

Fisioter Bras 2018;19(2):183-9

## ARTIGO ORIGINAL

### Comparação da atividade eletromiográfica em músculos do powerhouse no roll up e roll back no solo e no Cadillac do método Pilates

#### *Comparison of electromyographic activity of powerhouse muscles performing the roll up and roll back on the floor and on the Cadillac Pilates method*

Eduardo Freitas da Rosa\*, Debora Cantergi\*, João Pereira Neto\*\*, Bruno Gilberto Dias Morem\*, Jefferson Fagundes Loss\*

\*Laboratório de Pesquisa do Exercício, Universidade Federal do Estado do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre/RS, \*\*Coordenador do curso de Fisioterapia da Anhanguera, Porto Alegre/RS

Recebido em 3 de agosto de 2017; aceito em 20 de janeiro de 2018.

**Endereço de correspondência:** Eduardo Freitas da Rosa, Rua dos Andradas, 1091, conj 73, 90200-007 Porto Alegre RS, E-mail: eduardo@institutogolden.com.br; Debora Cantergi: debora.cantergi@gmail.com; João Pereira Neto: jpn.23@hotmail.com; Bruno Gilberto Dias Morem: bmorem@gmail.com; Jefferson Fagundes Loss: jefferson.loss@ufrgs.br

## Resumo

**Introdução:** A lombalgia é um problema de saúde pública que acomete grande parte da população em algum momento da vida. Exercícios físicos realizados pelo método Pilates são descritos na literatura como uma opção de tratamento. Entretanto, existem poucos estudos que elucidam movimentos adequados para este fim. **Objetivo:** Comparar a ativação elétrica dos músculos oblíquo externo, oblíquo interno e multífido durante exercícios abdominais no solo e no Cadillac, para identificar diferenças na atividade neuromuscular da musculatura flexora e extensora do tronco. **Material e métodos:** Onze mulheres realizaram oito repetições dos exercícios *The Roll Up* e *Roll Back*. Durante os movimentos, foi avaliada a extensão e flexão do quadril a partir da análise eletromiográfica de superfície. **Resultados:** A ativação eletromiográfica do músculo oblíquo externo foi estatisticamente significativo, nas duas fases do movimento, no exercício *The Roll Up* em comparação ao exercício *Roll Back*. Contudo, oblíquo interno e multífido não apresentaram diferenças quando comparados os exercícios. **Conclusão:** O exercício realizado no solo (*The Roll Up*) apresentou maior demanda da musculatura flexora e extensora. Esse achado representa um passo importante na compreensão de critérios objetivos para a elaboração de programas de reabilitação nas lombalgias e para o condicionamento físico utilizando o método Pilates.

**Palavras-chave:** cinesioterapia, eletromiografia, postura, lombalgia.

## Abstract

**Introduction:** Low back pain is a public health problem and a large number of people suffer from it at some point in life. Physical exercises performed by the Pilates method are described in the literature as a treatment option. However, there are few studies that allow the development of appropriate actions for this purpose. **Objective:** Compare the electrical activation of external oblique, internal oblique and multifidus muscles during abdominal exercises on the floor and on the Cadillac, in order to identify the neuromuscular activity of the flexor and extensor musculature of the trunk. **Methods:** Eleven women performed eight repetitions of "The Roll Up" and "Roll Back" exercises. During the movements, the electromyographic surface analysis was used to measure the hip extension and flexion. **Results:** The electromyographic activation of the external oblique muscle was statistically significant, in the two stages of movement, The Roll Up exercise in comparison with the Roll Back exercise. However, internal oblique and multifidus did not show significant differences when exercises were compared. **Conclusion:** The exercise performed on the floor (The Roll Up) showed greater demand of the flexor and extensor muscles. This finding represents an important step in the understanding of objective criteria for the elaboration of rehabilitation programs in low back pain and for physical conditioning using the Pilates method.

**Key-words:** kinesiotherapy, electromyography, posture, low back pain.

## Introdução

A dor nas costas é um fenômeno que acomete de 65 a 80% da população mundial em algum momento da vida [1]. Este fato representa um problema de saúde pública que mantém cerca de 10 milhões de brasileiros afastados das suas atividades laborais. Em países desenvolvidos, como no Reino Unido, a dor lombar é a maior causa de incapacidade [2] laboral em adultos jovens, somando mais de cem milhões de dias de trabalho perdidos por ano [3], assim como é a disfunção de maior custo ao sistema de saúde dos Estados Unidos [4]. Diversos esforços têm sido remetidos no sentido de amenizar este problema, e o exercício físico está entre as opções mais seguras e baratas [5].

Fatores mecânicos, como posturas inadequadas, longos períodos em posição sentada, obesidade e fatores ambientais, são responsáveis pelo estabelecimento ou agravamento de 90% dos casos de dores nas costas [1]. Exercícios para os músculos do tronco com resistência progressiva têm sido indicados como uma opção para melhora da capacidade de contração muscular assim como para a diminuição da dor nas costas [6].

A incapacidade de estabilização da coluna vertebral causada pelo desequilíbrio entre a função dos músculos extensores e flexores do tronco é um importante fator que contribui para o desenvolvimento de distúrbios da coluna lombar. Existem evidências que sugerem a inclusão de exercícios voltados para o fortalecimento dos músculos envolvidos na flexão e extensão do tronco nos programas de prevenção e reabilitação da dor na região da coluna lombar, classificada como lombalgia [7,8]. Além disso, exercícios de estabilização do tronco já são amplamente utilizados no meio clínico com a finalidade de reduzir a dor nas costas, embora haja apenas moderada evidência de que estes exercícios sejam realmente eficientes [9,10].

O método Pilates é um programa sistematizado de exercícios com ênfase na estabilização do tronco que é largamente utilizado em pessoas com dor nas costas [11]. No método Pilates, os exercícios podem ser executados no solo ou em aparelhos desenvolvidos especificamente para o método [12]. Enquanto os movimentos de solo possuem a carga externa advinda essencialmente pela ação da gravidade, nos aparelhos de Pilates as cargas externas também são compostas por meio de molas e polias [13]. Não obstante, os critérios de escolha dos exercícios são bastante subjetivos, dependendo em grande parte da experiência do avaliador [2].

Dentro do método Pilates, um movimento que trabalha a musculatura do tronco, é a flexoextensão de quadril e da coluna realizada a partir da posição sentada. O executante deve iniciar o exercício na posição sentada, e iniciar o movimento flexionando a coluna e estendendo o quadril até a posição deitada (Fase I) e retornar flexionando o tronco e quadril até retornar à posição inicial (fase II). Quando este exercício é realizado no solo recebe o nome de *The Roll Up* e quando realizado com auxílio de molas no aparelho Cadillac recebe o nome de *Roll Back*. Não há dúvidas que o exercício *The Roll Up* trabalha mais intensamente a musculatura anterior do tronco, tanto durante a extensão, de forma excêntrica, quanto durante a flexão, de forma concêntrica. O estudo com uso da eletromiografia será fundamental para compreensão da atividade muscular nas etapas, pois não está claro qual será o efeito da mola na ativação da musculatura do tronco durante esse exercício. Conhecer o comportamento dessa musculatura durante o exercício, permite auxiliar, de modo mais objetivo, a seleção dos exercícios em um programa de reabilitação a fim de evitar o uso de regulagens ou posições do exercício que ative, de forma indesejada, determinada musculatura em período de recuperação, ou ainda, eleger condições de exercício que privilegiem a ativação de grupos musculares específicos conforme o objetivo do programa.

Nesta perspectiva, o objetivo deste estudo foi comparar a atividade eletromiográfica de músculos oblíquo externo, oblíquo interno e multifídeos entre os exercícios *The Roll Up* e *Roll Back* nas fases excêntrica e concêntrica, realizados no solo e no aparelho. A hipótese é de que durante o exercício *Roll Back* ocorra diminuição da atividade da musculatura anterior e aumento da atividade da musculatura posterior, neste caso aumentando a vulnerabilidade para a sintomatologia dolorosa na lombalgia.

## Material e métodos

O estudo se caracterizou como observacional, do tipo transversal, foi aprovado pelo nº 21866 do CEP da instituição onde foi realizado, seguindo todos os critérios da resolução 499/12, de ética e pesquisa, do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

### Sujeitos

Participaram do estudo 11 indivíduos do sexo feminino, fisicamente ativas e não praticantes do Método Pilates, sem histórico de lesão, e que não apresentaram relatos de dor nos últimos 30 dias (Tabela I). Considerando que indivíduos treinados no método Pilates tendem a utilizar menos o auxílio das molas, optou-se por utilizar uma amostra sem prática no método no sentido de melhor identificar a diferença entre as situações com e sem mola.

**Tabela I - Caracterização da amostra.**

	<b>Média</b>	<b>desvio padrão</b>
<b>Idade (anos)</b>	29,0	7,3
<b>Peso (kg)</b>	61,9	6,2
<b>Estatura (m)</b>	1,66	0,04
<b>IMC (kg/m)</b>	22,4	1,7

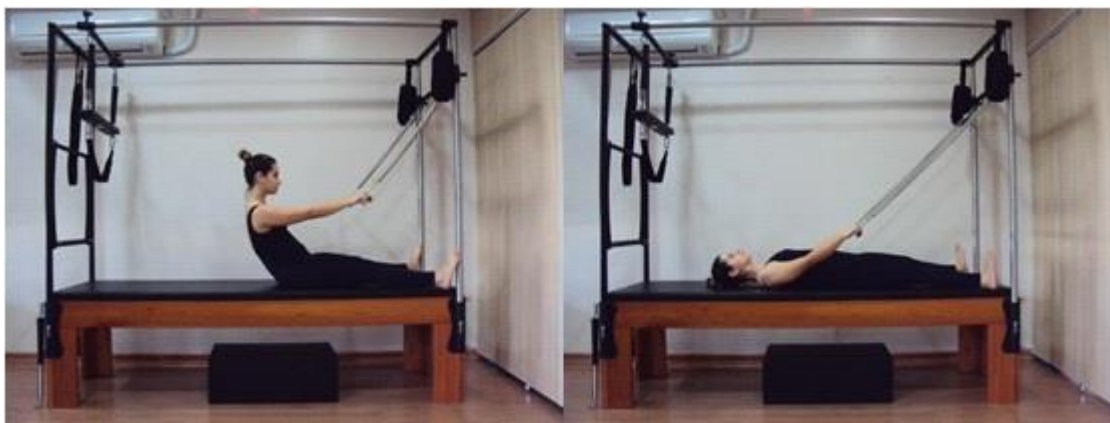
### Exercícios realizados

Os exercícios *The Roll Up*, no solo, e *Roll Back*, no aparelho Cadillac, são realizados na posição sentada, com os joelhos em extensão. O movimento consiste da flexoextensão do quadril e de tronco. O exercício inicia com noventa graus de flexão de quadril e curvatura normal da coluna. O gesto inicia com a elevação dos braços e extensão do quadril ao mesmo tempo em que ocorre uma flexão inicial da coluna, que vai ser estendida a medida que a coluna encosta no solo ou aparelho, até a posição deitada. Na segunda fase do exercício, o indivíduo retorna a posição inicial. A partir da posição deitada, os braços são levados a frente e gradativamente a coluna é retirada do chão, à medida que o quadril é flexionado, até 90°, quando a coluna retorna a curvatura normal (Figura 1).



**Figura 1 - Movimento *The Roll Up* realizado no solo.**

O exercício *Roll Back*, realizado no Cadillac, diferencia-se do realizado no solo por utilizar um bastão que está preso ao aparelho por duas molas, que o indivíduo segura ao realizar o exercício (Figura 2). Para este estudo, as molas foram fixadas na mesma posição para todos os indivíduos e a carga não foi alterada. Os movimentos foram realizados, com velocidade contínua e controlada de acordo com ritmo respiratório natural de cada indivíduo, não havendo um tempo pré-determinado para cada repetição.



**Figura 2** - Movimento Roll Back realizado no aparelho Cadillac.

#### *Instrumentos de coleta de dados*

Para coleta de dados EMG, foi utilizado um eletromiógrafo de 4 canais, modo de rejeição comum de 110 db (a 60 Hz), impedância de entrada do sistema de 100 Gohms e conversor A/D de 14 bits (Miotool 400, Miotec). O sinal foi coletado com uma frequência de amostragem de 2000 Hz por canal. Além disso, foi utilizada uma webcam sincronizada ao eletromiógrafo para posterior identificação das fases do gesto.

#### *Coleta de dados*

A preparação da pele e o posicionamento dos eletrodos foi realizada de acordo com as orientações do projeto SENIAM [14] e pela Sociedade Internacional de Eletrofisiologia e Cinesiologia, como depilação, limpeza do local com álcool e colocação dos eletrodos. Os eletrodos foram posicionados paralelos a direção das fibras dos músculos, monitorados unilateralmente sempre do lado direito, pois foi assumida a simetria do gesto.

Os músculos monitorados foram: oblíquo externo, oblíquo interno e multífidos. Para o oblíquo externo, os eletrodos foram posicionados no ponto médio entre a crista ilíaca e o ponto mais inferior da margem costal, ao nível de L3. Para o oblíquo interno, os eletrodos foram fixados 2 cm ínfero-medial à espinha ilíaca antero-superior, dentro de um triângulo desenhado pelo ligamento inguinal, borda lateral do músculo reto abdominal e linha conectando as EIAs. Para o multífido, os eletrodos foram fixados no nível de L5 e alinhados paralelamente entre a linha das espinhas ilíacas póstero-superiores e o espaço interespínho de L1 e L2. O eletrodo de referência foi colocado sobre processo espinhoso de C7 conforme recomendação [14]. Para posterior normalização do sinal, foram coletadas duas tentativas de contração voluntária máxima de cada músculo [14].

#### *Análise dos dados*

Os sinais de EMG foram processados utilizando o software SAD32 (Sistema de aquisição de dados 32, desenvolvido pela escola de Engenharia – UFRGS). Inicialmente foi utilizado um filtro digital passa-banda Butterworth, terceira ordem, com frequência entre 20 e 500Hz. Com base nas informações obtidas pela webcam, as curvas da EMG foram divididas em cada fase do movimento de flexo-extensão de quadril. O valor RMS de cada fase recortada foi calculado e normalizado pelo valor RMS da CVM de maior valor.

#### *Análise estatística*

Foi verificada a equivalência das variâncias e normalidade dos dados com os testes de Levene e Shapiro-Wilk. Como não foi encontrada a normalidade, foi utilizado o teste de Wilcoxon para verificar as diferenças na ativação elétrica de cada músculo (oblíquo externo, oblíquo interno e multífido) entre os exercícios Roll Up no solo e Roll Back no cadillac em cada uma das fases do gesto. Para todos os testes foi adotado o nível de significância de 5%.

## Resultados

A ativação elétrica do músculo oblíquo externo foi maior no exercício Roll Up no solo, tanto na fase de excêntrica, quanto na fase concêntrica, quando comparado ao exercício Roll Back no Cadillac. Os músculos oblíquo interno e multífidus não apresentaram diferença em qualquer uma das fases quando comparados os exercícios *Roll Up* no mat e *Roll Back* no Cadillac (Tabela II).

**Tabela II - Comparação da EMG entre exercícios.**

Músculo	Fase	Roll Back (% CVM)	The Roll Up (% CVM)	p
OE	Excêntrica	24,8±7,3	29,8±9,9	0,04*
	Concêntrica	31,8±11,9	36,1±10,1	0,05*
OI	Excêntrica	48,0±20,2	49,0±19,5	0,73
	Concêntrica	52,2±14,5	46,9±16,9	0,17
MU	Excêntrica	14,6±13,1	15,9±7,3	0,75
	Concêntrica	14,6±13,3	16,7±6,6	0,78

\*diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ).

## Discussão

O presente estudo teve como objetivo comparar a atividade eletromiográfica de músculos oblíquo externo, oblíquo interno e multífidus, entre os exercícios *The Roll Up* e *Roll Back* nas fases excêntrica e concêntrica, realizados no solo e no aparelho. A hipótese do artigo, de que ocorreria maior ativação elétrica dos músculos oblíquo externo e oblíquo interno durante o exercício Roll Up e dos multífidus no exercício Roll Back foi confirmada apenas no caso do oblíquo externo.

Provavelmente, a menor ativação do oblíquo externo no exercício realizado no aparelho deve-se à contribuição das molas fixadas ao bastão, que estavam colocadas de modo a auxiliar na fase de subida do exercício. Paralelamente, na fase de descida esperava-se que ocorreria maior ativação dos músculos posteriores do tronco devido a resistência imposta pelas molas, o que não ocorreu. É possível que a carga final das molas escolhidas não tenha sido suficiente para sobrecarga dos multífidus e, sim, manteve as mesmas características do exercício realizado sem carga, e por isso a característica do exercício no aparelho foi semelhante aquela do exercício no solo. Isso indica uma importância da ação dos músculos abdominais na estabilidade da coluna lombar [15].

Os músculos oblíquo interno e multífido não apresentaram diferenças na ativação entre os exercícios realizados no solo e no aparelho.

Exercícios tradicionais de fortalecimento dos músculos abdominais e extensores do tronco têm sido alvo de críticas por submeter à coluna vertebral a altas cargas de trabalho, o que representa risco de lesão [16]. Considerando que próximo à L4-L5, o multífido contribui com 2/3 do aumento da rigidez segmentar resultante da contração e que qualquer lesão no segmento pode comprometer estabilização segmentar lombar na lombalgia, os exercícios estudados não produziram atividade neuromusculares diferentes entre os exercícios na sua comparação, não expondo esta estrutura a maior carga entre os exercícios [16].

Esse resultado corrobora com a literatura, pois alterações mecânicas em um exercício de Pilates, como a variação do posicionamento das molas, ou a sua não utilização ocasiona diferentes estratégias de recrutamento muscular nos motores primários do movimento [2] e também na musculatura estabilizadora de tronco [17].

Ainda com respeito à atividade EMG durante os exercícios realizados na fase concêntrica, ao contrário da expectativa teórica de que houvesse um maior recrutamento de unidades motoras do multífido enquanto extensor de quadril para que o tronco pudesse chegar ao solo no movimento ao realizar uma força contrária ao vetor de ação da mola, o mesmo não sofreu alteração significativa quando comparado ao movimento no Cadillac. Considerando que o movimento foi realizado de forma lenta e controlada, acredita-se que a respiração ativa e intencional da musculatura do powerhouse, já que o indivíduo é orientado a não diminuir a contração abdominal durante a inspiração, colaborou para manter a atividade muscular similar em ambos movimentos. Loss et al. [18] já haviam identificado na respiração intencional uma possibilidade de erro sistemático na atividade EMG dos músculos do powerhouse, na medida em que todas as variantes dos exercícios estariam sujeitas à mesma iniciativa individual.



Com relação a prevenção e tratamento das lesões da coluna vertebral, o estudo realizado por Kolyniak *et al.* [7] concluíram que existem evidências convincentes de que a realização de um programa de exercícios com ênfase no fortalecimento da musculatura extensora do tronco restaura a função da coluna lombar e pode prevenir o surgimento da lombalgia. Neste sentido, os exercícios utilizados no presente estudo apresentaram atividade similar dos músculos extensores de tronco, podendo os exercícios exigirem menor demanda dos extensores de tronco no Cadillac e maior atividade elétrica no solo.

Estudos anteriores mostraram a influência das forças externas na demanda da atividade muscular realizada por meio de técnicas biomecânicas, permitindo a sua utilização na prescrição de exercícios durante programas de reabilitação e condicionamento físico através do método Pilates [2,13]. Nesta direção os exercícios devem ter cargas progressivas e respeitar a mecânica das articulações para o sucesso de programas de reabilitação [13].

O estudo contou com as limitações referentes ao não monitoramento dos demais músculos posturais, como o reto abdominal, longuíssimo e iliocostais, assim como a utilização do mesmo par de molas para coleta dos dados no aparelho, não expondo a maiores variações de força externa nos exercícios do Cadillac.

Apesar das limitações metodológicas supracitadas, a investigação sobre a atividade elétrica da musculatura envolvida em resposta a diferentes situações de carga externa nos exercícios de Pilates se torna valiosa para o sucesso de programas de tratamento e condicionamento físico, uma vez que este tipo de estudo auxilia na escolha entre exercícios similares de forma mais segura e objetiva através da compreensão da participação muscular nestas diferentes situações.

## Conclusão

Com base na análise da atividade EMG dos músculos estudados, é possível concluir que na realização dos exercícios de flexoextensão do quadril realizados no solo (Roll Up) e no Cadillac (Roll Back), a maior demanda muscular foi exigida no exercício de solo para o músculo oblíquo externo nas duas fases do movimento. Para os músculos oblíquo interno e multífido não houve diferença significativa da atividade muscular em nenhuma das fases do movimento. Neste sentido, é possível concluir que a realização do exercício realizado no aparelho, utilizando da demanda externa das molas, a atividade elétrica com menor necessidade de recrutamento de fibras musculares torna o exercício de maior facilidade de execução para a musculatura flexora de tronco, embora não interfira significativamente na atividade neuromuscular dos extensores de tronco quando o movimento é comparado com o realizado no solo. Por fim, o presente estudo representa um passo importante na compreensão de critérios objetivos para a elaboração de programas de reabilitação e condicionamento físico para a estabilização da musculatura de tronco e coluna lombar utilizando o método Pilates, porém é recomendado que sejam desenvolvidos novos estudos para avaliar a atividade EMG em diferentes situações de carga externa imposta.

## Referências

1. Miranda E. Coluna vertebral. São Paulo. Sprint; 2010.
2. Silva Y, Melo M, Gomes L, Bonezi A, Loss J. Analysis of the external resistance and electromyographic activity of hip extension performed according to the Pilates method. Rev Bras Fisioter 2009;13:82-8.
3. Burton AK, Erg E. Back injury and work Loss. Biomechanical and psychosocial influences. Spine 1997;22:2575-80.
4. Thomas E, Silman AJ, Croft PR, Papageorgiou AC, Jayson MI, Macfarlane GJ. Predicting who develops chronic low back pain in primary care: a prospective study. BMJ 1999;318:1662-7.
5. Ramos LAV, Marques AP. Avaliação da fadiga do músculo multífido lombar e ativação do transverso do abdome em indivíduos com hérnia lombar [Dissertação]. São Paulo: USP; 2012.
6. Mayer AF, Rodrigues ESR, Cheik NC. Nível de atividade física e tabagismo em universitários. Rev Saúde Pública 2008;42(4):672-8.
7. Kolyniak IEGG, Aoki MS. Avaliação isocinética da musculatura envolvida na flexão e extensão do tronco: efeito do método Pilates. Rev Bras Med Esporte 2004;10(6):487-90.

8. Rydeard R, Leger A, Smith, D. Pilates-Based therapeutic exercise: effect on subjects with non specific chronic low back pain and functional disability: a randomized controlled trial. *J Orthop Sports Phys Ther* 2006;36(7):472-84.
9. Standaert CJ1, Weinstein SM, Rumpeltes J. Evidence-informed management of chronic low back pain with lumbar stabilization exercises. *Spine J* 2008;8(1):114-20. doi: 10.1016/j.spinee.2007.10.015.
10. Helfentein JM, Goldenfum MA, Siena C. Lombalgia ocupacional. *Rev Assoc Med Bras* 2010;56(1):583-9.
11. Wells C, Kolt GS, Bialocerkowski A. Defining Pilates exercise: A systematic review. *Complement Ther Med* 2012;20(4):253-62. doi: 10.1016/j.ctim.2012.02.005
12. Muscolino JE, Cipriani S. Pilates and the “powerhouse” – I. *J Bodyw Mov Ther* 2004;8:15-24.
13. Melo MO, Gomes LE, Silva YO, Bonezi A, Loss JF. Análise do torque de resistência e da força muscular resultante durante exercício de extensão de quadril no Pilates e suas implicações na prescrição e na progressão. *Rev Bras Fisioter* 2011;15(1):23-30.
14. SENIAM. Surface ElectroMyoGraphy for non-invasive assessment of muscles. Enschede; 2005. [citado 2011 Mar 7]. Disponível em URL: <http://www.seniam.org>
15. Pereira NT, Ferreira LAB, Pereira WM. Efetividade de exercícios de estabilização segmentar sobre a dor lombar crônica mecânico-postural. *Rev Bras Fisioter* 2010;234:605-14.
16. França FJR, Burke TN, Claret DC, Marques APM. Estabilização segmentar da coluna lombar nas lombalgias: uma revisão bibliográfica e um programa de exercícios. *Fisioter Pesqui* 2008;15(2):200-6.
17. Rosa CH, Melo MO, Santos AB, La Torre M, Silva YO, Loss JF. Electrical activity of external oblique and multifidus muscles during the hip flexion/extension exercise performed in cadillac with different spring adjustments and individual positions. *Rev Bras Fisioter* 2010;14(6):510-17.
18. Goldim JR. Manual de iniciação à pesquisa em saúde. Porto Alegre: Dacasa; 1997.
19. Hermens HJ, Frericks B, Disselhorst C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol* 2000;14(4):361-74.
20. Merletti R. Standards for reporting EMG data. *J Electromyogr Kinesiol* 1999; 9(1):3-4.
21. Panelli C, Marco A. Método Pilates: Um programa para toda a vida. 2a ed São Paulo: Phorte; 2006.
22. Pilates JH, Miller WJ. The complete writings of Joseph H. Pilates: return to life through controllogy and your health. BainBridge Books: West Yorkshire; 2000.
23. Queiroz B, Cagliari M, Amorim C, Sacco I. Muscle activation during four Pilates core stability exercises in quadruped position. *Arch Phys Med Rehabil* 2010;91:86-92.
24. Shedden M, Kravitz L. Pilates exercise a research-based review. *Journal of Dance Medicine & Science* 2006;10(4):111-16.
25. Soderberg GL, Knutson LM. A guide for use and interpretation of kinesiologic Electromyographic data. *Phys Ther* 2000;80(5):485-98.