

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

**NATACHA MANCHADO PEREIRA**

**AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL EM  
INDIVÍDUOS COM LESÃO DA MEDULA ESPINHAL:  
UMA ANÁLISE CORRELACIONAL**

Campinas

2011

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

**NATACHA MANCHADO PEREIRA**

**AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL EM  
INDIVÍDUOS COM LESÃO DA MEDULA ESPINHAL:  
UMA ANÁLISE CORRELACIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso  
(Graduação) apresentado à Faculdade de  
Educação Física da Universidade Estadual  
de Campinas para obtenção do título de  
Bacharel em Educação Física.

**Orientador: José Irineu Gorla**

Campinas

2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR  
DULCE INES LEOCÁDIO DOS SANTOS AUGUSTO – CRB8/4991  
BIBLIOTECA “PROF. ASDRUBAL FERREIRA BATISTA”  
FEF - UNICAMP

P414a Pereira, Natacha Manchado, 1989-  
Avaliação da composição corporal em indivíduos com  
lesão da medula espinhal: uma análise correlacional / Natacha  
Manchado Pereira. -- Campinas, SP: [s.n], 2011.

Orientador: José Irineu Gorla.  
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) –  
Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação  
Física.

1. Avaliação. 2. Lesão Medular. 3. Composição corporal. I.  
Gorla, José Irineu. II. Universidade Estadual de Campinas.  
Faculdade de Educação Física. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em inglês:** Body composition assessment in individuals with spinal cord injury.

**Palavras-chave em inglês:**

Assessment

Spinal cord injury

Body composition

**Banca Examinadora:**

José Irineu Gorla [Orientador]

Anselmo de Athayde Costa e Silva

Paulo Ferreira de Araújo

**Data da defesa:** 25-10-2011

**Graduação:** Bacharel em Educação Física

NATACHA MANCHADO PEREIRA

**AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL EM  
INDIVÍDUOS COM LESÃO DA MEDULA ESPINHAL:  
UMA ANÁLISE CORRELACIONAL**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) defendido por Natacha Manchado Pereira e aprovado pela comissão julgadora em: 25/10/11.

Prof. Dr. José Irineu Gorla

Orientador

Prof. Dr. Paulo Ferreira Araújo

Prof. Ms. Anselmo de Athayde Costa e Silva

Campinas

2011

Aos meus pais...

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer ao meu orientador, Professor Doutor José Irineu Gorla pelas oportunidades que me foram dadas e pela orientação durante todos esses anos de minha Graduação. Não poderia deixar de agradecer ao Anselmo por toda a atenção e dedicação para elaboração desse trabalho final. Muito obrigada!

Agradeço aos meus amigos, aos meus colegas e a todos os maravilhosos professores que tive o grande privilégio de conhecer e conviver.

De forma imensa, agradeço aos meus pais, Paloma e Bísvaro, por todo apoio sempre concedido, por toda força, todo amor e todo carinho. Agradeço pelo simples e maior conselho que eles sempre me deram: “SEJA FELIZ!”

Agradeço também a minhas irmãs, Pamela e Stephanie, por terem dividido comigo minhas realizações, por reconhecer meus mais novos conhecimentos.

Agradeço, ainda, ao meu namorado, Kleber, por ter passado mais uma etapa, mais uma conquista ao meu lado, sempre com seu carinhoso apoio.

Agradeço a Deus, pelos momentos a mim concedidos. E por fazer tudo vir na “hora certa”!

Por fim, agradeço a todos que torceram por mim, a todos que sempre acreditaram em meus sonhos! Muito Obrigada!

PEREIRA, Natacha Manchado. **Avaliação da composição corporal em indivíduos com lesão da medula espinhal: uma análise correlacional.** 2011. 33f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

## RESUMO

A composição corporal corresponde a um componente da aptidão física. Esta diz a respeito ao fracionamento do peso corporal em ossos, músculos, gordura, água, além de outros tecidos e elementos bioquímicos (GUEDES, GUEDES, 2003). Em indivíduos que sofreram uma lesão da medula espinhal, diversas alterações fisiológicas ocorrem. Uma dessas alterações ocorre no âmbito da composição corporal. Essas alterações são dependentes do nível, plenitude e duração da lesão medular. De forma geral, devido à ausência de inervação em determinados grupos musculares ocorre, como consequência, uma atrofia dos músculos esqueléticos, com reduções de até 30% na quantidade de proteína corporal total após uma lesão da medula espinhal (KOCINA, 1997); concomitante a esse decréscimo de massa magra, ocorre um aumento na massa gorda. Para a avaliação da composição corporal, existem diversas técnicas e métodos de análise. No presente estudo, foram utilizadas medidas antropométricas, com utilização de equações preditivas generalizadas, e valores encontrados pelo DXA de 17 sujeitos (n=17) com lesão da medula espinhal, a qual teve como consequência uma paraplegia ou tetraplegia. Com os valores das equações preditivas generalizadas e do percentual de gordura (%G) do DXA, foi realizada uma análise de correlação para averiguar a aplicabilidade dessas equações à população de indivíduos com lesão da medula espinhal, devido ao fato de não existir equações validadas para a população em questão. Dessa maneira, foram analisadas oito equações (EQ1 a EQ8), das quais apenas três não apresentaram diferenças estatísticas (EQ3, EQ7 e EQ8). As três equações que não diferiram estatisticamente, apresentaram coeficientes de correlação fracos a moderados. Dessa maneira, a utilização de equações preditivas generalizadas à população de indivíduos com lesão da medula espinhal não é adequada, devido à baixa fidedignidade. Assim, torna-se necessária criação de equações preditivas específicas a indivíduos com lesão da medula espinhal.

**Palavras-chave:** Avaliação; Lesão da medula espinhal; Composição corporal;

PEREIRA, Natacha Manchado. **Body composition assessment in individuals with spinal cord injury: a correlational analysis.** 2011. 33f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

### ABSTRACT

Body composition corresponds to a component of physical fitness. It is the fractioning of body weight into bones, muscles, fat and water besides other tissues and biochemical elements (GUEDES, GUEDES, 2003). In individuals who suffered a spinal cord injury, several physiological alterations occur. One of these alterations occurs within body composition. They depend on the spinal cord lesion level, completeness and timing. Overall, due to the innervation absence in some muscle groups, an atrophy of skeletal muscles is developed, reducing up to 30% of the total body protein after a spinal cord injury (KOCINA, 1997); concurrent to the decrease of lean body mass, there is an increase of fat mass. For body composition assessment there are several techniques and methods of analysis. In this study, 17 athletes with spinal cord injury were evaluated through anthropometric parameters and through DXA (Dual energy X-ray absorptiometry). With the values of the generalized predictive equations and the percent fat (%F) estimated by DXA, a correlation analysis was performed to investigate the applicability of these equations to the study population, since there are no validated equations for this population. Eight equations were analyzed (EQ1 to EQ8), of which only three did not present statistical differences (EQ3, EQ7 and EQ8). However, such equations have showed weak and moderate correlation coefficients. Thus, the use of generalized predictive equations with the spinal cord injury population is not adequate, considering its low reliability. Therefore, it is necessary the development of studies creating specific instruments for assessing spinal cord injury individuals.

**Keywords:** Assessment; Spinal cord injury; Body composition;

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> – Comparação dos valores de gordura corporal estimada pelos diferentes protocolos antropométricos e pelo DXA ..... | 26 |
| <b>Figura 2</b> – DXA vs EQ7 .....                                                                                                 | 27 |
| <b>Figura 3</b> – DXA vs EQ8 .....                                                                                                 | 27 |

## SUMÁRIO

|       |                                                                      |    |
|-------|----------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | INTRODUÇÃO.....                                                      | 10 |
| 2     | OBJETIVOS.....                                                       | 12 |
| 2.1   | Geral .....                                                          | 12 |
| 2.2   | Específico .....                                                     | 12 |
| 3     | REVISÃO DE LITERATURA .....                                          | 13 |
| 3.1   | Composição corporal de indivíduos com lesão da medula espinhal ..... | 13 |
| 3.2   | Métodos de análise da composição corporal .....                      | 15 |
| 4     | MÉTODOS .....                                                        | 17 |
| 4.1   | Aspectos éticos.....                                                 | 17 |
| 4.2   | Tipo de Estudo .....                                                 | 17 |
| 4.3   | Local .....                                                          | 17 |
| 4.4   | População e Amostra .....                                            | 18 |
| 4.5   | Instrumentos .....                                                   | 20 |
| 4.5.1 | Absortometria Radiológica de Dupla Energia .....                     | 20 |
| 4.5.2 | Pregas Cutâneas.....                                                 | 21 |
| 4.5.3 | Perimetria.....                                                      | 21 |
| 4.5.4 | Diâmetros.....                                                       | 21 |
| 4.5.5 | Massa Corporal.....                                                  | 21 |
| 4.5.6 | Estatura Supina .....                                                | 22 |
| 4.6   | Equações Preditivas de Gordura .....                                 | 22 |
| 4.7   | Análise dos dados.....                                               | 23 |
| 5     | RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                                          | 24 |
| 6     | CONSIDERAÇÕES FINAIS.....                                            | 29 |
| 7     | REFERÊNCIAS .....                                                    | 30 |

## 1 INTRODUÇÃO

A composição corporal é um componente da aptidão física. Em indivíduos com lesão medular, diversas alterações fisiológicas ocorrem. Uma dessas alterações é em relação à composição corporal, em especial no que diz respeito à massa de tecido gorduroso e massa livre de gordura. Os conceitos que permeiam a composição corporal correspondem ao fracionamento do peso corporal em seus diferentes componentes, como ossos, músculos, gorduras, água, elementos bioquímicos e tecidos (GUEDES, GUEDES, 2006). Ainda de acordo com esse mesmo autor, os quatro componentes corporais com maior vulnerabilidade a alterações são os músculos, ossos, gorduras e água.

Com a lesão da medula espinhal, existe uma redistribuição desses componentes. Para avaliação da composição corporal, existem tantos métodos de campo quanto clínicos, o que torna necessária a realização de estudos que relacionem esses diferentes métodos. Por conta da ausência de equações preditivas específicas para a população de lesados medulares, torna-se necessária a análise de correlação entre os métodos clínicos e de campo utilizados com esses indivíduos, como forma de averiguar a fidedignidade dos valores preditos nas avaliações da composição oriundas das equações generalizadas.

Alguns estudos já foram realizados em torno dessas alterações decorrentes de uma lesão na medula espinhal, a qual pode trazer como sequela uma paraplegia ou tetraplegia. Dentre esses estudos já realizados, alguns possuem âmbito exclusivamente clínico (GIANGREGORIO, CRAVEN, WEBBER, 2005; SPUNGEN et al., 2003; MAGGIONI et al., 2003; WOOD, DUNKERLEY, TROMANS, 2001; KOCINA, 1997; MODLESKY et al., 1996; SPUNGEN et al., 1995; RASMANN NUHLICEK et al., 1988) e outros relacionados ao âmbito esportivo (MOJTAHEDI, VALENTINE, EVANS, 2009; SUTTON et al., 2009; INUKAI et al., 2006; JONES, LEGGE, GOULDING, 2002; WITHERS et al., 1987; BULBULIAN et al., 1987; LUSSIER et al., 1983). Os estudos de domínio clínico realizaram investigações exclusivamente diagnósticas relacionando as alterações da composição corporal oriundas da lesão da medula espinhal. Já os de domínio esportivo, realizaram investigações pelo viés das mudanças que a prática de um exercício físico e/ou modalidade esportiva pode trazer como benefício na composição corporal.

Além dessa diferenciação entre clínico e esportivo, podemos observar a utilização de variados métodos de análise dos componentes da composição corporal. Quanto a

isso, podemos entendê-los como métodos de campo e métodos clínicos. Os métodos de campo correspondem à mensuração da composição através de, por exemplo, antropometria. Essas medidas serão revertidas em equações que irão prever valores como de densidade e percentual de gordura corporal. Em relação aos métodos clínicos, podemos citar a absorptometria radiológica de dupla energia (DXA), ressonância nuclear magnética, tomografia computadorizada quantitativa e pletismografia.

Quanto ao método de campo, mais especificamente às equações preditivas, já existem padronizações para a população com deficiência, porém sem validade científica (BULBULIAN et al., 1987); isso acarreta em uma utilização das equações validadas a outras populações.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Analisar a aplicabilidade das equações preditivas generalizadas para avaliação da composição corporal em indivíduos com lesão da medula espinhal.

### **2.2 Específico**

Analisar a composição corporal de indivíduos com lesão da medula espinhal, a partir de métodos de campo (medidas antropométricas e equações preditivas) e clínicos (DXA), e comparar os resultados clínicos com equações generalizadas a partir de uma análise correlacional.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Composição corporal de indivíduos com lesão da medula espinhal

Em relação à variável composição corporal, já existem diversos estudos realizados com a população de indivíduos com lesão medular. Dentre esses, podemos citar o realizado por Kocina (1997), no qual é descrito um decréscimo de conteúdo mineral ósseo entre 25 a 50%, valor dependente do nível, plenitude e duração da lesão medular. Além disso, devido à ausência de inervação em determinados grupos musculares provocam como consequência uma atrofia dos músculos esqueléticos, com reduções de até 30% na quantidade de proteína corporal total após uma lesão da medula espinhal (KOCINA, 1997).

O estudo de Wood, Dunkerley e Tromans (2001), reforçou o conceito de que como consequência da imobilização, existe uma redução na densidade mineral óssea (DMO), que por sua vez pode acarretar em um aumento no risco de fraturas. É ainda descrito que essa diminuição da DMO ocorre de maneira mais rápida e significativa nos primeiros meses pós lesão da medula espinhal, especialmente nos ossos abaixo do segmento medular afetado (WOOD, DUNKERLEY, TROMANS, 2001).

Rasmann Nuhlicek et al. (1988), já haviam demonstrado essa abordagem trazida por Wood, Dunkerley e Tromans (2001), quando relataram que a inatividade, a imobilidade e/ou ausência de inervação muscular faz com que a composição corporal sofra alterações. Ainda mostraram que a secção completa da medula espinhal gera uma “catástrofe”, seja essa fisiológica quanto psicológica, reforçando as alterações ocorridas na composição dos tecidos corporais (RASMANN NUHLICEK et al., 1988).

Em um estudo do final da década de 1990, Jones, Goulding e Gerrard (1998), também descreveram algumas das alterações sofridas na composição corporal de indivíduos com lesão medular. Essas alterações consistem em redução de massa magra (tecidos musculares e ósseos, por exemplo) e aumento na massa gorda, e as mesmas possuem uma tendência de serem regionais (JONES, GOULDING, GERRARD, 1998).

Inukai et al. (2006), em estudo com indivíduos atletas com lesão da medula espinhal, relataram que a avaliação da composição corporal é uma importante ferramenta de mensuração dos efeitos do treinamento físico. Além disso, essa avaliação pode auxiliar na

promoção de saúde frente à alta prevalência de obesidade e doenças cardiovasculares na população de lesados medulares. O estudo ainda relata que o percentual de gordura corporal (%G) em paraplégicos fisicamente ativos é significativamente menor em relação a paraplégicos sedentários. Entretanto, mesmo que haja uma melhora no %G devido à prática de atividade física, esse ainda permanece elevado se comparado a indivíduos sem deficiências. O estudo demonstrou a regionalização das alterações na composição corporal ao constatar um valor significativamente mais elevado de %G nos membros inferiores (MMII) em relação ao tronco e membros superiores (MMSS). Assim, os autores concluíram a importância da avaliação da composição corporal de maneira segmentar (regional), tendo em vista que a redistribuição da gordura ser influenciada pelo nível da lesão da medula espinal (INUKAI et al., 2006).

Outro estudo da literatura que também expõe as alterações na composição corporal de maneira regional pós lesão medular é o de Mojtahedi, Valentine e Evans (2009). As autoras relatam reduções na quantidade de massa livre de gordura (MLG) e aumentos na massa gorda após lesão da medula espinal, sejam esses tanto totais quanto regionais. Além disso, reforçam que atividades físicas para MMSS podem auxiliar na diminuição da massa gorda e aumento na MLG nessa porção corporal (MOJTAHEDI, VALENTINE, EVANS, 2009).

Nesse mesmo ano, Sutton et al. (2009), publicaram um estudo no qual avaliaram a composição corporal de atletas do sexo feminino usuárias de cadeira de rodas. Dessa forma, encontraram um aumento da DMO e da massa magra, com consequente declínio do %G em MMSS da amostra e, em contrapartida, nos MMII, foi encontrado uma diminuição na DMO, massa magra e maior %G (SUTTON et al., 2009).

Spungen et al. (1995) realizaram um estudo com indivíduos com tetraplegia. Demonstraram que as alterações na composição corporal nessa população podem estar associadas, além da ausência de estímulos neuromusculares e imobilização, a anormalidades lipídicas, intolerância a carboidratos e resistência insulínica (SPUNGEN et al., 1995).

Por fim, um dos primeiros estudos relacionando lesão medular, composição corporal e atividade física, foi realizado por Bulbulian et al. (1987). A amostra foi composta por indivíduos do sexo masculino paraplégicos. Os autores levantaram a hipótese de que o declínio na densidade óssea estava relacionado à inatividade dos MMII. Para demonstrar como essa porção corporal influencia na composição total do corpo, foi relatado que esse

segmento corresponde a cerca de 32.9% da massa corporal total e que 20% dessa, corresponde a tecidos ósseos. O estudo sugere que a atividade física em usuários de cadeira de rodas promove um aumento na densidade óssea de MMSS (BULBULIAN et al., 1987).

### 3.2 Métodos de análise da composição corporal

Segundo Guedes e Guedes (2006), existem diversas técnicas e métodos para a análise da composição. O modelo clássico é composto por níveis de organização: atômico, molecular, celular, tecidular e corpo inteiro.

O nível atômico corresponde à análise de componentes tais oxigênio, carbono e hidrogênio. O molecular diz respeito, por exemplo, à água, lipídios e proteínas. Quanto ao celular, corresponde a análise da massa celular, dos fluidos e sólidos extracelulares. O nível tecidular está relacionado aos diversos tecidos corporais, como sistema musculoesquelético, tecido adiposo, tecido ósseo e sangue. Por fim, o nível organizacional de corpo inteiro compreende-o “como uma unidade única com relação a seu tamanho, forma, área e densidade” (GUEDES, GUEDES, 2006, p.193).

Para melhor compreender a análise da composição corporal, é interessante os conceitos do fracionamento da massa corporal. Esse fracionamento, ainda segundo Guedes e Guedes (2006) basicamente consiste em componente de gordura (massa gorda) e componente não-gorduroso (massa magra).

Assim, podemos compreender como massa gorda o tecido adiposo, composto por adipócitos, fluidos extracelulares, endotélio vascular, colágeno e fibras elastinas, e a gordura, a qual corresponde ao total de lipídios no organismo. Por sua vez, a massa magra compreende a componentes tais água, minerais e matéria orgânica (GUEDES, GUEDES, 2006).

Em relação às técnicas de análise, existem procedimentos de determinação direta, indireta e duplamente indireta. As técnicas de determinação direta correspondem às informações obtidas *in vitro*, como por exemplo, a partir de dissecação de cadáveres ou extração lipídica. As indiretas, dizem respeito a variáveis de âmbito físico e químico, as quais

irão predizer, de maneira estimada, a massa magra e a massa gorda. As técnicas duplamente indiretas correspondem a equações de regressão para estimativa da composição corporal.

Quanto às medidas indiretas, existem basicamente três técnicas: bioquímica, imagem e densitometria. A técnica de medidas bioquímicas corresponde a hidrometria, espectrometria de raios gama, ativação de nêutrons e excreção de creatinina. Os procedimentos por imagem compreendem em absorptometria radiológica de dupla energia (DXA), radiologia convencional, ultrassonografia, tomografia axial computadorizada e ressonância magnética nuclear. Por fim, as medidas de densitometria podem ser obtidas através de pesagem hidrostática e pletismografia (GUEDES, GUEDES, 2006).

Ainda segundo Guedes e Guedes (2006), a antropometria corresponde a um método de análise da composição corporal mais simples e acessível, com grande aplicabilidade. Dentre esse método, incluem-se a espessura de pregas cutâneas, circunferências e diâmetros ósseos, assim como massa corporal e estatura. Com a combinação de variáveis da antropometria, tais como espessura de pregas cutâneas, e densidade corporal, originaram-se equações preditivas para avaliação da composição corporal.

## 4 MÉTODOS

### 4.1 Aspectos éticos

O estudo é um recorte de um projeto maior, o qual foi encaminhado ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp e aprovado sob parecer 405/2009. O estudo foi realizado, mediante termo de consentimento livre e esclarecido assinado pelos indivíduos voluntários do estudo.

### 4.2 Tipo de Estudo

O presente estudo é caracterizado como descritivo, do tipo transversal, de caráter correlacional. De acordo com Thomas, Nelson e Silverman (2007), um estudo de correlação consiste em explorar relações existentes entre variáveis. Para tanto, é necessário um coeficiente de correlação, também chamado de *r de Pearson* e correlação interclasse, e corresponde a “uma estatística bivariada, o que significa que ele é usado para correlacionar duas variáveis diferentes” (THOMAS, NELSON, SILVERMAN, 2007, p.174).

Assim, podemos averiguar o grau de fidedignidade, o qual é expresso através do coeficiente de correlação, o qual varia de 0,00 a 1,00. Dessa forma, “quanto mais próximo de 1,00 estiver o coeficiente, menor será a variância de erro refletida por ele e maior será avaliação de escore verdadeiro” (THOMAS, NELSON, SILVERMAN, 2007, p.173).

### 4.3 Local

As avaliações antropométricas (massa corporal, estatura, circunferências, diâmetros e pregas cutâneas) serão realizadas nas dependências da Faculdade de Educação Física da UNICAMP/SP. A avaliação da composição corporal realizada com o DXA (Absortometria Radiológica de Dupla Energia) foi executada no departamento de Radiologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP.

#### **4.4 População e Amostra**

Participaram deste estudo 17 atletas (n=17) do sexo masculino com lesão da medula espinhal, entre os segmentos medulares C4 a T11, praticantes de Rúgbi ou Handebol em Cadeira de Rodas. Os indivíduos foram avaliados através de DXA e Antropometria (massa, estatura, circunferências, diâmetros e pregas cutâneas).

A caracterização dos indivíduos foi descrita na tabela abaixo, em conjunto aos valores de índice de massa corporal (IMC), densidade mineral óssea (DMO), massa magra (MM) e percentual de gordura (%G).

**Tabela 1:** Caracterização da amostra

| SUJ          | LESÃO | MODALIDADE | ID<br>(anos) | MASSA<br>(Kg) | ESTATURA<br>(cm) | IMC<br>(Kg/m <sup>2</sup> ) | DMO<br>(g/cm <sup>2</sup> ) | MM<br>(Kg) | % G<br>(%) |
|--------------|-------|------------|--------------|---------------|------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------|------------|
| 1            | tetra | RCR        | 32,96        | 63,30         | 175,30           | 20,60                       | 1,29                        | 49,46      | 20,90      |
| 2            | tetra | RCR        | 22,18        | 70,00         | 172,00           | 23,66                       | 1,10                        | 40,75      | 38,00      |
| 3            | tetra | RCR        | 23,89        | 59,60         | 157,00           | 24,18                       | 1,18                        | 48,56      | 14,80      |
| 4            | tetra | RCR        | 32,91        | 75,80         | 185,40           | 22,05                       | 1,10                        | 55,74      | 26,20      |
| 5            | tetra | RCR        | 23,36        | 60,60         | 175,30           | 19,72                       | 1,02                        | 50,11      | 19,80      |
| 6            | tetra | RCR        | 30,53        | 65,00         | 171,00           | 22,23                       | 1,11                        | 46,15      | 25,70      |
| 7            | para  | RCR        | 27,82        | 56,50         | 170,00           | 19,55                       | 1,41                        | 47,00      | 15,80      |
| 8            | tetra | RCR        | 36,29        | 49,80         | 173,00           | 16,64                       | 1,05                        | 43,56      | 30,40      |
| 9            | tetra | RCR        | 23,59        | 65,30         | 198,20           | 16,62                       | 1,17                        | 49,86      | 22,70      |
| 10           | tetra | RCR        | 21,08        | 76,50         | 183,00           | 22,84                       | 1,02                        | 56,18      | 25,30      |
| 11           | tetra | RCR        | 25,91        | 66,70         | 186,00           | 19,28                       | 1,14                        | 50,99      | 21,00      |
| 12           | tetra | RCR        | 41,15        | 66,20         | 179,50           | 20,55                       | 1,07                        | 55,20      | 18,60      |
| 13           | tetra | RCR        | 22,01        | 63,10         | 176,40           | 20,28                       | 1,03                        | 42,78      | 26,30      |
| 14           | para  | HCR        | 38,18        | 83,00         | 171,00           | 28,38                       | 1,28                        | 47,92      | 37,40      |
| 15           | para  | HCR        | 29,75        | 51,90         | 164,40           | 19,20                       | 1,07                        | 42,09      | 17,30      |
| 16           | para  | HCR        | 32,93        | 82,00         | 178,00           | 25,88                       | 1,19                        | 50,58      | 36,30      |
| 17           | para  | HCR        | 40,22        | 67,60         | 167,00           | 24,24                       | 1,26                        | 54,41      | 18,50      |
| <b>Média</b> |       |            | 29,69        | 66,05         | 175,44           | 21,52                       | 1,14                        | 48,9       | 24,41      |
| <b>Dp</b>    |       |            | 6,65         | 9,38          | 9,45             | 3,13                        | 0,11                        | 4,81       | 7,39       |

**Legenda:** tetra – tetraplegia; para – paraplegia; RCR – rúgbi em cadeira de rodas; HCR – handebol em cadeira de rodas; dp – desvio padrão; IMC – índice de massa corporal; DMO – densidade mineral óssea; MM – massa magra; %G – percentual de gordura;

## 4.5 Instrumentos

- DXA Hologic<sup>®</sup>;
- Adipômetro Harpenden<sup>®</sup>;
- Fita antropométrica modelo Gulick marca Mabbis<sup>®</sup>;
- Paquímetro WCS<sup>®</sup> 60 cm;
- Balança da marca Filizola<sup>®</sup>;
- Estadiômetro com precisão de milímetros WCS<sup>®</sup> com 220 cm;

### 4.5.1 Absortometria Radiológica de Dupla Energia

O equipamento utilizado é da marca Hologic<sup>®</sup>, modelo Explorer (*Hologic Inc.*, Bedford, Massachusetts, USA). Consiste num equipamento com multi-detectores de estado sólido, com tecnologia de escaneamento *fan beam* que possibilita a aquisição dos dados por uma única varredura do paciente. Os participantes deste procedimento fizeram aquisições de corpo inteiro.

Os voluntários foram posicionados na área de escaneamento do equipamento de modo que a linha sagital demarcada nessa área ficou no centro dos pontos anatômicos como: crânio, coluna vertebral, pélvis e pernas. Os sujeitos utilizaram o mínimo de roupa possível e a avaliação teve a duração média inferior a 10 minutos por sujeito. As medidas obtidas foram: Distribuição Mineral Óssea (regional e total), Massa Gorda (g) e Massa Livre de Gordura (gl). O aparelho utilizado encontra-se no Serviço de Medicina Nuclear do Departamento de Radiologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP.

#### **4.5.2 Pregas Cutâneas**

As pregas cutâneas foram avaliadas com o compasso Harpenden<sup>®</sup> (Harpenden Instruments, Marsden, UK). Foram aferidas as seguintes pregas: Tricipital (TR), Bicipital (BC), Axilar Média (A), Peitoral (P) Subescapular (SB), Supra Ilíaca (SI), Supra Ilíaca Média (SI<sub>m</sub>), Coxa (CX) e Abdominal (AB) de acordo com o protocolo de Guedes e Guedes (2006).

#### **4.5.3 Perimetria**

Foram avaliados com o uso de uma fita antropométrica os seguintes perímetros: Circunferência de Tórax (Ctx), Circunferência abdominal (Cab), Circunferência de Quadril (CQ), Circunferência de Cintura (CC), Circunferência de Coxa (CCo) e Circunferência de Panturrilha Medial (Pth), Circunferência de tornozelo (Cto), Circunferência de braço (Cb), Circunferência de Ante-braço (Cant) e Circunferência de Punho (Cph).

Estas medidas foram aferidas na posição supina (atletas posicionados em cima de colchonetes), com exceção da Cb.

#### **4.5.4 Diâmetros**

Foram avaliados os seguintes diâmetros: torácico (DT), acrômio-escapular (DA), bi-crista ilíaco (Dbci), úmero (Dum), diâmetro femoral (DF) e diâmetro maleolar (Dma). Para estas medidas foram utilizados paquímetros da marca WCS<sup>®</sup>

#### **4.5.5 Massa Corporal**

Foi avaliada a massa corporal dos sujeitos em Kg com o uso de uma balança da marca Filizola<sup>®</sup>, segundo a padronização proposta por Gorla (2008).

#### 4.5.6 Estatura Supina

Será avaliada a estatura dos sujeitos com um estadiômetro com precisão de milímetros, de acordo com a padronização proposta por Gorla (2008).

#### 4.6 Equações Preditivas de Gordura

Foram analisadas 17 equações antropométricas generalizadas para comparação ao percentual de gordura do DXA, das quais oito foram selecionadas (Quadro 1).

**Quadro 1: Equações selecionadas para análise**

| AUTOR                          | EQUAÇÃO                                                                             |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| EQ1: Durnin & Womersley (1974) | $d = 1,1631 - 0,0632 * \log(TR + BC + SB + SI)$                                     |
| EQ2: Faulkner (1968)           | $d = 5,783 + 0,153 * (TR + SB + SI + AB)$                                           |
| EQ3: Durnin & Womersley (1974) | $d = 1,1765 - 0,0744 * \log_{10}(TR + AB + SB + SI)$                                |
| EQ4: Katch & McArdle (1973)    | $d = 1,09665 - 0,00103 * (L2) - 0,00056 * (P2) - 0,00054 * (S2)$                    |
| EQ5: Wilmore & Behnke (1969)   | $d = 1,08543 - 0,000886 * (S2) - 0,0004 * (R2)$                                     |
| EQ6: Thorland et al. (1984b)   | $d = (1,1136 - 0,00154 * (L2 + P2 + N2)) * (L2 + P2 + N2)$                          |
| EQ7: Forsyth & Sinning (1973a) | $d = (1,103 - 0,00168 * (P2) - 0,001278(S2))$                                       |
| EQ8: Forsyth & Sinning (1973b) | $d = (1,10647 - 0,00162 * (P2) - 0,00144 * (S2) - 0,00077 * (L2) + 0,00071 * (N2))$ |
| Equação de Siri (1961)         | $\%G = \left( \frac{4,95}{d} - 4,5 \right) * 100$                                   |

**Legenda:** d – densidade corporal; G – gordura corporal; TR – prega cutânea tricipital; BC – prega cutânea bicipital; SB – prega cutânea subescapular; SI – prega cutânea suprailíaca; AB – prega cutânea abdominal; L2 – TR<sup>2</sup>; P2 – SB<sup>2</sup>; S2 – AB<sup>2</sup>; R2 – CX<sup>2</sup> – prega cutânea coxa; N2 – AM<sup>2</sup> – prega cutânea axilar média; %G – percentual de gordura corporal

#### 4.7 Análise dos dados

Os resultados analisados através de estatística descritiva e os valores de percentual de gordura obtidos através do DXA foram correlacionados com os resultados de equações de predição de gordura. Utilizou-se o teste “*t*” para amostras pareadas para comparar os resultados encontrados entre as equações e o Coeficiente de Correlação linear de *Pearson* (*r*) para avaliar a relação entre as equações. Para confirmar a aplicabilidade das equações utilizou-se análise de regressão linear com as equações que apresentaram correlações significativas com o percentual de gordura encontrado no DXA (PGDXA). O nível de significância adotado foi de  $p \leq 0,05$ . Foi utilizado o pacote estatístico R-Plus 2.11.0<sup>®</sup>.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Distribuição regional do percentual de gordura (%G)

A partir dos resultados obtidos através da absorptometria radiológica de dupla energia (DXA), podemos avaliar a distribuição regional da porção de gordura corporal. Na tabela 2 é demonstrada essa regionalização da gordura. É possível observar um maior percentual de gordura nos membros inferiores em relação ao tronco e aos membros superiores. Isso pode ser explicado pelo fato da imobilização dos membros inferiores conjuntamente aos exercícios realizados por membros superiores. Podemos considerar tanto exercícios formalizados, tal qual a prática de uma modalidade esportiva, como os movimentos utilizados para atividades de vida diária, como fazer a propulsão da cadeira de rodas.

No estudo de Sutton et al. (2009), foi realizada uma avaliação da composição corporal em atletas do sexo feminino usuárias de cadeira de rodas. Para tanto, utilizou-se um grupo controle de pessoas sedentárias sem deficiência para observar as alterações ocorridas devido a utilização da cadeira de rodas e também para avaliar o efeito do treinamento esportivo. Os autores encontraram uma melhor densidade mineral óssea nos membros superiores das atletas, assim como menos %G (SUTTON ET AL., 2009), dados bastante semelhantes ao demonstrado no presente estudo.

**Tabela 2: Estatística descritiva da distribuição regional do % de gordura**

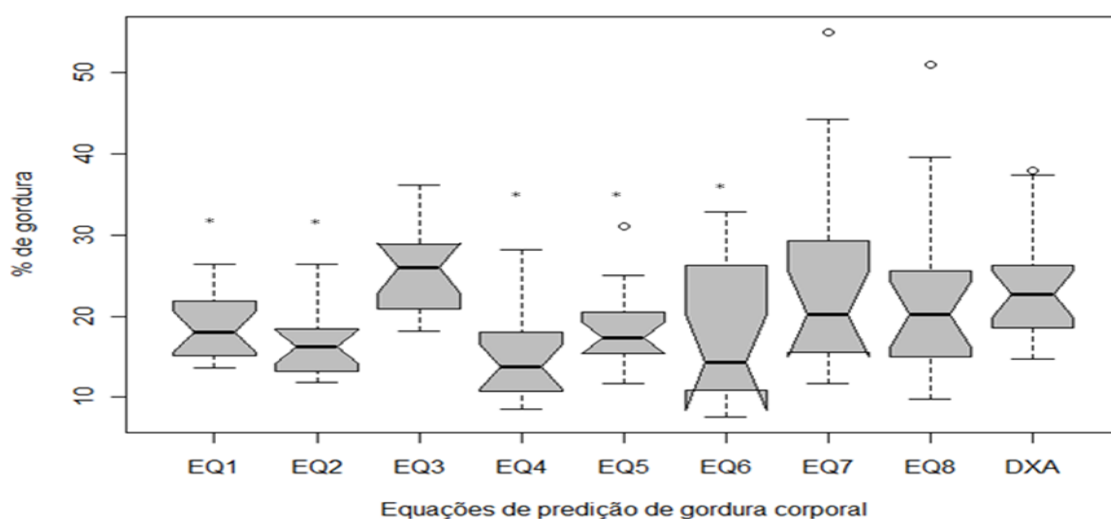
| SUJ          | BE    | BD    | TRONCO | PE    | PD    | SUB   | TOTAL |
|--------------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 1            | 14,30 | 16,00 | 19,10  | 27,00 | 28,00 | 21,20 | 20,90 |
| 2            | 32,90 | 32,20 | 40,50  | 40,20 | 43,10 | 39,70 | 38,00 |
| 3            | 9,70  | 9,40  | 14,70  | 15,20 | 16,30 | 14,40 | 14,80 |
| 4            | 18,60 | 19,40 | 24,50  | 34,20 | 31,50 | 26,90 | 26,20 |
| 5            | 14,80 | 14,90 | 17,20  | 26,80 | 24,00 | 20,00 | 19,80 |
| 6            | 26,80 | 23,50 | 4,90   | 31,30 | 27,40 | 26,30 | 25,70 |
| 7            | 11,60 | 7,30  | 12,80  | 23,00 | 23,80 | 15,70 | 15,80 |
| 8            | 25,80 | 28,70 | 29,90  | 34,70 | 34,90 | 31,40 | 30,40 |
| 9            | 23,00 | 21,00 | 20,60  | 27,80 | 27,20 | 23,30 | 22,70 |
| 10           | 18,70 | 18,00 | 25,20  | 29,10 | 29,90 | 25,80 | 25,30 |
| 11           | 17,60 | 14,50 | 18,20  | 27,80 | 29,50 | 21,30 | 21,00 |
| 12           | 12,20 | 10,30 | 19,90  | 20,40 | 18,40 | 18,60 | 18,60 |
| 13           | 20,70 | 18,30 | 25,10  | 33,20 | 33,30 | 27,20 | 26,30 |
| 14           | 28,30 | 26,80 | 38,60  | 47,80 | 48,80 | 39,00 | 37,40 |
| 15           | 9,40  | 8,70  | 13,50  | 28,50 | 27,50 | 17,20 | 17,30 |
| 16           | 20,60 | 24,80 | 38,80  | 42,70 | 45,60 | 37,60 | 36,30 |
| 17           | 10,60 | 9,40  | 15,10  | 30,00 | 29,70 | 18,60 | 18,50 |
| <b>média</b> | 18,56 | 17,84 | 22,27  | 30,57 | 30,52 | 24,95 | 24,41 |
| <b>Dp</b>    | 7,06  | 7,56  | 9,97   | 7,99  | 8,74  | 7,99  | 7,39  |

**Legenda:** Dp – desvio padrão; BE – % de gordura braço esquerdo; BD – % de gordura braço direito; PE – % de gordura perna esquerda; PD – % de gordura perna direita; SUB - % de gordura subtotal;

## 5.2 Correlação entre DXA e equações

Com os valores das equações e do DXA, foram realizadas análises de correlação para averiguar a aplicabilidade destas na população de indivíduos com lesão medular. Assim, na figura 1 foram apresentados os resultados da análise comparativa dos valores das equações preditivas e o percentual de gordura total obtido pelo DXA. Observa-se nessa figura que algumas equações diferiram significativamente dos valores obtidos pelo DXA. Essa comparação foi feita através do teste *t* para amostras pareadas e pode ser visualizadas pela falta de sobreposição das caixas abaixo.

**Figura 1: comparação dos valores de gordura corporal estimada pelos diferentes protocolos antropométricos e pelo DXA.**

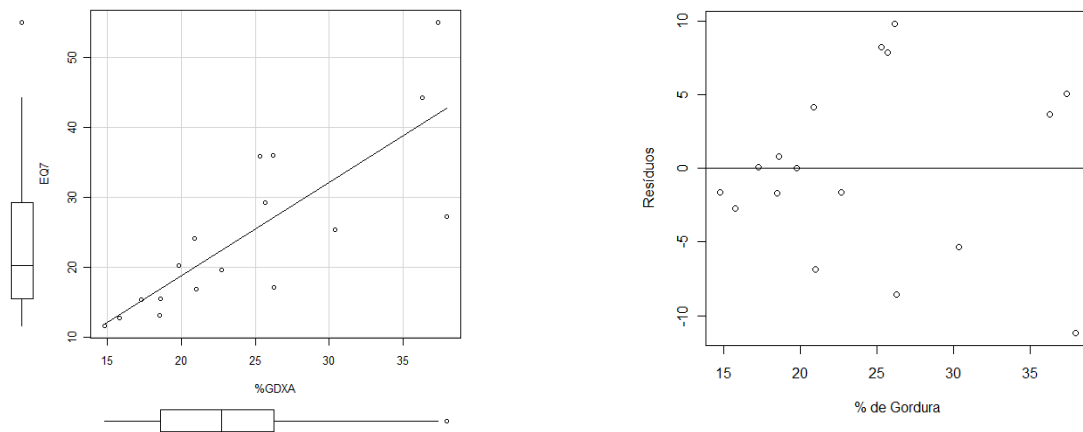


**Legenda:** EQ1 - Durnin & Womersley (1974); EQ2- Faulkner (1968); EQ3 - Durnin e Womersley (1974b); EQ4 - Katch e Macrdle (1973); EQ5 - Wilmore e Bencke (1969); EQ6 - Thorland (1984)b; EQ7 - Forsyth & Sinning (1973a); EQ8 – Forsyth & Sinning (1973b); \* diferença significativa em comparação com o %DXA; ° observação atípica;

As equações Forsyth & Sinning (1973a) e Forsyth & Sinning (1973b) foram as duas equações que apresentaram maior coeficiente de correlação, 0,63 e 0,65, respectivamente, em relação aos valores do DXA. Na figura 2, é mostrado um gráfico de dispersão entre os valores obtidos pelo DXA e pela equação de Forsyth & Sinning (1973a), no

qual podemos observar valores pouco homogêneos, com um distanciamento da linha de tendência, demonstrando a fraca correlação.

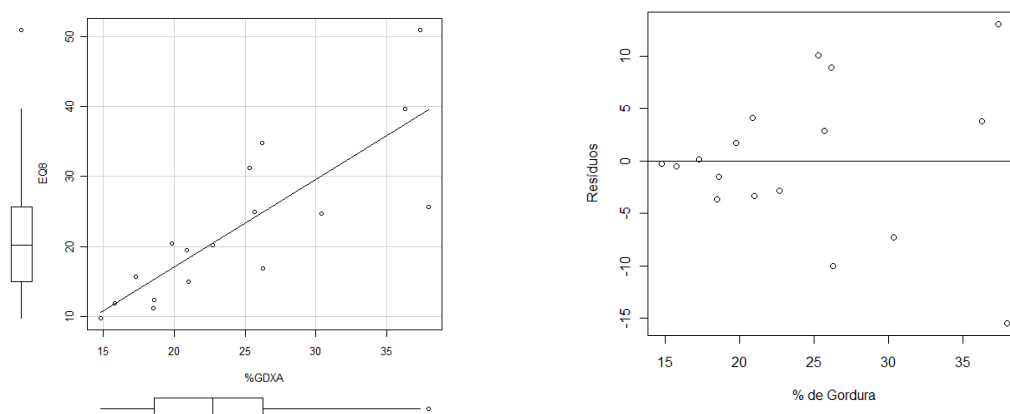
**Figura 2:** DXA vs Forsyth & Sinning (1973a)



**Legenda:** EQ7- Forsyth & Sinning (1973a); %GDXA – percentual de gordura avaliado pelo DXA;

Assim como na figura 2, abaixo é apresentado o gráfico de dispersão (Figura 3) entre os valores do percentual de gordura total obtido pelo DXA e pela equação preditiva Forsyth & Sinning (1973b). Também são observados valores heterogêneos, entretanto, em comparação à figura 2, nota-se valores mais próximos à linha de tendência, confirmando uma maior correlação dessa equação em relação a anterior. Isso é confirmado pelo coeficiente encontrado, 0,65 para a Forsyth & Sinning (1973b) e 0,63 para a Forsyth & Sinning (1973a).

**Figura 3:** DXA vs Forsyth & Sinning (1973b)



**Legenda:** EQ8– Forsyth & Sinning (1973b); %GDXA – percentual de gordura avaliado pelo DXA;

Após a realização da análise das oito equações preditivas generalizadas, constatou-se que apenas três delas não apresentaram diferenças estatísticas em relação aos resultados obtidos pelo DXA. Dessa forma, o coeficiente de correlação encontrado nas três equações (DURNIN & WOMERSLAY, 1974-EQ3; FORSYTH & SINNING, 1973a-EQ7; FORSYTH & SINNING, 1973b-EQ8) foram, respectivamente, 0,58, 0,63 e 0,65. Esses coeficientes são considerados fracos a moderados, sendo que quanto mais próximo de 1,00 o coeficiente for, mais forte é a correlação.

Assim, mesmo que os valores preditos por essas três equações não tenham apresentado diferenças estatísticas em comparação aos valores do DXA, os coeficientes de correlação não demonstram um bom nível de fidedignidade. Isso significa dizer que mesmo as equações que não diferiram significativamente ao DXA, não possuem uma aplicabilidade adequada à população de indivíduos com lesão da medula espinhal.

Esses resultados confirmam a falta de aplicabilidade das equações preditivas generalizadas para a população em questão. Reforça, portanto, a necessidade de desenvolvimento de equações específicas de maneira a suprir a escassez de métodos de campo com validade científica para indivíduos com lesão da medula espinhal.

Essa questão da falta de aplicabilidade e escassez de métodos de campo específicos para indivíduos com lesão da medula espinhal é relatada na literatura. Bulbulian et al. (1987) demonstrou em seu estudo com atletas paraplégicos que o uso de equações não específicas na amostra mostrou-se muito inadequado. O estudo de Kocina (1997) também reforça a necessidade de desenvolvimento de equações específicas para indivíduos com lesão da medula espinhal para que haja uma avaliação da composição corporal de maneira mais fidedigna. A questão da falta de aplicabilidade das equações também foi demonstrada no estudo de Sutton et al. (2009). Assim, o presente estudo confirma a necessidade de desenvolvimento de equações preditivas específicas de forma a promover uma validade nos métodos de campo para a população de indivíduos com lesão da medula espinhal.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da análise correlacional entre valores preditos por oito equações generalizadas e pelo DXA demonstraram que apenas três equações não apresentaram diferenças estatísticas com o resultado clínico (DXA). Entretanto, o coeficiente de correlação demonstra valores fracos a moderados. Isso pode ser interpretado de forma a não ser adequada a aplicabilidade de equações preditivas generalizadas para a população de indivíduos com lesão medular.

Esses resultados confirmam estudos encontrados pela literatura. Mojtahedi et al. (2009) reiteraram a necessidade de desenvolvimento de equações preditivas específicas para a população de indivíduos com lesão da medula espinhal. Essa questão também foi defendida por Kocina (1997) e Maggioni et al. (2003). Em outro estudo, Sutton et al. (2009) descreveram a existência de fraca aplicabilidade de equações antropométricas para a população usuária de cadeira de rodas. A aplicabilidade de equações também foi considerada inadequada no estudo de Bulbulian et al. (1987).

Assim, o presente estudo confirma a fraca confiabilidade de aplicação das equações preditivas generalizadas para a população de indivíduos com lesão da medula espinhal e reforça a necessidade de desenvolvimento de equações preditivas específicas à população em questão.

## 7 REFERÊNCIAS

BULBULIAN, R.; JOHNSON, R. E.; GRUBER, J. J.; DARABOS, B. Body composition in paraplegic male athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.19, n.3, p.195-201, 1987.

GIANGREGORIO, L. M.; CRAVEN, B. C.; WEBBER, C. E. Musculoskeletal changes in women with spinal cord injury: a twin study. **Journal of Clinical Densitometry**. v.8, n.3, p.347-351, 2005.

GORLA, J. I. **Educação Física Adaptada: o passo a passo da avaliação**. São Paulo: Phorte, 2008.

GUEDES, D. P. Estudo de gordura corporal através da mensuração de valores da densidade corporal e da espessura de dobras cutâneas em universitários. **Kinesis**. v.1, n.2, p.183-212, 1985.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. **Manual prático para avaliação em educação física**. Barueri, São Paulo: Manole, 2006.

INUKAI, Y.; TAKAHASHI, K.; WANG, D. H.; KIRA, S. Assessment of total and segmental body composition in spinal cord-injured athletes in Okayama prefecture of Japan. **Acta Medica Okayama**. v.60, n.2, p.99-106, 2006.

JONES, L. M.; GOULDING, A.; GERRARD, D. F. DEXA: a practical and accurate tool to demonstrate total and regional bone loss, lean tissue loss and fat mass gain in paraplegia. **Spinal Cord**. v.36, p.637-640, 1998.

JONES, L. M.; LEGGE, M.; GOULDING, A. Intensive exercise may preserve bone mass of the upper limbs in spinal cord injured males but does not retard demineralisation of the lower body. **Spinal Cord**. v.40, p.230-235, 2002.

KOCINA, P. Body composition of spinal cord injured adults. **Sports Medicine**. v.23, n.1, p.48-60, 1997.

LUSSIER, L.; KNIGHT, J.; BELL, G.; LOHMAN, T.; MORRIS, A. F. Body composition comparison in two elite female wheelchair athletes. **Paraplegia**. v.21, p.12-22, 1983.

MAGGIONI, M.; BERTOLI, S.; MARGONATO, V.; MERATI, G.; VEICSTEINAS, A.; TESTOLIN, G. Body composition assessment in spinal cord injury subjects. **Acta Diabetologica**. v.40, p.S183-S186, 2003.

MODLESKY, C. M.; LEWIS, R. D.; YETMAN, K. A.; ROSE, B.; ROSSKOPF, L. B.; SNOW, T. K.; SPARLING, P. B. Comparison of body composition and bone mineral measurements from two DXA instruments in young men. **American Journal of Clinical Nutrition**. v.64, p.669-673, 1996.

MOJTAHEDI, M. C.; VALENTINE, R. J.; EVANS, E. M. Body composition assessment in athletes with spinal cord injury: comparison of field methods with dual energy x-ray absorptiometry. **Spinal Cord**. v.47, p.698-704, 2009.

QUEIROGA, M. R. **Testes e medidas para avaliação da aptidão física relacionada à saúde em adultos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

RASMANN NUHLICEK, D. N.; SPURR, G. B.; BARBORIAK, J. J.; ROONEY, C. B.; EL GHATIT, A. Z.; BONGARD, R. D. Body composition of patients with spinal cord injury. **European Journal of Clinical Nutrition**. v.42, p.765-773, 1988.

SPUNGEN, A. M.; ADKINS, R. H.; STEWART, C. A.; WANG, J.; PIERSON JR, R. N.; WATERS, R. L.; BAUMAN, W. A. Factors influencing body composition in persons with spinal cord injury: a cross-sectional study. **Journal of Applied Physiology**. v.95, p.2398-2407, 2003.

SPUNGEN, A. M.; BAUMAN, W. A.; WANG, J.; PIERSON JR, R. N. Measurement of body fat in individuals with tetraplegia: a comparison of eight alinical methods. **Paraplegia**. v.33, p.402-408, 1995.

SUTTON, L.; WALLACE, J.; GOOSEY-TOLFREY, V. SCOTT, M.; REILLY, T. Body composition of female wheelchair athletes. **International Journal of Sports Medicine**. v.30, p.259-265, 2009.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. **Métodos de Pesquisa em atividade física**. 5 ed – Porto Alegre: Artmed, 2007.

WITHERS, R. T.; WHITTINGHAM, N. O.; NORTON, K. I.; LA FORGIA, J.; ELLIS, M. W.; CROCKETT, A. Relative body fat and anthropometric prediction of body density of female athletes. **European Journal of Applied Physiology.** v.56, p.169-180, 1987.

WOOD, D. E.; DUNKERLEY, A. L.; TROMANS, A. M. Results from bone mineral density scans in twenty-two complete lesion paraplegics. **Spinal Cord.** v.39, p.145-148, 2001.