não com a estatura.

A sobrestimação do volume dos membros inferiores observada neste estudo, por parte do método antropométrico em relação ao DXA é coerente com os resultados reportados na literatura (7, 8). A mesma tendência foi reportada para a estimação por Ressonância Magnética numa pequena amostra de atletas (27). Contudo esta sobrestimação parece estar mais ligada a um erro na forma do segmento (não circular) do que pela medição das pregas. Discorrendo das análises executadas verificámos que o peso parece influenciar a sobrestimação do volume (total e de massa não gorda) pelo método antropométrico. Contudo não parece existir influência por parte da estatura, pois não nos parece ser um problema de comprimento do membro, mas sim da área da secção, pois esta é influenciada pela forma do cone, pela distribuição da gordura nessa área e pela possível hipertrofia muscular visto esta ser uma amostra de atletas.

O alto volume de massa não gorda obtido no presente estudo, ou seja, uma maior hipertrofia muscular tanto na zona da coxa como na zona geminal quando comparado com não atletas, pode levar a um aumento dos erros de estimação, pois poderá fazer com que as suposições de que o membro inferior é circular, que o tecido adiposo subcutâneo forma um anel que rodeia a massa não gorda possam ser errónias, e parece-nos também que o número de locais de medição é limitado para prever o volume total. Quanto consideramos o FFLLV parece existir uma tendência maior para a sobrestimação comparando com o LLV. Esta possibilidade pode ser explicada pela aparente dificuldade do método antropométrico em estimar correctamente a FFM, o que influencia a estimação do FFLLV. Observações feitas em estudos anteriores indicaram limitações nos volumes da coxa, estimados pela antropometria, relativamente à estimativa da ressonância magnética, quando

aumenta a adiposidade. Estes resultados foram atribuídos a uma combinação de factores, incluindo a distribuição da massa gorda e a dificuldade em mensurar correctamente as pregas da coxa (27). Tendo em conta o estudo referido e tendo em conta que os sujeitos de sexo feminino apresentam uma maior massa gorda, poderemos ter uma explicação dos resultados obtidos no nosso estudo. Quanto à variabilidade biológica, as diferenças na medição das pregas poderá dever-se a cada indivíduo apresentar uma diferente distribuição do tecido adiposo subcutâneo (28). Atendendo a todas estas limitações, parece-nos que o método antropométrico utilizado deveria ser reavaliado de forma a ter em conta a população feminina e também a população de atletas femininas.

A medida de massa não gorda e de massa gorda através do DXA inclui a matriz óssea. A matriz óssea é mensurada pela forma do tecido não gordo e do tecido adiposo, estando estes dois presentes nas medições de toda a massa gorda e não gorda. Este facto poderá ter induzido erros de cálculo da composição corporal e mesmo de valor mínimo poderão em parte ter explicado a diferença entre os métodos.

A análise Bland-Altman e a análise da regressão linear mostram que as diferenças entre LLV^A e a LLV^{DXA} poderão estar relacionadas com a composição corporal das atletas, visto que o género feminino tende a apresentar valores mais elevados de tecido adiposo (absoluto e relativo) que o género masculino (29-31) e a estimação da massa gorda é maior nas raparigas comparando com rapazes, durante toda a adolescência e até à idade adulta (16). O facto de não ter existido diferenças significativas entre os membros inferiores (direito e esquerdo) poderá indicar que a imprecisão do método antropométrico contribui para as diferenças entre o método utilizado como referência (DXA) e o método antropométrico.

Tendo em conta o valor da Magnitude do efeito, obtivemos valores elevados de extensão destes factores à população onde foi retirada a amostra. Contudo estes valores parecem um pouco sobrevalorizados. Um dos factores desta sobrevalorização poderá ser o reduzido tamanho da amostra e esta ser muito

homogénea. Por outro lado e tendo em consideração os valores encontrados em estudos prévios (7) , poderá existir realmente uma magnitude de efeito elevada.

5. CONCLUSÃO

A partir do nosso estudo chegámos às seguintes conclusões:

- Existe uma sobrestimação do método antropométrico em relação ao método de referência (DXA) tanto para LLV como para o FFLLV;
- A massa corporal influencia tanto LLV como o FFLLV, embora o LLV^A e o $FFLLV^A$ aparentem ser mais influenciados do que o LLV^{DXA} e o $FFLLV^{DXA}$;
- A forma como foi calculado o LLV^A e o $FFLLV^A$, assenta em suposições que não poderemos considerar totalmente verdadeiras nas raparigas devido à maior quantidade de massa gorda e à possível alteração da forma do membro inferior;
- Quando fazemos a regressão linear entre os dois métodos, com o aumento do valor da soma dos dois métodos, maior será a sobrevalorização por parte do valor do método Antropométrico;
- O valor de Magnitude do Efeito é bastante elevado, contudo parece enviesado pelo reduzido número de atletas da amostra e pela sua homogeneidade.

6. SUGESTÕES PARA INVESTIGAÇÕES FUTURAS

Nesta secção deixo algumas sugestões a estudos a realizar nesta área:

- Aumentar o número de atletas da amostra;
- Fazer uma comparação entre sexos de forma a verificar se se mantêm estas conclusões;
- Fazer um estudo com a formulação de equações antropométricas juntando a idade, a estatura, a massa corporal e as medidas das pregas de gordura subcutânea de forma a prever o volume do membro inferior total e o volume de massa não gorda membro inferior;
- Executar apenas os cálculos para o volume da coxa e verificar a validade do método tanto no sexo feminino como no sexo masculino;
- Proceder a esta análise em todo o corpo e verificar se esta sobrestimação por nós encontrada se mantêm no resto do corpo ou em regiões específicas;
- Verificar se os valores de Magnitude do Efeito se mantêm em estudos com um número amostral superior ou adicionando praticantes de outros desportos para verificar se se mantêm as conclusões a que chegámos.

7. BIBLIOGRAFIA

1. Gonçalves C, Bairos V. Histologia. Texto e Imagens. 3ª Edição ed. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra; 2010.
2. Jones PR, Pearson J. Anthropometric determination of leg fat and muscle plus bone volumes in young male and female adults. *J Physiol.* 1969 Oct;204(2):63P-6P.
3. Dore E, Diallo O, Franca NM, Bedu M, Van Praagh E. Dimensional changes cannot account for all differences in short-term cycling power during growth. *Int J Sports Med.* 2000 Jul;21(5):360-5.
4. Martin RJ, Dore E, Twisk J, van Praagh E, Hautier CA, Bedu M. Longitudinal changes of maximal short-term peak power in girls and boys during growth. *Med Sci Sports Exerc.* 2004 Mar;36(3):498-503.
5. Martin RJ, Dore E, Hautier CA, Van Praagh E, Bedu M. Short-term peak power changes in adolescents of similar anthropometric characteristics. *Med Sci Sports Exerc.* 2003 Aug;35(8):1436-40.
6. Diallo O, Dore E, Duche P, Van Praagh E. Effects of plyometric training followed by a reduced training programme on physical performance in prepubescent soccer players. *J Sports Med Phys Fitness.* 2001 Sep;41(3):342-8.
7. Rance M, Morio B, Courteix D, Bedu M, Van Praagh E, Duche P. Lower-limb and whole-body tissue composition assessment in healthy active older women. *Ann Hum Biol.* 2006 Jan-Feb;33(1):89-99.
8. Villaca DS, Lerario MC, dal Corso S, Napolis L, de Albuquerque AL, Lazaretti-Castro M, et al. Clinical value of anthropometric estimates of leg lean volume in nutritionally depleted and non-depleted patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Br J Nutr.* 2008 Aug;100(2):380-6.

9. Sipila S, Suominen H. Effects of strength and endurance training on thigh and leg muscle mass and composition in elderly women. *J Appl Physiol*. 1995 Jan;78(1):334-40.
10. Beneke R, Neuerburg J, Bohndorf K. Muscle cross-section measurement by magnetic resonance imaging. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1991;63(6):424-9.
11. Heymsfield SB, Wang Z, Baumgartner RN, Ross R. Human body composition: advances in models and methods. *Annu Rev Nutr*. 1997;17:527-58.
12. Pietrobelli A, Peroni DG, Faith MS. Pediatric body composition in clinical studies: which methods in which situations? *Acta Diabetol*. 2003 Oct;40 Suppl 1:S270-3.
13. Kohrt WM. Body composition by DXA: tried and true? *Med Sci Sports Exerc*. 1995 Oct;27(10):1349-53.
14. Kohrt WM. Preliminary evidence that DEXA provides an accurate assessment of body composition. *J Appl Physiol*. 1998 Jan;84(1):372-7.
15. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation, and physical activity. 2nd ed. Champaign, Ill: Human Kinetics; 2004.
16. Malina RM. Body composition in athletes: assessment and estimated fatness. *Clin Sports Med*. 2007 Jan;26(1):37-68.
17. Heyward VH, Wagner DR. Applied body composition assessment. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2004.
18. Wells JC, Haroun D, Williams JE, Wilson C, Darch T, Viner RM, et al. Evaluation of DXA against the four-component model of body composition in obese children and adolescents aged 5-21 years. *Int J Obes (Lond)*. 2010 Apr;34(4):649-55.

19. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign, IL: Human Kinetics Books; 1988.
20. Frisancho AR. Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status. Ann Arbor: University of Michigan Press; 1990.
21. Forbes GB. Body composition in adolescence. *Prog Clin Biol Res.* 1981;61:55-72.
22. Visser M, Gallagher D, Deurenberg P, Wang J, Pierson RN, Jr., Heymsfield SB. Density of fat-free body mass: relationship with race, age, and level of body fatness. *Am J Physiol.* 1997 May;272(5 Pt 1):E781-7.
23. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet.* 1986 Feb 8;1(8476):307-10.
24. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* 2nd ed. Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum Associates; 1988.
25. Rosnow RL, Rosenthal R. *Computing Contrasts, Effect Sizes, and Counternulls on Other People's Published Data: General Procedures for Research Consumers.* *Psychological Methods.* 1996;1(4):331-40.
26. Hopkins WG. A Scale of Magnitudes for Effect Statistics. <http://www.sportsci.org/resource/stats/index.html>; 2002 [December 2010].
27. Tothill P, Stewart AD. Estimation of thigh muscle and adipose tissue volume using magnetic resonance imaging and anthropometry. *J Sports Sci.* 2002 Jul;20(7):563-76.
28. Lohman TG. Skinfolts and body density and their relation to body fatness: a review. *Hum Biol.* 1981 May;53(2):181-225.

29. Ferretti JL, Capozza RF, Cointry GR, Garcia SL, Plotkin H, Alvarez Filgueira ML, et al. Gender-related differences in the relationship between densitometric values of whole-body bone mineral content and lean body mass in humans between 2 and 87 years of age. *Bone*. 1998 Jun;22(6):683-90.
30. Nindl BC, Scoville CR, Sheehan KM, Leone CD, Mello RP. Gender differences in regional body composition and somatotrophic influences of IGF-I and leptin. *J Appl Physiol*. 2002 Apr;92(4):1611-8.
31. Malina RM. Variation in body composition associated with sex and ethnicity. In: Heymsfield SB, Lohman TG, Wang Z, Going S, editors. *Human Body Composition*. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2005. p. 271-98.