

# Métrica Vertebral: a Aplicação de uma Nova Tecnologia na Análise da Coluna Vertebral



## Vertebral Metrics: Application of a New Mechanical Instrument to Evaluate the Spinal

Cláudia QUARESMA<sup>1,2</sup>, Inês DIAS<sup>3</sup>, Mário FORJAZ SECCA<sup>1,4</sup>, João GOYRI-O'NEILL<sup>1,5</sup>, Jorge BRANCO<sup>5,6</sup>  
*Acta Med Port* 2013 May-Jun;26(3):226-230

### RESUMO

**Objectivo:** Apresentar os resultados da primeira aplicação da nova tecnologia – Métrica Vertebral – na análise da posição 3D do vértice de cada uma das apófises espinhosas, em mulheres grávidas.

**Material e Métodos:** O Métrica Vertebral foi aplicado a mulheres, sem patologia associada, em quatro momentos da gravidez (12, 20, 32, 37 semanas de gestação). Aplicaram-se modelos lineares univariados.

**Resultados:** Observou-se que as diferenças que ocorrem ao longo da gravidez são mais significativas ao nível da posição y (antero-posterior). Verificou-se, igualmente, que existe uma correlação biomecânica positiva entre a posição do vértice de cada uma das vértebras com a posição homóloga das restantes.

**Discussão/Conclusão:** Através do Métrica Vertebral foi possível obter resultados inovadores na análise biomecânica da coluna vertebral. É um dispositivo que tem diferentes aplicações podendo ser facilmente adoptado em áreas como ortopedia, neurocirurgia, pediatria e reabilitação. É de realçar ainda que este instrumento não se esgota na amostra da presente investigação pois pode ser futuramente aplicada à população em geral

**Palavras-chave:** Biomecânica; Gravidez; Coluna Vertebral; Imagem Tridimensional.

### ABSTRACT

**Objective:** To present the results of the first application of the new technology - Vertebral Metrics - the analysis of the 3D position of the vertex of each spinous process in pregnant women.

**Material and Methods:** The Vertebral Metrics was applied to women without associated pathology in four stages of pregnancy (12, 20, 32, 37 weeks gestation). We applied univariate linear models.

**Results:** We found that the differences that occur during pregnancy are more significant at the position y (anteroposterior). It was found also that there is a positive correlation between the biomechanical position of the vertex of each of the vertebrae with the homologous position of rest.

**Discussion/Conclusion:** Through Vertebral Metrics innovative results could be obtained in analyzing biomechanics of the spine. A device that has different applications can be easily adopted in areas such as orthopedics, neurosurgery, pediatrics and rehabilitation. It should also be noted that this instrument is not exhausted in the sample of this research because it can be further applied to the general population

**Keywords:** Biomechanics; Equipment Design; Imaging, Three-Dimensional; Posture; Pregnancy; Spine.

### INTRODUÇÃO

A incidência dos problemas relacionados com as raquialgias é tão frequente e usual que deve ser estudada como se fosse uma doença epidémica e social.<sup>1</sup>

As algias vertebrais constituem um problema relevante na sociedade moderna (Alexandre & Moraes, 2001) Em muitos casos, este problema surge pela primeira vez durante a gravidez. Cerca de 80% das mulheres grávidas têm raquialgias durante a gestação e em cerca de metade os sintomas persistem para o resto de suas vidas. Esta situação causa problemas graves de absentismo e, consequentemente, sob uma perspectiva económica, uma perda maior para o mercado de trabalho.<sup>2,3</sup>

Tendo em vista o número de mulheres afectadas e as consequências económicas deste problema, tornou-se uma necessidade de desenvolver um instrumento que ava-

lia globalmente a coluna vertebral de uma posição em pé, com o fim de compreender melhor o comportamento da coluna, durante o período de gestação.

A maioria dos investigadores atribui a etiologia das raquialgias às alterações biomecânicas da coluna vertebral ao longo da gravidez, no entanto o aprofundamento desta análise tem sido travado pelo facto dos processos analíticos abrangentes serem de natureza invasiva e como tal não poderem ser aplicados em mulheres grávidas. Por outro lado, os meios de diagnóstico não invasivos apenas permitiam análises parciais da coluna vertebral, não oferecendo por isso uma visão de conjunto.<sup>4-9</sup>

Para preencher uma lacuna detectada no mercado e identificada no capítulo anterior foi construído um novo equipamento que designamos por Métrica Vertebral e que

1. Cefitec. Departamento de Física. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa. Monte de Caparica. Portugal.

2. Departamento de Saúde. Instituto Politécnico de Beja. Beja. Portugal.

3. Departamento de Matemática. Universidade de Évora. Évora. Portugal.

4. Ressonância Magnética – Caselas. Lisboa. Portugal.

5. Instituto de Anatomia patológica. Faculdade de Ciências Médicas. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa. Portugal.

6. Serviço de Ginecologia e Obstetria. Maternidade Alfredo da Costa. Lisboa. Portugal.

Recebido: 18 de Dezembro de 2012 - Aceite: 03 de Março de 2013 | Copyright © Ordem dos Médicos 2013

foi registado como - Marca Nacional nº 401505. O Métrica Vertebral é um instrumento não invasivo que permite a identificação 3D do vértice de cada uma das apófises espinhosas, desde a primeira vertebra cervical até à primeira vertebra sacrada, na posição de pé. Permite ainda estimar os ângulos das curvaturas da coluna vertebral bem como os desvios laterais.<sup>10-13</sup>

É de realçar que o processo de validação do Métrica Vertebral foi realizado com sucesso no Laboratório de Biomecânica da Faculdade de Motricidade Humana. Demonstrou ser um instrumento fiável e válido quando comparado com o sistema optoelectrico.<sup>14,15</sup>

O objectivo do presente artigo é apresentar os resultados da primeira aplicação da nova tecnologia – Métrica Vertebral – na análise da posição 3D do vértice de cada uma das apófises espinhosas, em mulheres grávidas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo faz parte de um projecto mais alargado onde se pretende identificar as alterações biomecânicas da coluna vertebral que ocorrem ao longo da gravidez e perceber quais os factores que poderão estar relacionados com as referidas alterações.

O processo de aplicação do Métrica Vertebral inicia-se com a marcação da projecção cutânea do vértice das apófises espinhosas, com uma caneta dermatográfica hipoalérgica. Cada uma das peças a é ajustada de forma a que o ponto de contacto toque na marcação feita em cada uma das vértebras da coluna vertebral, desde a primeira vertebra cervical até à primeira vertebra sacrada, identificando a sua posição em x, y e z.<sup>10-13</sup>

Para reduzir o tempo de aplicação do instrumento, e conforme a altura da pessoa a quem vai ser aplicado o Métrica Vertebral, é possível ajustar desde logo cada um dos Posicionadores 2D colocando-os numa determinada posição no eixo do Z.<sup>10,11</sup>

É de salientar que, em média, todo o processo de recolha de dados demora sete minutos (Fig. 1).<sup>11</sup>

O instrumento foi aprovado pelas Comissões de Ética da Faculdade de Ciências Médicas, da Maternidade Dr. Alfredo da Costa e Administração Regional de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo para ser aplicado em mulheres grávidas.

## Procedimentos Técnicos

Perante a existência de certas variáveis cuja identificação ou controle nem sempre é garantida, houve necessidade de estabelecer algumas regras com o intuito de diminuir os efeitos de influência ou enviesamento dos resultados obtidos. Assim, definiu-se os seguintes princípios:

- a recolha dos dados ser efectuada sempre pelo mesmo investigador;
- o método de amostragem ser aleatório;
- a avaliação ser feita no mesmo período do dia em cada uma das grávidas;
- a identificação da posição do Métrica Vertebral através da colocação de marcas no chão;
- a posição dos pés ser sempre a mesma em todos os

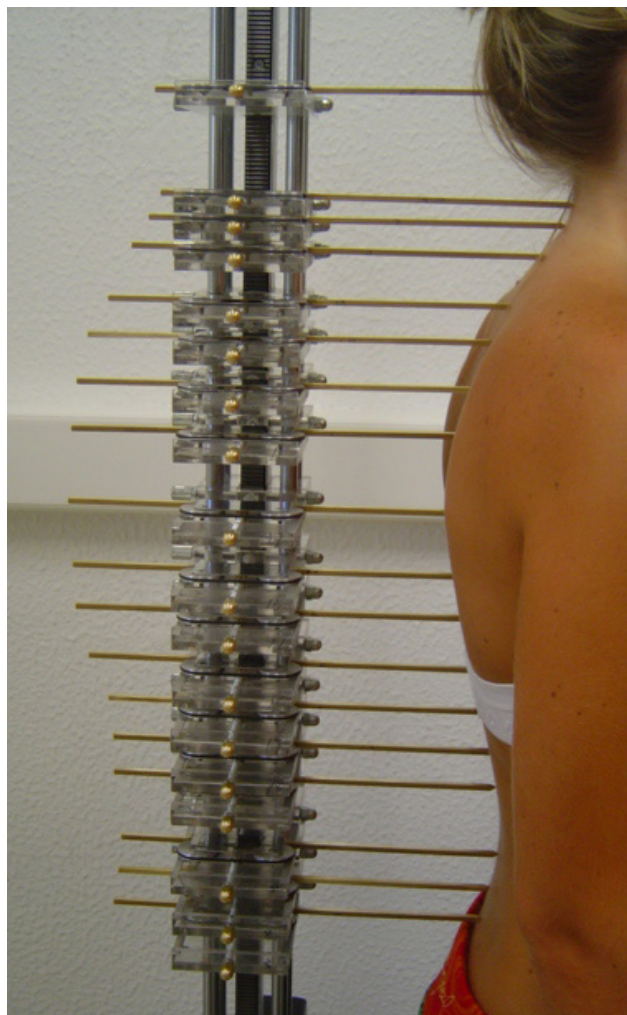


Figura 1 – Imagem da Aplicação do Métrica Vertebral.

momentos da avaliação, durante a aplicação do Métrica Vertebral.

## Análise estatística

Na análise da posição x, y e z do vértice das apófises espinhosas aplicaram-se modelos lineares univariados para analisar cada uma das referidas posições de forma isolada ao longo do período de gestação. De acordo com esta linha de pensamento, utilizaram-se os modelos lineares multivariados para analisar as três variáveis em conjunto, considerando-as como elemento único.

A análise do contributo individual das posições x (lateral), y (anterio-posterior) e z (superior-inferior) de cada uma das vértebras nas posições equivalentes das restantes vértebras foi realizada a partir de correlações bivariadas de Pearson.

Para todos os dados estatísticos em presença foram calculados valores de média, máximos e mínimos para cada uma das variáveis recolhidas. Calculámos também os intervalos de confiança a 95%.

Todo o tratamento estatístico dos dados foi realizado com o *software* SPSS® versão 17.0 (<http://www.spss.com>) e com R® versão 2.9 (<http://www.R-project.org>).

**Caracterização da Amostra**

A amostra (n = 49) é constituída por mulheres que se encontravam grávidas, sem patologias associadas, que frequentavam o Centro de Saúde de Sete Rios e as recolhas de dados foram efectuadas às 12, 20, 32 e 37 semanas de gestação.

Para assegurar a respectiva representatividade óptimos por utilizar um método de amostragem probabilística, usando uma amostra aleatória.

Após a identificação dos potenciais sujeitos a pertencer à amostra, contactaram-se as grávidas com o intuito de convidá-las a participar no presente estudo, durante a sua deslocação às consultas no referido Centro de Saúde. Foram informadas quer do objectivo do estudo, quer da colaboração pretendida nos momentos da recolha dos dados e todas deram o seu consentimento.

Assim, a amostra é constituída por 49 mulheres com idades compreendidas entre os 19 e os 42 anos, em que a mediana é de 30 anos. A nacionalidade prevalecente nesta amostra é a portuguesa (73,5%) sendo quase todas as mulheres de raça caucasiana (91,8%). A esmagadora maioria é primípara (89,8%) e não efectuou cirurgia abdominal (83,7%).

**RESULTADOS**

De seguida são apresentados os resultados obtidos da análise da variação da posição 3D de cada uma das vértebras aos planos x, y, e z ao longo da gestação, obtidos pela aplicação do Métrica Vertebral.

Em relação à posição x verificou-se o seguinte:

- na coluna cervical existem diferenças significativas, apenas nas vértebras C1 e C2 entre as 12 e as 20 semanas de gestação. Constatámos que o valor mais alto do intervalos de confiança a 95% é na vertebra C1 (±3 mm). Verificámos também que essa dispersão em torno da média diminui ao longo da gravidez;
- na coluna dorsal há diferenças significativas da vertebra D2 até à vertebra D6 entre as 12 semanas e os restantes períodos de gestação. Nas vértebras D1, D7, D8, D9, D11 e D12 verificámos que as diferenças significativas ocorrem apenas entre dois momentos de avaliação;
- na coluna lombo-sagrada só existem diferenças significativas nas vértebras L1 e L2 e apenas entre as 12 e

as 20 semanas.

Verificou-se que as diferenças significativas que existem entre as vértebras nos quatro momentos de avaliação são mais evidentes ao nível das vértebras dorsais.

Observou-se, ainda, que existe uma correlação positiva na posição x do vértice da apófise espinhosa, entre todas as vértebras da mesma região da coluna vertebral, sendo o coeficiente da referida correlação muito forte. Este facto pode ser constantemente observado ao longo do período de gestação, com a única excepção das 32 semanas de gestação e na região lombar (Fig. 2).

Quando se correlacionou a posição x entre todas as vértebras, desde a primeira cervical até à primeira sacrada, verificámos que existe uma correlação positiva entre elas. Observou-se, também, que as vértebras que estão mais próximas umas das outras apresentam coeficientes mais elevados.

Por este facto, é possível verificar que a posição x de cada vértebra depende da posição da anterior e da que está a seguir, e assim sucessivamente. Isto implica que sempre que há uma alteração na posição x de uma das vértebras existe uma variação induzida nas outras.

Em relação à posição y, verificou-se o seguinte :

- na coluna cervical há diferenças significativas em todas as vértebras entre as 12 semanas e os restantes momentos de avaliação, com excepção da C4 em que essa diferença é somente entre as 12, as 20 e as 32 semanas de gestação;
- na coluna dorsal há diferenças significativas em todas as vértebras entre as 12 semanas e um dos momentos de avaliação do terceiro trimestre de gravidez (nas 32 ou nas 37 semanas). Apenas na vertebra D11 é que existem diferenças entre os dados observados na primeira recolha e aqueles recolhidos nos restantes momentos de avaliação;
- na coluna lombo-sagrada existem somente diferenças significativas nas vértebras L1 e L2 e unicamente entre as 12 e as 20 semanas.

Observou-se que o coeficiente da correlação da posição y entre todas as vértebras da mesma região às 12, 20, 32 e 37 semanas é significativo. A correlação é muito forte entre as vértebras cervicais e menos forte nas vértebras dorsais (nas que se encontram anatomicamente mais afas-

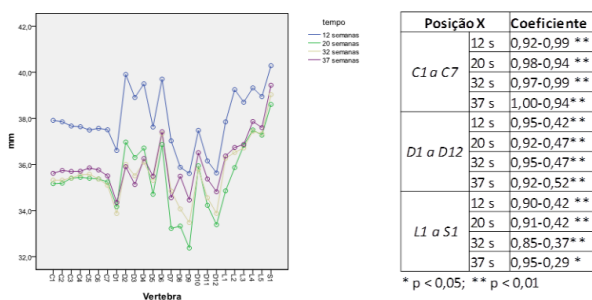


Figura 2 – Apresentação da posição X média de cada uma das vértebras (de C1 a S1 às 12, 20, 32 e 37 semanas de gestação: Coeficiente das correlações entre as vértebras (posição X) das regiões cervical, dorsal e lombo-sagrada (dta).

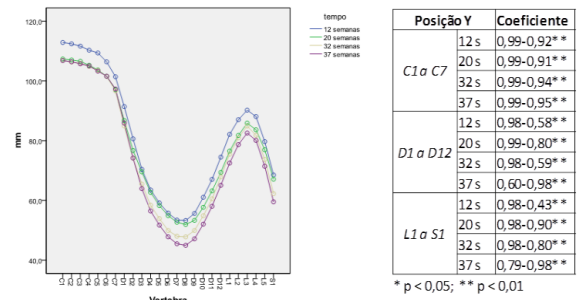


Figura 3 – Apresentação da posição y média de cada uma das vértebras (de C1 a S1) às 12, 20, 32 e 37 semanas de gestação: Coeficiente das correlações entre as vértebras (posição Y) das regiões cervical, dorsal e lombo-sagrada (dto).

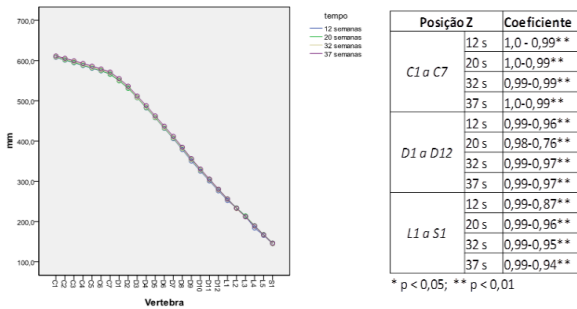


Figura 4 – Apresentação da posição z média de cada uma das vértebras (de C1 a S1) às 12, 20, 32 e 37 semanas de gestação; Coeficiente das correlações entre as vértebras (posição Z) das regiões cervical, dorsal e lombo-sagrada (dto).

tadas, por exemplo, entre a D1 e a D10) e nas vértebras lombares (por exemplo entre a L1 e a L4). No entanto, apesar do coeficiente ser mais baixo, não deixa de ser muito significativo (Fig. 3).

Verificou-se que o valor médio na posição y ao longo do tempo sofre uma alteração, revelando uma diminuição da média, principalmente nas vértebras lombares.

Em relação à posição z, verificou-se o seguinte:

- na coluna cervical há diferenças significativas em todas as vértebras apenas às 37 semanas quando comparadas com os outros momentos de avaliação;
- na coluna dorsal não existem diferenças significativas nas vértebras D5 a D12 entre os momentos de avaliação. Somente nas vértebras D1 a D4 é que existem diferenças entre o primeiro momento e alguns dos restantes momentos de avaliação;
- na coluna lombo-sagrada não existem diferenças significativas em todas as vértebras ao longo da gravidez.

Na Fig. 4, observou-se que a correlação entre cada uma das vértebras de cada uma das regiões é muito forte em todos os momentos da avaliação. Constatou-se que a variabilidade entre as 12, 20, 32 e 37 semanas de cada uma das vértebras é muito pequena. Como seria de esperar, verificou-se que as vértebras da região cervical são as que apresentam valores mais elevados, enquanto que a primeira sacrada tem o valor mais baixo.

Ao correlacionar-se a totalidade das vértebras da coluna vertebral em cada um dos momentos, verificamos que o coeficiente varia entre 1 e 0,93, o que significa que a posição Z de cada uma das vértebras está fortemente relacionada com a mesma posição das restantes vértebras.

Da análise efectuada, achou-se importante destacar o facto de que a posição x, y e z de cada uma das vértebras está dependente da posição das outras vértebras. Ao observarmos os valores médios nos diferentes momentos de avaliação, concluiu-se que a uma alteração de uma das posições corresponde uma variação similar das restantes vértebras, em que todas se ajustam em conformidade movimentando-se de forma correlacionada.

**DISCUSSÃO**

É de realçar que a recolha e análise dos dados só foram

possíveis devido à construção de um instrumento inovador na avaliação global da coluna vertebral, na posição de pé – o Métrica Vertebral, no entanto é de sublinhar que a presente discussão se centra nos resultados alcançados.

Ao analisar a posição x, y e z do vértice de cada uma das apófises espinhosas, verificou-se a total inexistência de estudos nesta área pelo que não há pontos de referência para estabelecer comparações. Por este motivo a presente investigação pode ser considerada inovadora e suporta a ambição servir de referência para outras investigações.

Observou-se que as diferenças que ocorrem ao longo da gravidez são mais significativas ao nível da posição y (antero-posterior), o que parece estar também relacionado com a adaptação postural que ocorre no período gestacional.

Verificou-se, igualmente, que existe uma correlação biomecânica positiva entre a posição do vértice de cada uma das vértebras com a posição homóloga das restantes, o que significa que sempre que há uma alteração numa das posições os outros vértices irão adaptar-se em conformidade para permitir a estabilidade fisiológica e o ajuste postural necessário.

Através da análise de todos os dados podemos constatar que as alterações no comportamento das variáveis em estudo são mais evidentes entre as 20 e as 32 semanas.

Uma possível explicação para os resultados observados prende-se com a conjugação de dois factores: por um lado, até ao primeiro momento de avaliação (12 semanas de gravidez), o crescimento do útero está confinado à cintura pélvica, não causando por isso alterações significativas ao nível da coluna vertebral; por outro lado, o período gestacional entre as 20 e as 32 semanas, além de corresponder ao maior intervalo entre as avaliações, coincide com o espaço temporal de maior crescimento do feto contribuindo para alterações na cinemática articular e subsequentemente na região do tronco.

Este comportamento dinâmico poderá, também, estar relacionado com a adaptação das referidas curvaturas para promover a estabilidade fisiológica que assegura uma plataforma estável para os sistemas visual e vestibular.<sup>10,11</sup>

**CONCLUSÃO**

O principal objectivo do Métrica Vertebral é contribuir para uma melhor compreensão das alterações biomecânicas da coluna vertebral. Através da sua aplicação foi possível concretizar os seguintes objectivos de investigação:

1. identificar as alterações biomecânicas da coluna vertebral que ocorrem durante a gravidez: ângulos da lordose cervical, cifose dorsal e lordose lombar; posição x, y e z do vértice de cada uma das apófises espinhosas, desde a primeira vértebra cervical até à primeira vértebra sacrada;
2. comparar os dados recolhidos nos quatro momentos de avaliação (12, 20, 32 e 37 semanas de gestação) e estimar eventuais diferenças significativas que possam ocorrer nalguns dos domínios supramencionados;

A caracterização quantitativa das alterações biomecâ-

nicas da coluna vertebral é fundamental para delinear estratégias de prevenção e intervenção neste domínio. Para melhor entendermos este fenómeno, fomos analisar a sua eventual relação com um conjunto de variáveis que lhe estão associadas, independentemente destas serem entendidas como causa ou efeito.

Ao construir o Métrica Vertebral, espera-se contribuir para uma melhor identificação das disfunções e/ou patologias da coluna vertebral, na posição de pé. Através de um melhor diagnóstico poder-se-á elaborar e implementar programas de intervenção mais direccionados aos problemas específicos de cada pessoa. É um dispositivo que tem diferentes aplicações podendo ser facilmente adoptado em áreas como ortopedia, neurocirurgia, pediatria e reabilitação. Sublinhamos, ainda que este instrumento não se esgota na amostra da presente investigação pois pode ser futuramente aplicada à população em geral.<sup>12-15</sup>

É de realçar o facto do Métrica Vertebral representar

uma inovação no campo da prevenção uma vez que pode ser aplicado repetidas vezes sem prejuízo do indivíduo. Acresce que o facto de ser menos dispendioso, de fácil transporte e apresentar poucas exigências logísticas. O que torna passível de ser utilizado em diferentes contextos entre os quais o ambulatório: público e privado (centro de saúde / consultório) e hospitalar.

#### CONFLITO DE INTERESSES

A autora declara não existir qualquer conflito de interesses relativamente ao presente artigo.

#### FONTES DE FINANCIAMENTO

Este estudo teve financiamento da Fundação Ciência e Tecnologia através da Bolsa de Doutoramento SFRH / BD / 44042 / 2008 da primeira autora. A investigação teve, também, apoio da FCT, através do projecto POCTI/0068/2003.

#### REFERÊNCIAS

- Alexandre N, Moraes M. Modelo de avaliação fisio-funcional da coluna vertebral. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2001;9:67-75.
- Noren L, Ostgaard S, Nielsen TT, Ostgaard HC. Reduction of sick leaves for lumbar back and posterior pelvic pain in pregnancy. *Spine*. 1994;19:894-900.
- Ostgaard H, Andersson M, Schultz A, Miller J. Influence of some biomechanical factors on low back pain in pregnancy. *Spine*. 1993;18:61-5.
- Lee Y, Chen Y. Regressionally determined vertebral inclination angles of the lumbar spine in static lifts. *Clin Biomech*. 2000;15:672-7.
- Harrison DE, Cailliet R, Harrison DD. Radiographic analysis of lumbar lordosis. Centroide, Cobb, TRALL and Harrison posterior tangent methods. *Spine*. 2001;26:E235-42.
- Hinman M. Comparison of thoracic kiphosis and postural stiffness in younger and older women. *Spine J*. 2004;4:413-7.
- Pinel-Giroux F, Mac-Thiong J, Guise J, Labelle H. Computerized assessment of sagittal curvatures of spine: Comparison between Cobb and tangent circles techniques. *J Spinal Disord Tech*. 2006;19:507-12.
- Harlick J, Milosavljevic S. Palpation identification of spinous processes in the lumbar spine. *Man Ther*. 2007;12:56-62.
- Teixeira FA, Carvalho, GA. Confiabilidade e validade das medidas da cifose torácica através do Método Flexicurva. *Rev Bras Fisioter*. 2007;11:199-204.
- Quaresma C, Forjaz Secca M, Goyri O'Neill J, Branco J. Development a mechanical instrument to evaluate biomechanically the spinal column in pregnant women. *Proc Int Conf Biodevice*. 2009;310-13.
- Quaresma C, Forjaz Secca M, Goyri O'Neill J, Branco J. Métrica Vertebral: Instrumento de Avaliação Biomecânica da Coluna Vertebral. In: III Congresso Nacional de Biomecânica. 2009.p.405-8.
- Quaresma C, João F, Fonseca M, Forjaz Secca M, Veloso A, Goyri O'Neill J, et al. Validação do Métrica Vertebral Através de um Sistema Optoelectrico de Esterogrametria. *Actas do III. Congresso Nacional de Biomecânica*. 2009.p.409-12.
- Quaresma C, João F, Fonseca M, Forjaz Secca M, Veloso A, Goyri O'Neill J, et al. Validation of Vertebral Metrics: a mechanical instrument to evaluate posture of the spinal column. In: Dössel O, Schlegel WC, editors. *WC IFMBE Proceedings 25/VII*; 2009.p.711-3.
- Quaresma C, Forjaz Secca M, Goyri O'Neill J, Branco J. Vertebral metrics: Application of a Mechanical Instrument to Evaluate the Spinal Column in Pregnant Women. *Proc Int Conf Biodevice*. 2010.p.143-6.
- Quaresma C, João F, Fonseca M, Forjaz Secca M, Veloso A, Goyri O'Neill J, et al. Comparative evaluation of the tridimensional spine position measured with a new instrument (Vertebral Metrics) and an Optoelectronic System of Stereophotogrammetry. *Med Biol Eng Comput*. 2010;48:1161-4.