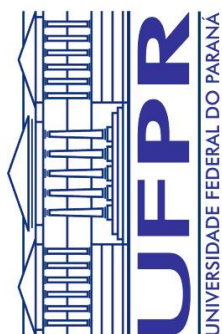
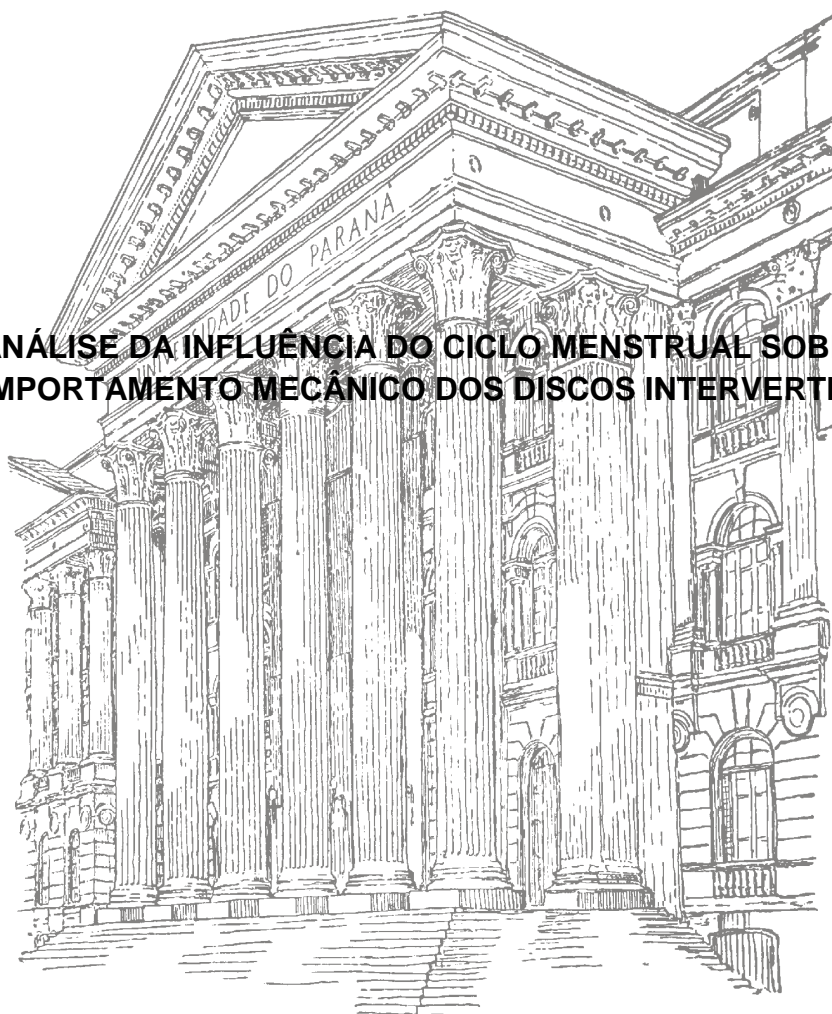


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

CLEVER LUIZ GREGOLIN PROVENSI

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO CICLO MENSTRUAL SOBRE O  
COMPORTAMENTO MECÂNICO DOS DISCOS INTERVERTEBRAIS**



**CURITIBA**

**2008**



**CLEVER LUIZ GREGOLIN PROVENSI**

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO CICLO MENSTRUAL SOBRE O  
COMPORTAMENTO MECÂNICO DOS DISCOS INTERVERTEBRAIS**

**Dissertação de Mestrado apresentada  
como requisito parcial para a obtenção do  
título de Mestre em Educação Física, no  
Departamento de Educação Física, Setor  
de Ciências Biológicas da Universidade  
Federal do Paraná.**


Orientador: Prof. Dr. André Luiz Felix Rodacki

# TERMO DE APROVAÇÃO

CLEVER LUIZ GREGOLIN PROVENSI

## “Análise da Influência do Ciclo Menstrual Sobre o Comportamento Mecânico dos Discos Intervertebrais”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação Física – Área de Concentração Exercício e Esporte, Linha de Pesquisa Atividade Física e Saúde, do Departamento de Educação Física do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte Banca Examinadora:



Professor Dr. André Luiz Felix Rodacki (Orientador)  
Departamento de Educação Física / UFPR



Professora Dra. Elisângela Manfra



Professora Dra. Neiva Leite

Curitiba, 31 de Março de 2008

## **AGRADECIMENTOS E DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a Deus, que me deu forças e inspiração para a realização do mesmo.

Agradeço aos meus pais, que de forma incondicional me apoiaram e me deram suporte durante todo o período de realização deste trabalho. Agradeço também aos meus irmãos e cunhados por me oportunizarem grandes alegrias, principalmente no período final de realização deste.

Agradeço a minha esposa Natália que nos momentos mais difíceis demonstrou muita compreensão e carinho. Características de uma grande mulher.

Agradeço ao empenho de todos participantes avaliados que pacientemente compareceram a 3 sessões avaliativas de aproximadamente 3 horas.

Agradeço a todos os meus amigos, no entanto segue um agradecimento especial aos meus amigos/irmãos Luiz Roberto Argenta Jr. e Valério Henrique Dezan, que muitas vezes me apoiaram e indicaram o caminho que deve ser seguido.

Agradeço ao professor Dr. André Rodacki pela oportunidade que me concedeu em realizar este mestrado. Agradeço também toda confiança depositada em minha pessoa, sem a qual seria impossível a conclusão deste projeto.

**“Não se vende meio computador.”**

***André Rodacki***

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	10
1.2 OBJETIVO GERAL.....	12
1.2.1 Objetivos Específicos.....	12
1.3 HIPÓTESES.....	13
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>14</b>
2.1 COLUNA VERTEBRAL.....	14
2.1.1 O disco intervertebral.....	16
2.1.2 Propriedades mecânicas dos discos intervertebrais.....	17
2.2 EFEITOS DAS SOBRECARGAS MECÂNICAS SOBRE A COLUNA VERTEBRAL.....	19
2.3 CICLO SEXUAL FEMININO E VARIAÇÃO DOS NÍVEIS CIRCULANTES DE ESTROGÊNIO, PROGESTERONA E RELAXINA.....	21
2.4 INFLUÊNCIA DOS HORMÔNIOS ESTROGÊNIO, PROGESTERONA E RELAXINA SOBRE O COLÁGENO.....	23
2.5 CONCLUSÃO DA REVISÃO DE LITERATURA.....	24
<b>3. MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
3.1 PARTICIPANTES.....	26
3.2 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DA AMOSTRA.....	27
3.3 MEDIDAS DE VARIAÇÃO DE ESTATURA.....	27
3.4 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS.....	28
3.5 ANÁLISE DOS DADOS.....	32
3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	32
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>34</b>
4.1 PERDA DE ESTATURA.....	34
4.2 RECUPERAÇÃO RELATIVA DE ESTATURA.....	34
4.3 TAXAS DE PERDA DE ESTATURA.....	36
<b>5. DISCUSSÃO.....</b>	<b>38</b>
5.1 PERDA DE ESTATURA.....	38
5.2 RECUPERAÇÃO RELATIVA DE ESTATURA.....	40
5.3 TAXAS DE PERDA DE ESTATURA.....	43
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>46</b>

<b>7. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>47</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>53</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>54</b>



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – UNIDADE FUNCIONAL DA COLUNA VERTEBRAL .....	15
FIGURA 2 – VARIAÇÕES DOS NÍVEIS HORMONAIS DURANTE O CICLO MENSTRUAL.....	23
FIGURA 3 – APARELHOS UTILIZADOS PARA A REALIZAÇÃO AS MEDIDAS DE VARIAÇÃO DE ESTATURA.....	28
FIGURA 4 – INDIVÍDUO EM POSIÇÃO DE REPOUSO (POSIÇÃO DE FOWLER).....	30
FIGURA 5 – INDIVÍDUO DURANTE A FASE DE CARREGAMENTO.....	31
FIGURA 6 – DESENHO ESTRUTURAL DA SESSÃO AVALIATIVA.....	32
FIGURA 7 – PERFIL MÉDIO DAS PERDAS DE ESTATURA EM DIFERENTES PERÍODOS NO GRUPO QUE NÃO UTILIZA ACOs EM FUNÇÃO DO TEMPO.....	35
FIGURA 8 – PERFIL MÉDIO DAS PERDAS DE ESTATURA EM DIFERENTES PERÍODOS NO GRUPO QUE UTILIZA ACOs EM FUNÇÃO DO TEMPO.....	35
FIGURA 9 – PERFIL MÉDIO DA RECUPERAÇÃO RELATIVA DE ESTATURA DE AMBOS OS GRUPOS.....	36

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS PARTICIPANTES DOS GRUPOS QUE UTILIZAVAM (GC) E QUE NÃO UTILIZAVAM CONTRACEPTIVOS ORAIS (GN).....	26
TABELA 2 – PERDA DE ESTATURA DOS GRUPOS GN E GC EM FUNÇÃO DA FASE DO CICLO MENSTRUAL (mm).....	34
TABELA 3 – RECUPERAÇÃO RELATIVA DE ESTATURA DOS GRUPOS EM FUNÇÃO DA FASE DO CICLO MENSTRUAL (%)......	36
TABELA 4 – TAXA DE PERDA DE ESTATURA – COMPONENTE ELÁSTICO (tx1).....	37
TABELA 5 – TAXAS DE PERDA DE ESTATURA – COMPONENTE VISCOSO (tx2).....	37

## RESUMO

Este estudo objetivou verificar a influência do ciclo menstrual sobre o comportamento mecânico dos discos intervertebrais de mulheres. Foram distribuídos 120 questionário a mulheres com idade entre 18 e 25 anos dos quais foram respondidos 93 e 20 foram intencionalmente selecionados para compor o presente estudo. Os sujeitos foram divididos em 2 grupos em relação à utilização (GC) ou não (GN) de contraceptivos orais. As participantes compareceram ao laboratório em 3 oportunidades que coincidiam com eventos importantes de cada fase do ciclo sexual. Nestas visitas os sujeitos executaram uma tarefa física (caminhar com carga de 15% de seu peso corporal) durante 30 minutos. Nesse período foram tomadas medidas de estatura a cada 6 minutos com a finalidade de determinar as variações de estatura. Após a atividade as participantes permaneceram na posição em pé durante 30 minutos e sua recuperação de estatura foi determinada. Os resultados do estudo indicaram não haver diferenças significativas para a perda e recuperação de estatura entre os grupos. No entanto as análises intra-grupo revelaram uma maior perda de estatura na fase lútea no GN. A recuperação de estatura intra-grupo indicou que no GN ocorre menor recuperação de estatura na fase proliferativa). Um comportamento similar foi encontrado no GC nas fases proliferativa e lútea. As análises das taxas de perda de estatura indicaram diferenças entre os grupos para  $tx2$  na fase lútea. O grupo GN foi o que apresentou maior taxa de perda de estatura durante a fase lútea. Esses achados permitem concluir que o ciclo sexual interfere no comportamento mecânico dos discos intervertebrais, que pode ter ocorrido pelas variações hormonais que ocorrem em determinados períodos do ciclo sexual. Tais variações podem ser decorrência e alterações sobre o metabolismo do colágeno e edemas.

**Palavras-chave:** contraceptivo; ciclo menstrual; discos intervertebrais; estadiometria.

## ABSTRACT

This study aimed to verify the influence of hormonal variations over the mechanical behaviour of women intervertebral discs. It was distributed 120 questionnaires to women aged between 18 and 25 years-old, from which 93 were answered and returned and 20 were intentionally selected to take part of the present study. Subjects were assigned in two groups taking into account the use (GC) or not (GN) of oral contraceptives. Participants attended 3 laboratory sessions that coincided with important events of their sexual cycle. In these visits, subjects performed a physical task (walking with a 15% body weight load) during 30 minutes. During this period stature measurements were performed at every 6 minutes in an attempt to determine stature variations. After the task, subjects remained standing during 30 minutes and their stature recovery was assessed. Results showed no significant differences stature loss and recovery between groups. However, intra-group analysis showed greater stature loss in the GN during the luteal phase. The intra-group stature recovery indicated a smaller recovery in the GN during the proliferative phase. A comparable behaviour was found during the proliferative and luteal phases in the GC. The analysis of stature loss rate indicated differences between groups during the luteal phase. The GN group presented the greatest stature loss rate during the luteal phase. These findings evidence that the sexual cycle interferes in the mechanical behaviour of the intervertebral discs, which may have occurred due to hormonal variations that take place during some periods of the sexual cycle. Such variations may be the result of some collagen metabolism changes and edemas.

**Key-words:** oral contraceptive; menstrual cycle; intervertebral discs; estadiometry.

## INTRODUÇÃO

### 1.1 JUSTIFICATIVA

As dores nas costas são uma condição patológica freqüente nos países industrializados (PANJABI, 2003). Estima-se que cerca de 80% dos indivíduos adultos apresentarão dores lombares agudas em algum momento de sua vida (ANDERSSON, 1999) e que de 5 a 10% da população com lombalgias agudas evoluirá para um quadro severo e crônico (NIEMAN, 1999). Além de diminuir a qualidade de vida dos indivíduos, limitando suas atividades cotidianas (PICAVET; SCHOUTEN, 2003) e profissionais (WEBB et al., 2003), as lombalgias representam um sério problema de saúde pública que demanda altos gastos com cuidados médicos, faltas no trabalho e aposentadorias precoces (DEYO et al., 1991; STEWART et al., 2003).

Apesar dos homens realizarem tarefas mais intensas, estudos epidemiológicos têm demonstrando maior prevalência de lombalgias em mulheres em relação aos homens (KAILA-KANGAS et al., 2003; WEBB et al., 2003; BINGEFORS; ISACSSON, 2004). Os motivos desta maior prevalência entre as mulheres permanecem incertos, porém sabe-se que alguns fatores, como por exemplo, hormonais, podem ajudar a esclarecer tal diferença (KYLLONNEN et al., 1999; RODACKI et al. 2003, WIJNHOFEN et al., 2006; BARON et al., 2005). Os fatores hormonais possivelmente apresentam influência sobre o comportamento mecânico dos discos intervertebrais uma vez que alguns estudos têm demonstrado uma relação direta de certos hormônios femininos sobre o metabolismo dos tecidos colagenosos, o que pode modificar o comportamento mecânico destes (SAMUEL et al., 1996; GRUBER et al., 2002; NAQVI et al., 2004; HASHEM et al., 2006; BARON et al., 2005). Desta forma, em certas fases do ciclo sexual feminino, as mulheres estariam mais expostas a dores decorrentes das modificações do comportamento mecânico dos discos intervertebrais uma vez que estes são compostos basicamente de colágeno.

Durante o ciclo sexual feminino ocorrem flutuações hormonais responsáveis por alterações fisiológicas significativas. Por exemplo, os hormônios progesterona e aldosterona estão associados ao aumento da temperatura corporal e retenção hídrica (GUYTON; HALL, 1997; GANONG, 1998). Tais alterações podem

alterar o comportamento mecânico dos discos intervertebrais (KLEINSTUECK et al., 2001; LEIKINA et al., 2002) e conseqüentemente causar dores nas costas uma vez que os discos intervertebrais dependem da hidratação e da capacidade elástica do colágeno para absorver cargas satisfatoriamente. De fato, a quantidade de fluido no núcleo pulposo determina a capacidade dos discos intervertebrais em dissipar e absorver forças aplicadas à coluna vertebral. Contudo, uma hiper-hidratação do núcleo pulposo pode aumentar o seu deslocamento radial no momento em que este dissipa cargas, pinçando raízes nervosas e gerando dor, num mecanismo parecido com aquele das dores nas costas matinais (ADAMS et al., 1986).

Além disso, estudos vêm demonstrando a existência da influência de alguns hormônios (estradiol e relaxina) sobre a resposta biológica do colágeno. Alguns autores, em estudos *in vivo* (modelos animais) e *in vitro*, têm demonstrado influência hormonal direta (estrógenos e relaxina) sobre a degradação do colágeno (SAMUEL et al., 1996; NAQVI et al., 2004; HASHEM et al., 2006). Estes estudos têm indicado que a relaxina combinada ao estradiol (NAQVI et al., 2004; HASHEM et al., 2006), ou somente relaxina isoladamente (SAMUEL et al., 1996; HASHEM et al., 2006), estimulam a degradação de tecidos fibrocartilaginosos pelo aumento das enzimas (metaloproteinases) responsáveis pela degradação do colágeno. Estes estudos também indicam um efeito antagonista da progesterona sobre a relaxina e o estradiol, ou seja, sob a presença da progesterona, a relaxina e o estradiol não produzem degradação no colágeno (SAMUEL et al., 1996; HASHEM et al., 2006).

Hashem et al. (2006) apontam uma possível influência isolada do estradiol sobre a degradação do colágeno, no entanto não discutem os mecanismos que levariam a tal reação. Este achado acompanha os achados de Wijnhoven et al. (2006) que, em um estudo epidemiológico, demonstraram uma relação direta entre exposição ao hormônio estradiol (ex. utilização de contraceptivos orais, reposição hormonal) e dores crônicas nas costas. Por outro lado, Sands et al. (2000) e Baron et al. (2005), apontam a exposição ao estradiol como sendo um estimulador da formação de colágeno, o que pode melhorar a capacidade do ânulo fibroso dos discos intervertebrais em resistir a cargas compressivas uma vez que este é composto basicamente de colágeno tipo I. Sands et al. (2000) observaram que após reposição hormonal com estradiol, mulheres apresentavam níveis séricos mais elevados de Propeptideo Carboxi-Terminal de colágeno Tipo I. Baron et al. (2005) demonstraram que mulheres em idade de menopausa adeptas a reposição

hormonal possuíam maior altura dos discos intervertebrais em relação a mulheres sem reposição hormonal. Neste ponto de vista, o estradiol atuaria como um fator protetivo às dores nas costas fazendo com que os discos intervertebrais estivessem sempre saudáveis, impedindo que sobrecargas excessivas sejam impostas a outras estruturas que não são especializadas na dissipação de cargas (ex. facetas articulares) (DUNLOP; ADAMS; HUTTON, 1984; ADAMS et al., 2000; POLLINTINE et al., 2004), bem como compressão de estruturas que são fontes diretas de dores (ex. raízes nervosas) (ADAMS; DOLAN, 1995).

Haja vista o caráter contraditório dos estudos observados na literatura, a relação entre exposição ao estradiol, metabolismo do colágeno e aparecimento de dores nas costas precisa ser mais bem elucidada. Neste sentido, achados em relacionados à capacidade hormonal de interferir no metabolismo do colágeno podem ajudar a explicar a maior incidência de dores nas costas em mulheres uma vez que os níveis circulantes dos hormônios estradiol, relaxina e progesterona são maiores em mulheres do que nos homens e variam de acordo com a fase do ciclo sexual feminino (GUYTON; HALL, 1997; GANONG, 1998).

O estudo do comportamento mecânico dos discos intervertebrais (perda e recuperação de altura) de mulheres em diferentes fases do ciclo sexual feminino pode contribuir na compreensão das influências hormonais sobre as dores nas costas uma vez que estudos vêm apontando a existência de uma influência hormonal direta sobre o comportamento mecânico de tecidos moles.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Este estudo objetiva verificar a influência de variações hormonais sobre o comportamento mecânico dos discos intervertebrais de mulheres.

### 1.2.1 Objetivos Específicos

I. Determinar e comparar o comportamento mecânico dos discos intervertebrais de mulheres que não utilizam contraceptivos orais em diferentes fases do ciclo sexual feminino.

II. Determinar e comparar o comportamento mecânico dos discos intervertebrais de mulheres que utilizam contraceptivos orais em diferentes fases do ciclo sexual feminino.

III. Comparar o comportamento mecânico dos discos intervertebrais, entre mulheres que utilizam e que não utilizam contraceptivos orais, em diferentes fases do ciclo sexual feminino.

### 1.3 HIPÓTESES

H<sub>1</sub>. O ciclo sexual feminino exercerá influência sobre a perda de estatura apenas no grupo das mulheres que não fazem utilização de contraceptivos orais.

H<sub>2</sub>. A perda de estatura será diferente entre os grupos independente da fase do ciclo sexual feminino.

H<sub>3</sub>. As taxas de perda de estatura sofrerão influência do ciclo sexual apenas no grupo das mulheres que não fazem utilização de contraceptivos orais.

H<sub>4</sub>. As taxas de perda de estatura serão diferentes entre os grupos independente da fase do ciclo sexual feminino.

H<sub>5</sub>. O ciclo sexual feminino exercerá influência sobre o percentual de recuperação de estatura apenas no grupo das mulheres que não fazem utilização de contraceptivos orais.

H<sub>6</sub>. O percentual de recuperação de estatura será diferente entre os grupos independente da fase do ciclo sexual feminino.



## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 COLUNA VERTEBRAL

A coluna vertebral de um adulto compõe-se de 33 ou 34 vértebras arranjadas em 5 regiões: 7 cervicais, 12 torácicas, 5 lombares, 5 sacrais e 4 ou 5 coccígeas. Com exceção da região sacral e coccígea, as demais regiões da coluna vertebral são flexíveis. Esta flexibilidade deve-se ao fato destas regiões serem compostas por vértebras, discos intervertebrais e estruturas acessórias (MOORE; DALLEY, 1999; WATKINS, 1999).

Em posição ortostática, a coluna vertebral apresenta quatro curvaturas fisiológicas no plano mediano, porém é reta no plano frontal (MOORE; DALLEY, 1999; WATKINS, 1999). As concavidades das regiões torácica e sacral criam espaços para a acomodação dos órgãos internos do tórax e da região abdominal inferior (WATKINS, 1999).

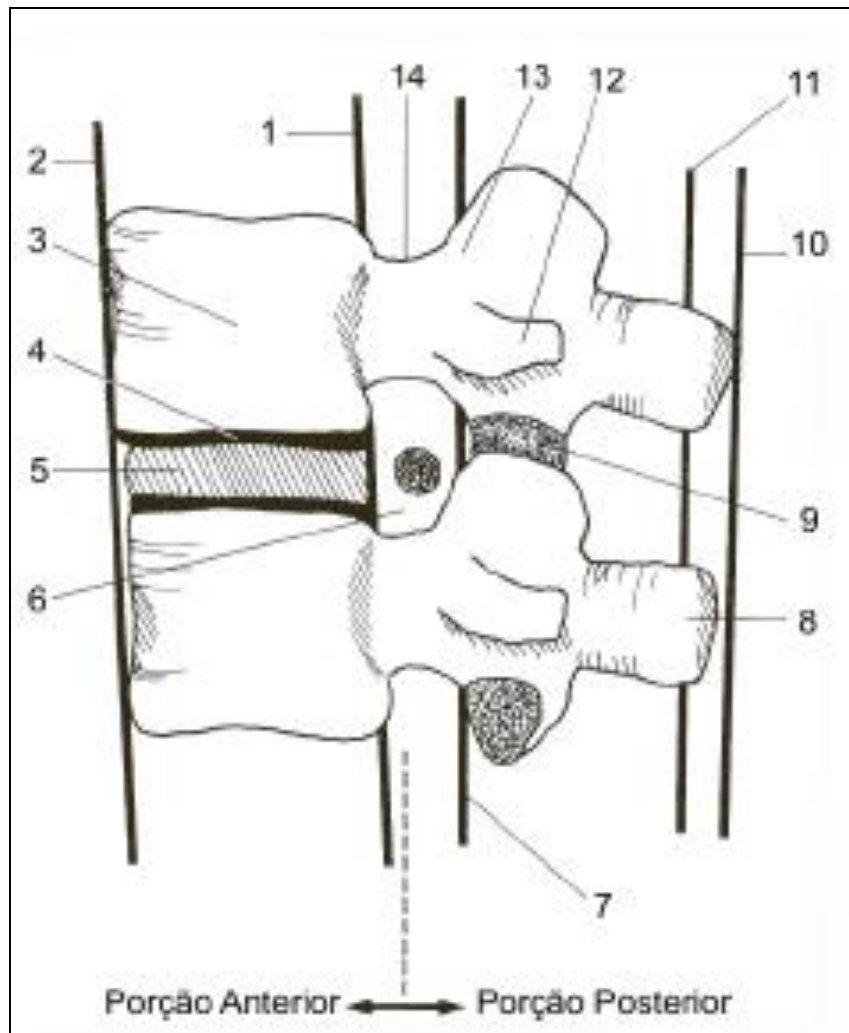
A coluna vertebral constitui uma espécie de pilar por ficar situada centralmente e suportar o raio de ação do peso de toda estrutura do tronco e membros. Contudo, ela deve fornecer estabilidade e flexibilidade para sustentar o peso corporal, agir como um amortecedor em resposta a cargas de impacto e proteger a medula espinhal (WATKINS, 1999).

A unidade funcional da coluna vertebral é composta por um par de vértebras adjacentes, suas articulações e tecidos moles de sustentação (ex. discos intervertebrais e ligamentos) (BRINCKMAN, 1985; WATKINS, 1999; LINDH, 2001). Ela se constitui de duas porções, uma anterior e outra posterior. A porção anterior é composta por dois corpos vertebrais sobrepostos, o disco intervertebral e os ligamentos longitudinais. Porção posterior é composta pelos correspondentes arcos vertebrais, as articulações intervertebrais compostas pelas facetas, os processos transversos e espinhosos, e vários ligamentos (LINDH, 2001). Também encontramos este mesmo sistema articular referido como segmento motor da coluna vertebral (BRINCKMAN, 1985; WATKINS, 1999; LINDH, 2001) (FIGURA 1).

As articulações que unem as vértebras podem ser de dois tipos: tipo sínfise, que são aquelas que unem os corpos vertebrais; tipo facetárias ou apofisárias, que são articulações deslizantes (sinoviais) entre os processos articulares inferiores da vértebra superior e os processos articulares superiores da

vértebra inferior (WATKINS, 1999). Portanto, a porção anterior é composta por uma articulação do tipo sínfise e a porção posterior é constituída por articulações do tipo facetária. Vários ligamentos longitudinais e intersegmentais sustentam as estruturas articulares da coluna vertebral (ADAMS; DOLAN, 1995).

FIGURA 1 – UNIDADE FUNCIONAL DA COLUNA VERTEBRAL



1) Ligamento longitudinal posterior; 2) ligamento longitudinal anterior; 3) Corpo vertebral; 4) Placa terminal; 5) Disco intervertebral; 6) Forâmen intervertebral e nervo periférico; 7) Ligamento flavum; 8) Processos espinhosos; 9) faceta articular e articulação apofisária; 10) ligamento supre-espinhal; 11) Ligamento inter-espinhal; 12) Processo transversos; 13) Arco vertebral; 14) Canal vertebral.

FONTE: Modificado de Nordin e Frankel (2001).

A principal função da unidade funcional da coluna vertebral é transmitir e atenuar as cargas de uma maneira mecanicamente mais eficiente (DUNLOP; ADAMS; HUTTON, 1984). Uma cadeia de unidades funcionais também interage entre si como uma unidade para transmitir as pressões ao longo da coluna

vertebral (WATKINS, 1999). Desta forma, a lesão em uma unidade funcional poderá afetar a função de todas as demais unidades funcionais adjacentes, fazendo com que o indivíduo adote movimentos compensatórios para reduzir a pressão sobre a articulação lesionada (RIEGGER-KRUGH; KEYSOR, 1996).

### 2.1.1 O disco intervertebral

Os discos intervertebrais situam-se entre as superfícies cranial e caudal dos corpos vertebrais adjacentes e sua função é transmitir e dissipar as cargas internas e externas as quais a coluna vertebral está constantemente submetida (CLEMENTE, 1985). Em indivíduos saudáveis, os discos intervertebrais representam aproximadamente  $\frac{1}{4}$  do comprimento da coluna vertebral (GRABINER, 1999).

O disco intervertebral é constituído de três partes: núcleo pulposos, anulo fibroso e placas terminais (CAILLIET, 1979).

O núcleo pulposos está localizado na porção central do disco intervertebral, é estruturalmente similar a um gel, apresentando uma quantidade significativa de substâncias hidrofílicas (proteoglicanos) (GALANTE, 1967; ADAMS; DOLAN, 1995) e, em virtude disso possui uma grande afinidade com a água que é absorvida através da pressão de enchimento osmótico, que atua constantemente (WATKINS, 1999). Em condições de repouso (pressão discal interna de 2 atm a 3 atm) (HANDA et al., 1997), um núcleo pulposos saudável é constituído de 88% de água. Esta pressão osmótica negativa constante o núcleo pulposos proporciona ao disco um estado de pré-tensão no qual aumenta a capacidade deste em resistir às forças de compressão (KAPANDJI, 2000).

O anulo fibroso é constituído de vários anéis fibrocartilaginosos dispostos de forma concêntrica, os quais envolvem o núcleo pulposos (KAPANDJI, 2000). Os anéis dispostos externamente (anulo fibroso externo) são relativamente finos e constituídos de tecido fibroso regular, enquanto que os anéis internos (anulo fibroso interno) são mais espessos e constituídos de fibrocartilagem. O arranjo das fibras ocorre de uma maneira diferente em cada anel do anulo fibroso, isto em associação com o núcleo pulposos faz com que o disco suporte fortemente a todos os tipos de pressão (NORDIN; FRANKEL, 2001).

As placas terminais são formadas de cartilagem hialina, estão presentes na superfície cranial e caudal dos corpos vertebrais e são classificadas como sínfises (GRABINER, 1991). A transferência da água do interior dos discos para o corpo vertebral é realizada via placa terminal (WATKINS, 1999).

Observa-se um aumento no tamanho dos discos intervertebrais no sentido crânio-caudal (GILAD; NISSAN, 1986). Desta forma, verifica-se um aumento significativo no tamanho dos discos na região lombar, onde resultam as maiores cargas impostas sobre a coluna vertebral (THOMPSON; FLOYD, 1997).

O mecanismo pelo qual o disco intervertebral se nutre ainda não está totalmente esclarecido (DEZAN, 2003). Cailliet (1979) afirma que durante o período neonatal, vasos sanguíneos penetram na camada de cartilagem hialina (placa terminal) e podem vir a nutrir os discos intervertebrais. Um estudo em cadáveres encontrou indicativos de que o ânulo fibroso é vascularizado até os 20 anos e as placas terminais até os 7 anos de idade, todavia em nenhuma idade foi demonstrado que existe vascularização no núcleo pulposo (RUDERT; TILLMANN, 1993). Este achado comprova que o aumento da idade, gradativamente, torna o disco intervertebral avascularizado (MOORE; DALLEY, 1999). Negada a hipótese de que a nutrição dos discos intervertebrais ocorra por um processo de osmose (FERGUSON; ITO; NOLTE, 2004) acredita-se que a nutrição ocorra por embebição (difusão) (KATZ et al., 1986; FERGUSON; ITO; NOLTE, 2004). A placa terminal é a responsável pela difusão de solutos que nutrem os discos com oxigênio e glicose, os sulfatos que constituem os glicosaminoglicanos entram através do anel fibroso (CAILLIET, 1979).

### 2.1.2 Propriedades mecânicas dos discos intervertebrais

O disco intervertebral está constantemente submetido a forças de compressão axial nas atividades cotidianas (RODAKCI et al., 2003), laborais (LENGSFELD et al., 2000; VAN DEURSEN et al., 2000) e esportivas (REILLY et al., 1991). Em respostas a estas cargas externas o disco intervertebral possui a capacidade de se deformar, permitindo proteger as unidades funcionais da coluna vertebral (DUNLOP; ADAMS; HUTTON, 1984; ADAMS; DOLAN, 1995; DEZAN, 2003). Sob aplicação de cargas externas e internas, o disco intervertebral pode se deformar de forma elástica ou viscosa (ADAMS; DOLAN, 1995).

Desta forma, a resposta mecânica dos discos intervertebrais em relação à imposição de carga ocorre da seguinte forma: Quando os discos intervertebrais são submetidos a cargas, ocorre um aumento na pressão hidrostática dentro do núcleo pulposo (HUTTON et al., 1999). Este aumento na pressão do núcleo pulposo reflete-se sobre as paredes do ânulo fibroso deformando radialmente este (deformação elástica) (RICHERS et al., 2002; WATKINS, 1999). Em associação ocorre uma expulsão de água do núcleo pulposo e ânulo fibroso para fora do disco intervertebral através das placas terminais (deformação viscosa) (HUTTON et al., 1999; RICHERS et al., 2002). Em articulações saudáveis, a perda de água é gradual em virtude da baixa permeabilidade das camadas de cartilagem hialina. Desta forma, a associação do comportamento elástico e viscoso do disco ocasiona a redução na altura do disco intervertebral. Todavia, a participação de cada um desses componentes (elástico e viscoso) depende da intensidade e duração das cargas (WATKINS, 1999).

Quando os discos intervertebrais são submetidos a cargas abruptas ou de alta intensidade por um curto espaço de tempo (ex. levantamento de pesos), os discos intervertebrais comportam-se elasticamente (DEZAN et al., 2003). Em contrapartida, as cargas de baixa intensidade aplicadas gradativamente e por um período prolongado de tempo (ex. força da gravidade sobre a massa corporal), fazem com que os discos intervertebrais comportem-se viscosamente (DEZAN et al., 2003). Desta forma os discos intervertebrais têm capacidade de responder de forma diferente em relação ao tipo de carga aplicada sobre eles.

Independente da magnitude ou espaço de tempo em que determinada carga é aplicada nos discos intervertebrais, a redução acumulada da espessura destes dificilmente ultrapassará 15% do total da altura combinada de todos os discos intervertebrais (WATKINS, 1999).

A partir do momento em que a carga, ou parte dela é retirada dos discos intervertebrais, estes iniciam um processo de enchimento que objetiva proteger as articulações de novas cargas que possam vir a ser aplicadas (KAPANDJI, 2000). Isto ocorre devido ao aumento da pressão osmótica negativa do disco intervertebral (RICHERS et al., 2002). Com o aumento do volume de água absorvida pelo núcleo, há um aumento na sua pressão interna uma vez que sua capacidade de extensão é limitada por estas cargas (WATKINS, 1999). Esta pressão é transmitida aos corpos vertebrais e ao ânulo fibroso, fazendo com que a espessura

do disco intervertebral aumente conforme a quantidade de água que é absorvida pelo núcleo pulposo. Desta forma, a carga é o fator limitante da extensibilidade dos discos (WATKINS, 1999). Quando o indivíduo encontra-se deitado, a coluna vertebral não precisa suportar o peso corporal, em consequência disto, a quantidade de água que o núcleo pulposo pode absorver é limitada somente pela extensibilidade do ânulo fibroso em questão (WATKINS, 1999). Portanto, a maioria dos indivíduos está em sua maior estatura após um período de repouso ou quando acordam (DE PUKY et al., 1935; REILLY; TYRRELL; TROUP, 1984; TYRRELL; REILLY; TROUP, 1985; VAN DIEEN; TOUSSAINT, 1993).

Em relação à aplicação de cargas sobre os discos intervertebrais, estudos apontam que pequenos estresses compressivos levam a um aumento no conteúdo de proteoglicanos nos discos (IATRIDIS et al., 1999; HUTTON et al., 1999), porém grandes forças compressivas podem levar a degeneração acelerada do disco bem como a alterações em suas propriedades mecânicas (IATRIDIS et al., 1999). Outro fator que contribui com a degeneração do disco intervertebral é o processo de envelhecimento (MAEDA et al., 2000).

## 2.2 EFEITOS DAS SOBRECARGAS MECÂNICAS SOBRE A COLUNA VERTEBRAL

O disco intervertebral é solicitado em todas as posturas para sustentar a maioria das cargas intervertebrais compressivas (ADAMS; HUTTON, 1980). Ele também é solicitado para dissipar cargas de cisalhamento, inclinação ou torção (ADAMS; DOLAN, 1995). Em consequência destas cargas aplicadas à coluna vertebral, ocorrem várias respostas estruturais e funcionais nas unidades funcionais da coluna vertebral.

As cargas compressivas aplicadas ao disco intervertebral causam uma redução na altura dos discos (ADAMS et al., 2000) em virtude da migração da água do núcleo pulposo para os corpos vertebrais (RICHES et al., 2002). Isto ocasiona uma deformação radial no disco (WANG et al., 1998; RICHES et al., 2002) que conseqüentemente pode vir a comprimir uma raiz nervosa provocando dor (WATKINS et al., 1999).

Um fator determinante das respostas metabólicas dos discos é a magnitude das cargas compressivas aplicadas. Quando o disco intervertebral é

exposto a baixos estresses compressivos, a síntese de proteoglicanos é estimulada (IATRIDIS et al., 1999). Em virtude disto, ele se torna mais sadio, pois a diminuição de proteoglicanos está relacionada com a degeneração (ADAMS et al., 1986; ADAMS et al., 1996; WATKINS, 1999).

Quando o disco é submetido a altos estresses compressivos, poderá ocorrer perda permanente na altura discal (WANG et al., 1998; ADAMS et al., 2000), aumento na velocidade de degeneração dos discos intervertebrais (IATRIDIS et al., 1999), mudança nas propriedades mecânicas dos discos intervertebrais (IATRIDIS et al., 1999).

Estudos realizados *in vitro* e *in vivo* demonstram várias modificações ocorridas nos discos intervertebrais submetidos a cargas compressivas (DUNLOP; ADAMS; HUTTON, 1984; YINGLING et al., 1997; WANG et al., 1998; TSAI et al., 1998; IATRIDIS et al.; 1999; ADAMS et al., 2000). Wang et al. (1998), em um estudo *in vitro*, demonstrou que quando o disco intervertebral do segmento L<sub>2</sub>/L<sub>3</sub> é exposto a cargas axiais repetitivas (cíclicas) com magnitudes entre 600 N e 1000 N, ocorre um aumento radial no disco, diminuição na altura discal e comprometimento das propriedades mecânicas dos discos intervertebrais. Outro estudo utilizando cargas cíclicas, porem desta vez em porcos *in vivo*, demonstrou que em baixas cargas de carregamento (100 N), as lesões acontecem principalmente nas placas terminais. Em contrapartida, altos valores de carregamento (entre 3000 N e 16000 N) foram capazes de danificar os corpos vertebrais de vértebras cervicais (YINGLING et al., 1997).

Tsai et al. (1998), demonstraram estes mesmos resultados nos corpos vertebrais de segmentos lombares de porcos, porém com metodologia *in vitro*. Adams et al. (2000), realizou um estudo *in vitro* utilizando cargas cíclicas e permanentes em unidades funcionais de colunas vertebrais de seres humanos. Danos compressivos ocorreram com o carregamento das unidades funcionais a  $6,7 \pm 2,5$  kN resultando em perda permanente da altura discal, diminuição na pressão do núcleo, redução do estresse no ânulo fibroso anterior aumento do estresse no ânulo fibroso posterior, danificação das placas terminais e migração do núcleo pulposo das regiões com maior sobrecarga para outra com menor sobrecarga. Ele também reportou que as cargas cíclicas produziram uma grande danificação nos discos intervertebrais idosos e pequenos danos nos discos jovens. Ainda nesse estudo, os autores encontraram dados comparativos entre postura neutra e postura lordótica

em relação ao estresse suportado pelo ânulo fibroso posterior dos discos intervertebrais. Os picos de estresse suportado pelo ânulo fibroso posterior de discos intervertebrais com placas terminais danificadas alcançou valores de 1,91 MPa em postura lordótica contra 0,60 MPa em postura neutra.

Estudos *in vitro* apresentam alguns problemas. A retirada de importantes estruturas anatômicas (músculos, ossos e ligamentos) e o congelamento, o qual diminui a pressão de enchimento osmótico e hidratação do núcleo, e aumenta a altura do disco em 10,5% (BASS et al., 1997), são alguns destes problemas. Porém estudos *in vitro* têm demonstrado importantes achados em relação aos processos fisiológicos e mecânicos dos discos intervertebrais (ADAMS et al., 2000).

Iatridis et al. (1999) comprimiram o disco intervertebral do rabo de ratos *in vivo* para comprovar que a aplicação de cargas exacerbadas nos discos por um período prolongado de tempo provoca aceleração no processo degenerativo, diminuição na altura discal, alterações nas propriedades mecânicas dos discos intervertebrais, alteração na composição bioquímica dos discos intervertebrais.

Em associação com o disco intervertebral, as articulações apofisárias suportam 16% da aplicação destas cargas na postura ereta (ADAMS; HUTTON, 1980). Este valor pode variar em função da postura adotada (ADAMS; HUTTON, 1985), da diminuição da altura dos discos e até mesmo do estado degenerativo dos mesmos, podendo chegara valores maiores que 70% em relação ao suporte das cargas (ADAMS; HUTTON, 1980), ocasionando dor e problemas nas articulações apofisárias (DUNLOP; ADAMS; HUTTON, 1984; POLLINTINE et al., 2004).

## 2.3 CICLO SEXUAL FEMININO E VARIAÇÃO DOS NÍVEIS CIRCULANTES DE ESTROGÊNIO, PROGESTERONA E RELAXINA

O sistema reprodutor feminino apresenta alterações cíclicas regulares que podem ser consideradas como preparação para fecundação e gravidez. Tais alterações são conhecidas como ciclo sexual feminino (mais popularmente conhecido como ciclo menstrual) (GUYTON; HALL, 1997; GANONG, 1998).



O ciclo menstrual tem duração média de 28 dias, sendo o primeiro dia caracterizado pelo início do sangramento menstrual e o último dia corresponde ao dia anterior a este. Nestes 28 dias, o ciclo menstrual divide-se em 3 fases (fase menstrual, fase proliferativa e fase secretora), nas quais a literatura médica demonstra uma variação nos níveis hormonais específica para cada uma destas fases (FIGURA 2) (GUYTON; HALL, 1997; GANONG, 1998; WILMORE; COSTILL, 2001).

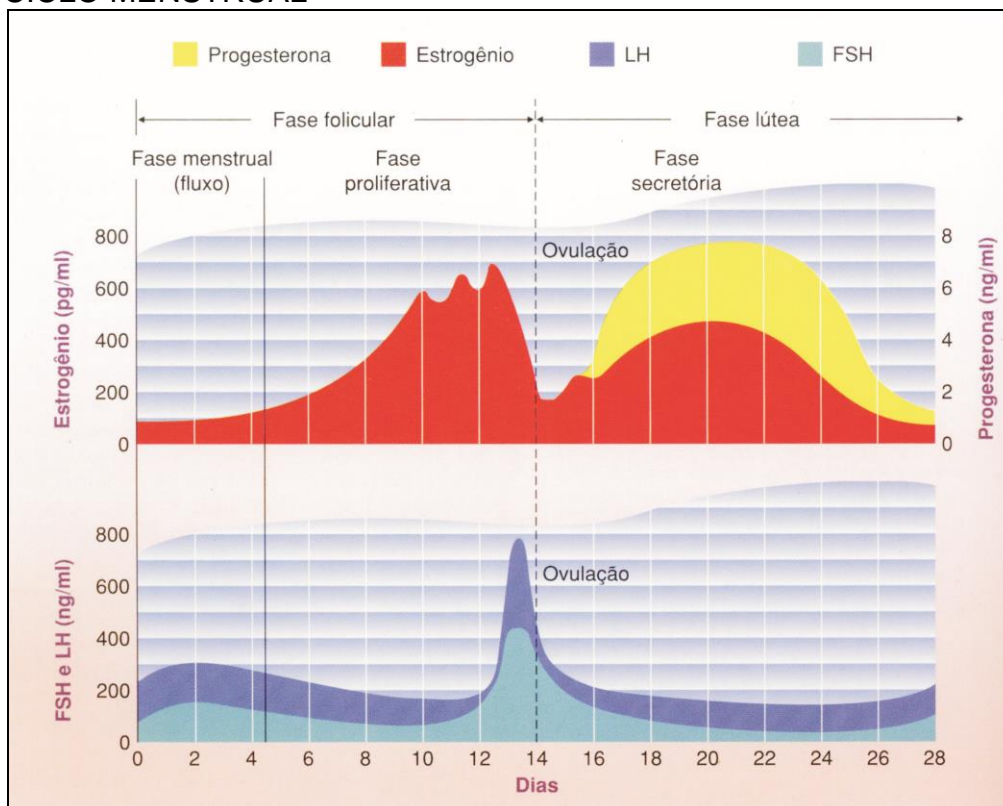
Na fase menstrual, que é caracterizada pelo sangramento e dura em média 5 dias, observam-se baixas concentrações séricas do hormônio estrogênio, progesterona e relaxina (GUYTON; HALL, 1997; GANONG, 1998; WILMORE; COSTILL, 2001).

Na fase proliferativa, que se inicia logo após o fim da menstruação e dura em torno de 11 dias, nota-se um aumento gradativo nos níveis séricos do hormônio estrogênio ocorrendo um pico deste entre os dias 12 e 13 do ciclo sexual. Após o pico da concentração hormonal ocorre uma redução nos níveis circulantes deste hormônio (GUYTON; HALL, 1997; GANONG, 1998; WILMORE; COSTILL, 2001).

Na fase lútea, que se inicia logo após a fase proliferativa e dura aproximadamente 12 dias, observa-se novamente um aumento gradativo dos níveis de estrogênio em conjunto com um aumento nos níveis de progesterona e relaxina. Após o pico de concentração sérica destes hormônios, que ocorre entre os dias 20 e 23 do ciclo sexual, nota-se redução dos níveis hormonais até o 28º dia resultando no sangramento e, conseqüentemente, o início de um novo ciclo (GUYTON; HALL, 1997; GANONG, 1998; CHEN et al.; 2003).

Tendo em vista a variação dos níveis dos hormônios estrogênio, progesterona e relaxina que ocorrem durante o ciclo sexual feminino e os atuais achados que relacionam estes hormônios à síntese/degradação do colágeno, estudos sobre o comportamento mecânico da coluna vertebral podem ajudar a elucidar a maior incidência de dores nas costas nas mulheres em relação aos homens.

FIGURA 2 – VARIAÇÕES DOS NÍVEIS HORMONAIS DURANTE O CICLO MENSTRUAL



FONTE: Wilmore e Costill (2001)

## 2.4 INFLUÊNCIA DOS HORMÔNIOS ESTROGÊNIO, PROGESTERONA E RELAXINA SOBRE O COLÁGENO

Nos últimos anos, estudos vêm demonstrando importantes achados sobre a influência de certos hormônios (estrogênio, progesterona e relaxina) sobre o metabolismo, e consequentemente comportamento mecânico, do colágeno (SAMUEL et al., 1996; SANDS et al., 2000; NAQVI et al., 2004; BARON et al., 2005; HASHEM et al., 2006).

Alguns autores têm demonstrado influência hormonal direta (estrógenos e relaxina) sobre a degradação do colágeno (SAMUEL et al., 1996; NAQVI et al., 2004; HASHEM et al., 2006). Estes estudos têm indicado que a relaxina combinada ao estradiol (NAQVI et al., 2004; HASHEM et al., 2006), ou somente relaxina isoladamente (SAMUEL et al., 1996; HASHEM et al., 2006), estimulam a degradação de tecidos fibrocartilagosos pelo aumento das enzimas (metaloproteinases) responsáveis pela degradação do colágeno. Estes estudos

também indicam um efeito antagonista da progesterona sobre a relaxina e o estradiol, ou seja, sob a presença da progesterona, a relaxina e o estradiol não produzem degradação no colágeno (SAMUEL et al., 1996; HASHEM et al., 2006).

Hashem et al. (2006) apontam uma possível influência isolada do estradiol sobre a degradação do colágeno, no entanto não discutem os mecanismos que levariam a tal reação. Este achado acompanha o achado de Wijnhoven et al. (2006) que, em um estudo epidemiológico, demonstraram a existência de uma relação direta entre exposição ao hormônio estradiol (ex. utilização de contraceptivos orais, reposição hormonal) e dores crônicas nas costas.

Por outro lado, Sands et al. (2000) e Baron et al. (2005), apontam a exposição ao estradiol como sendo um estimulador da síntese de colágeno, o que pode melhorar a capacidade do ânulo fibroso dos discos intervertebrais em resistir a cargas compressivas uma vez que este é composto basicamente de colágeno tipo I. Sands et al. (2000) observaram que após reposição hormonal com estradiol, mulheres apresentavam níveis séricos mais elevados de Propeptideo Carboxi-Terminal de colágeno Tipo I. Baron et al. (2005) demonstraram que mulheres em idade de menopausa adeptas a reposição hormonal possuíam maior altura dos discos intervertebrais em relação a mulheres sem reposição hormonal. Tais achados são reforçados por Gruber et al. (2002) que observou a existência de receptores de estrogênio nas células do ânulo fibroso, o que resultaria em uma maior síntese quando à exposição deste. Desta forma, o estradiol atuaria como um fator protetivo às dores nas costas, fazendo com que os discos intervertebrais estivessem sempre saudáveis, impedindo que sobrecargas excessivas sejam impostas a outras estruturas que não são especializadas na dissipação de cargas (ex. facetas articulares) (DUNLOP; ADAMS; HUTTON, 1984; ADAMS et al., 2000; POLLINTINE et al., 2004), bem como compressão de estruturas que são fontes diretas de dores (ex. raízes nervosas) (ADAMS; DOLAN, 1995).

Sendo assim, a relação entre exposição ao estradiol, metabolismo do colágeno e aparecimento de dores nas costas precisa ser mais bem elucidada.

## 2.5 CONCLUSÃO DA REVISÃO DE LITERATURA

Na revisão de literatura foi observado que vários pesquisadores vêm tentando elucidar as relações entre as respostas biológicas dos tecidos colagenosos

diante exposição a certos hormônios (SAMUEL et al., 1996; SANDS et al., 2000; GRUBER et al. 2002; NAQVI et al., 2004; BARON et al., 2005; HASHEM et al., 2006). Apesar dos achados serem contraditórios acredita-se que as variações de fatores hormonais sejam responsáveis por uma maior prevalência de dores nas costas (WREJE et al, 1997; SKRZYPIEC et al. 2007).

Desta forma, o presente estudo tem por objetivo tentar elucidar a influência das flutuações hormonais, provenientes de diferentes fases do ciclo menstrual, sobre o comportamento mecânico dos discos intervertebrais. O entendimento de tal fenômeno pode contribuir para a elaboração de estratégias que possibilitem aos indivíduos manter satisfatoriamente suas atividades cotidianas aumentando sua qualidade de vida.

### 3. MÉTODOS

#### 3.1 PARTICIPANTES

Participaram do estudo 20 mulheres com idade entre 18 e 25 anos que foram divididas em 2 grupos. Um grupo foi constituído por participantes que não fazem uso de contraceptivos orais (ACOs) (GN; n =10) e outro por participantes que fazem uso de ACOs (GC; n =10).

As participantes foram recrutadas com anúncios no campus da UFPR e passaram por um processo seletivo (questionário – Apêndice A) que determinou quais mulheres participariam da coleta de dados. Ao total foram distribuídos 120 questionários dos quais 93 foram respondidos. Dentre os questionários devolvidos, foram selecionados 20 sujeitos que fizeram parte da amostra do estudo e foram intencionalmente selecionados de forma a criar grupos homogêneos em relação as características físicas dos participantes. Os detalhes dos critérios de seleção encontram-se descritos na seção 3.2. Além disso, os sujeitos do GN foram selecionados por possuírem um ciclo menstrual regular ( $28 \pm 1$  dia), o que nem sempre pode ser encontrado em todos os voluntários.

As mulheres selecionadas para os procedimentos experimentais do estudo receberam uma explanação completa e detalhada sobre os objetivos e procedimentos requeridos. As participantes que concordaram com os procedimentos adotados assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, aprovado pelo comitê de ética em pesquisa do Setor de Saúde da Universidade Federal do Paraná sob o registro CEP/SD 405.085.07.07 atendendo assim a resolução 196/96 do CNS que versa sobre pesquisas envolvendo seres humanos. A TABELA 1 apresenta as características físicas dos sujeitos analisados.

**TABELA 1 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS PARTICIPANTES DOS GRUPOS QUE UTILIZAVAM (GC) E QUE NÃO UTILIZAVAM ACOs (GN)**

	IDADE (anos)	PESO (Kg)	ESTATURA (m)	IMC (Kg/m <sup>2</sup> )
GN	20,40 $\pm$ 1,26	55,30 $\pm$ 6,27	1,64 $\pm$ 0,04	20,47 $\pm$ 2,30
GC	21,20 $\pm$ 1,87	55,90 $\pm$ 5,46	1,64 $\pm$ 0,05	20,59 $\pm$ 1,12

Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos.

### 3.2 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DA AMOSTRA

Todas as participantes deveriam ter idade entre 18 e 25 anos e IMC entre 18,5 e 25 kg/m<sup>2</sup>. Estas participantes foram questionadas em relação a patologias conhecidas (ex. hérnia de disco) ou disfunções momentâneas de ordem músculo – esquelética (ex. fraturas ou distensões musculares) que pudesse interferir nos resultados. No grupo das mulheres que utilizam ACOs (GC), foram analisadas apenas aquelas que faziam utilização deste há pelo menos 3 meses ininterruptos e apresentavam menstruação. No grupo das mulheres que não faziam uso de ACOs (GN), foram analisadas apenas aquelas que nunca fizeram uso destes ou que não utilizavam por um período superior a 3 meses em relação à data da primeira coleta de dados. Não foram analisadas mulheres com ciclo menstrual menor que 27 e maior que 29 dias, mulheres que apresentassem histórico de gravidez concluída ou interrompida, e adeptos ao tabagismo (estes últimos obtidos através de entrevista informal).

### 3.3 MEDIDAS DE VARIAÇÃO DE ESTATURA

Para a coleta das variações de estatura foi utilizado um estadiômetro especial, um óculos especial e um transdutor digital de variação linear (TDVL). A FIGURA 3 demonstra os aparelhos utilizados para as medidas de variação de estatura.

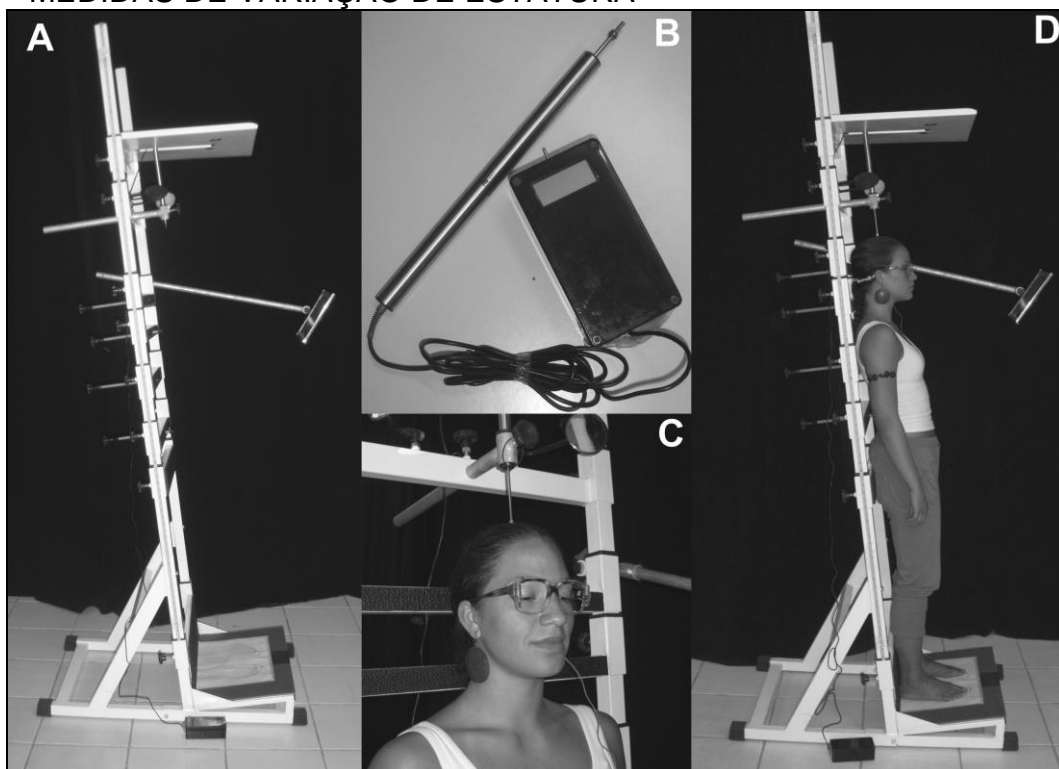
O estadiômetro consiste de uma armação metálica rígida inclinada posteriormente a um ângulo de 12° em relação a horizontal. O estadiômetro foi desenhado para garantir com que o indivíduo mantenha a mesma postura durante todas as mensurações de estatura, garantindo que pés, joelhos, quadril, e curvaturas da coluna vertebral assumam as mesmas posturas durante todas as séries de medidas.

O óculos especial constitui de um óculos sem lentes com dois lasers colados nas laterais da armação (um de cada lado) apontados para cima. Ele tem a finalidade de fazer com que o indivíduo mantenha a posição da cabeça em todas as medidas garantindo que não ocorram variações durante todas as séries de medidas. A manutenção da posição ocorre com o auxílio de um par de marcas posicionadas na base superior do estadiômetro. Movimentando a cabeça, o indivíduo posiciona a

luz do laser dentro destas marcas. Para tal, ele conta com o auxílio de um espelho posicionado a sua frente, o qual possibilita a visualização dos pontos.

O TDVL é um aparelho de mensuração constituído de um tubo com uma haste variável (que toca o ápex da cabeça do indivíduo) a qual determina a variação de deslocamento linear. Este valor é observado em um visor externo que é ligado ao tubo por um cabo elétrico. O transdutor fica fixado em um suporte superior no estadiômetro e possui uma precisão de 1/20 mm.

FIGURA 3 – APARELHOS UTILIZADOS PARA A REALIZAÇÃO AS MEDIDAS DE VARIAÇÃO DE ESTATURA



a) Estadiômetro; b) Transdutor Digital de Variação Linear (TDVL); c) óculos especiais; d) indivíduo posicionado para avaliação da variação de estatura.

### 3.4 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

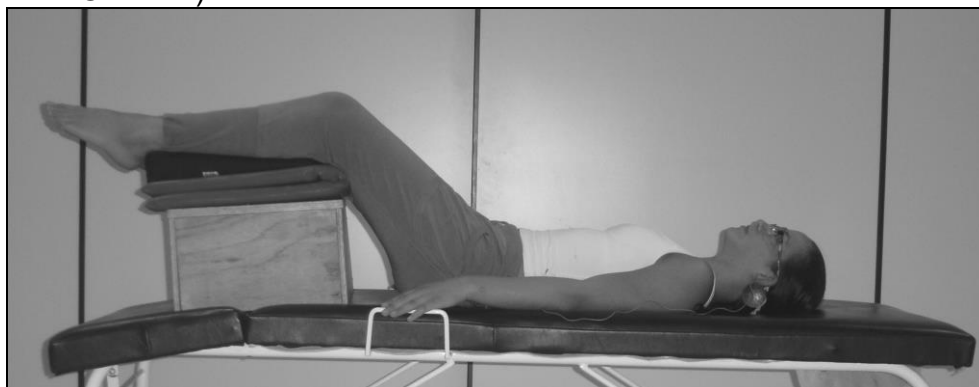
As datas escolhidas para as coletas de dados foram selecionadas à partir dos dias em que são observados importantes fenômenos em relação aos níveis hormonais em mulheres que não fazem utilização de ACOs. Desta forma, ambos os grupos participaram de 3 sessões avaliativas (uma em cada período) que corresponderam aos dias de pico de concentração sérica dos hormônios estradiol

(entre o 12º e o 13º dia do ciclo sexual feminino – período 2), progesterona, relaxina e estradiol (entre o 20º e o 23º dia do ciclo sexual feminino – período 3) e ao dia em que todos estes hormônios encontravam-se em seus níveis mínimos (entre o 1º e o 4º dia do ciclo sexual feminino – período 1). Os dias foram presumidos pelos relatos da literatura e os níveis hormonais não foram experimentalmente controlados (GUYTON; HALL, 1997; GANONG, 1998; WILMORE; COSTILL, 2001; CHEN et al., 2003). Exclusivamente na primeira sessão, os sujeitos foram submetidos a uma fase de familiarização com os procedimentos e com o estadiômetro até que estes fossem considerados treinados para que as medidas de variação de estatura pudessem ser obtidas de forma reprodutível (RODACKI et al., 2001).

As sessões foram realizadas preferencialmente no período da manhã e foram conduzidas por um único avaliador. Cada sessão foi composta por 3 fases: repouso, carregamento e recuperação. Na fase de repouso, as participantes permaneceram deitadas em decúbito dorsal, com a articulação coxo-femoral flexionada a 45º com o auxílio de um suporte (posição de *fowler*) durante 25 minutos para que os efeitos das atividades físicas que precederam o teste pudessem ser minimizados (FIGURA 4). Este procedimento se faz necessário devido às variações causadas pelo ciclo circadiano (TYRREL; REILLY; TROUP, 1985; WILBY et al., 1987), sendo que 20 minutos tem sido reportado como sendo tempo suficiente para que altura dos discos intervertebrais recupere-se (VAN DIEEN; TOUSSAINT, 1993). Após a fase de repouso e antes que fosse iniciada a fase de carregamento, as participantes tiveram sua estatura mensurada no estadiômetro. Esta medida foi considerada como sendo a estatura inicial (EI). Para tal, os sujeitos permaneceram em pé por 2 minutos para que ocorresse um achatamento dos tecidos moles do membro inferior (ex. coxim gorduroso do calcanhar) (FOREMAN; LINGE, 1989) a fim de que a variação de altura destes não interferisse nos resultados.



FIGURA 4 – INDIVÍDUO EM POSIÇÃO DE REPOUSO (POSIÇÃO DE FOWLER)



Na fase de carregamento, as participantes caminharam em velocidade volicional de deambulação, transportando, através de 2 bolsas manuais (uma em cada mão), uma carga de 15% do peso corporal (7,5% cada bolsa) em um circuito pré-estabelecido pelo tempo de 30 minutos (FIGURA 5). A estatura das participantes foi medida a cada 6 minutos – total de 5 medições – a fim de quantificar a variação de estatura para determinar o comportamento mecânico dos discos intervertebrais (fase elástica e fase viscosa), bem como o valor da perda de estatura (estatura final (EF)). A FIGURA 3D demonstra um indivíduo posicionado no estadiômetro para a realização das medidas de variação de estatura.

FIGURA 5 – INDIVÍDUO DURANTE A FASE DE CARREGAMENTO



Na fase de recuperação, as participantes permaneceram por 30 minutos em pé e poderiam realizar pequenos deslocamentos. Os sujeitos foram orientados a não realizar atividades ou movimentos bruscos que pudessem alterar sua recuperação de estatura (ex. carregar cargas). Nesta fase, as medidas também foram tomadas a cada 6 minutos – total de 5 medições - com a finalidade de se observar a existência de recuperação de estatura (estatura recuperada (ER)) e um padrão desta recuperação. A FIGURA 6 representa o desenho estrutural de uma sessão avaliativa.

FIGURA 6 – DESENHO ESTRUTURAL DA SESSÃO AVALIATIVA

Fase de Repouso	Achatamento do calcanhar	Mensuração Inicial	Fase de Carregamento	Fase de Recuperação
25' (posição de fowler)	2' (em pé)	1' (estadiômetro)	30' (caminhada – 15% do peso corporal – mensuração a cada 6')	30' (pequenos deslocamentos – mensuração a cada 6')

### 3.5 ANÁLISE DOS DADOS

Para identificar as diferenças entre o comportamento mecânico dos discos intervertebrais dos grupos, foram comparadas as seguintes variáveis:

- Perda de estatura (PE): valor obtido do cálculo da EI - EF.
- Recuperação relativa de estatura (RE): O cálculo da recuperação relativa de estatura leva em consideração o fato de que indivíduos que perdem mais estatura têm o potencial de recuperar mais estatura. Os valores apresentados dizem respeito ao percentual de estatura recuperada em relação à estatura perdida. Desta forma, o cálculo para a obtenção deste resultado é:  $RECUPERAÇÃO \div PERDA \times 100$ . (Ex. O indivíduo perdeu 10 mm e recuperou 5,5 mm. Logo sua recuperação relativa de estatura foi de 55%).
- Taxas de perda de estatura (tx1 e tx2): valores obtido através de um procedimento estatístico conhecido como *piecewise-breakpoint*. Este procedimento estima um ponto de quebra em um gráfico exponencial dividindo-o em dois segmentos de reta. Cada reta apresenta uma equação de predição que demonstra a taxa de inclinação desta. Esta taxa de inclinação representa a velocidade (taxa) de perda de estatura ocasionada pelos comportamentos elástico (tx1) ou viscoso (tx2) dos discos intervertebrais. Quanto mais negativa, mais pronunciada é a perda de estatura.

### 3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise das características físicas foi realizada uma análise descritiva padrão. Para a comparação das variáveis físicas dos grupos foi utilizado o teste-t para amostras independentes.

Para a análise do comportamento mecânico dos discos intervertebrais, os dados foram submetidos a uma estimativa não linear do tipo exponencial para a predição de valores corrigidos (retiradas de resíduos) para perda de estatura. A análise foi limitada a 50 interações e foram observados os seguintes valores para R de ajuste: GN: Fase 1 = 0.96; Fase 2 = 0.97; Fase 3 = 0.97. GC: Fase 1 = 0.96; Fase 2 = 0.95; Fase 3 = 0.95.

Para a identificação das taxas de perda de estatura (tx1 e tx2), os dados preditos foram submetidos ao procedimento *Piecewise – Breakpoint*. Os dados obtidos a partir destes tratamentos (PE, RE, tx1 e tx2) foram submetidos ao teste de normalidade de *Shapiro Wilk* e de homogeneidade das variâncias de *Levene*. Em virtude dos resultados obtidos nestes testes, optou-se pela utilização de testes comparativos não paramétricos. Desta forma, foi utilizado o teste U de *Mann-Whitney* para a identificação das diferenças entre os grupos e os testes *Friedman ANOVA* e *Wilcoxon* para a identificação das diferenças no grupo.

As análises foram realizadas no software *Statistica 7.0* (*StatSoft Inc.*) com  $p < 0,05$  para significância.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 PERDA DE ESTATURA

A análise comparativa entre os grupos não demonstrou diferenças para a perda de estatura quando os grupos estão em uma mesma fase do ciclo menstrual ( $p>0,05$ ).

As análises realizadas nos grupos indicaram que o GN sofreu influência da fase do ciclo sexual sobre a magnitude de perda de estatura ( $p<0,05$ ). O teste de *Wilcoxon* demonstrou que a magnitude de perda de estatura é afetada quando comparadas as fases proliferativa e lútea ( $p<0,05$ ). Apesar de ser observada uma tendência ( $p = 0,059$ ), não foram observadas diferenças significativas entre a fase menstrual e a fase lútea do grupo GN. Não observou-se diferentes perdas de estatura para o GC em função do período da análise.

A FIGURA 7 e 8 apresenta o perfil médio das perdas dos grupos em função do tempo. A TABELA 2 representa em média e desvio padrão a perda de estatura dos grupos em função da fase do ciclo menstrual.

TABELA 2 – PERDA DE ESTATURA DOS GRUPOS GN E GC EM FUNÇÃO DA FASE DO CICLO MENSTRUAL (mm)

	Fase Menstrual	Fase Proliferativa	Fase Lútea
GN	$-5,40 \pm 1,07$	$-4,58 \pm 0,97^*$	$-6,57 \pm 1,46^*$
GC	$-4,86 \pm 1,42$	$-4,73 \pm 1,59$	$-5,49 \pm 1,40$

Valores expressos em média $\pm$ desvio padrão. \* = diferenças estatisticamente significativas ( $p<0,05$ ).

### 4.2 RECUPERAÇÃO RELATIVA DE ESTATURA

A análise comparativa entre os grupos demonstrou não haver diferenças significativas para a recuperação relativa (RE) de estatura quando os grupos encontram-se no mesmo período de avaliação ( $p>0,05$ ).

O teste *Friedman ANOVA* demonstrou que ambos os grupos sofrem influência do período de avaliação sobre a RE ( $p<0,05$ ). No GN, observaram-se diferenças significativas entre as fases menstrual e proliferativa ( $p<0,01$ ) e entre as fases proliferativa e lútea ( $p<0,01$ ). No GC, observaram-se diferenças significativas entre os períodos correspondentes às fases menstrual e proliferativa ( $p<0,01$ ) e entre os períodos correspondentes às fases menstrual e lútea ( $p<0,05$ ).

FIGURA 7 – PERFIL MÉDIO DAS PERDAS DE ESTATURA EM DIFERENTES PERÍODOS NO GRUPO QUE NÃO UTILIZA ACOs EM FUNÇÃO DO TEMPO

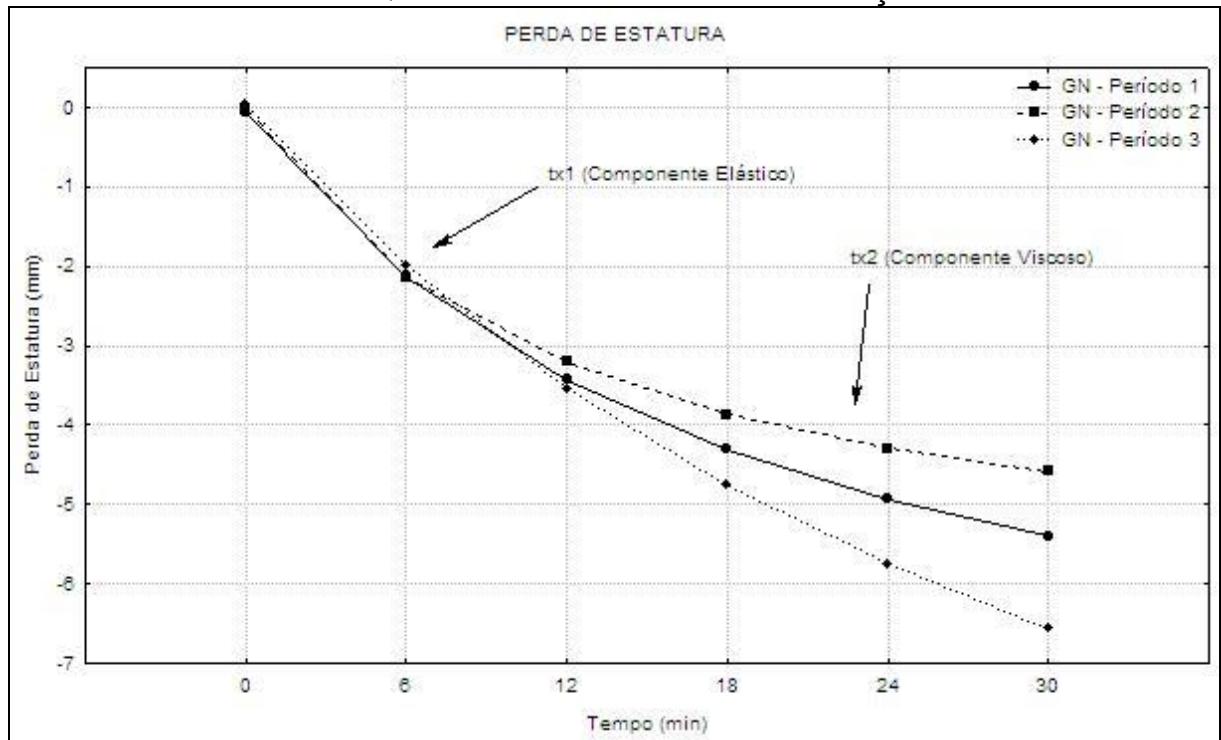
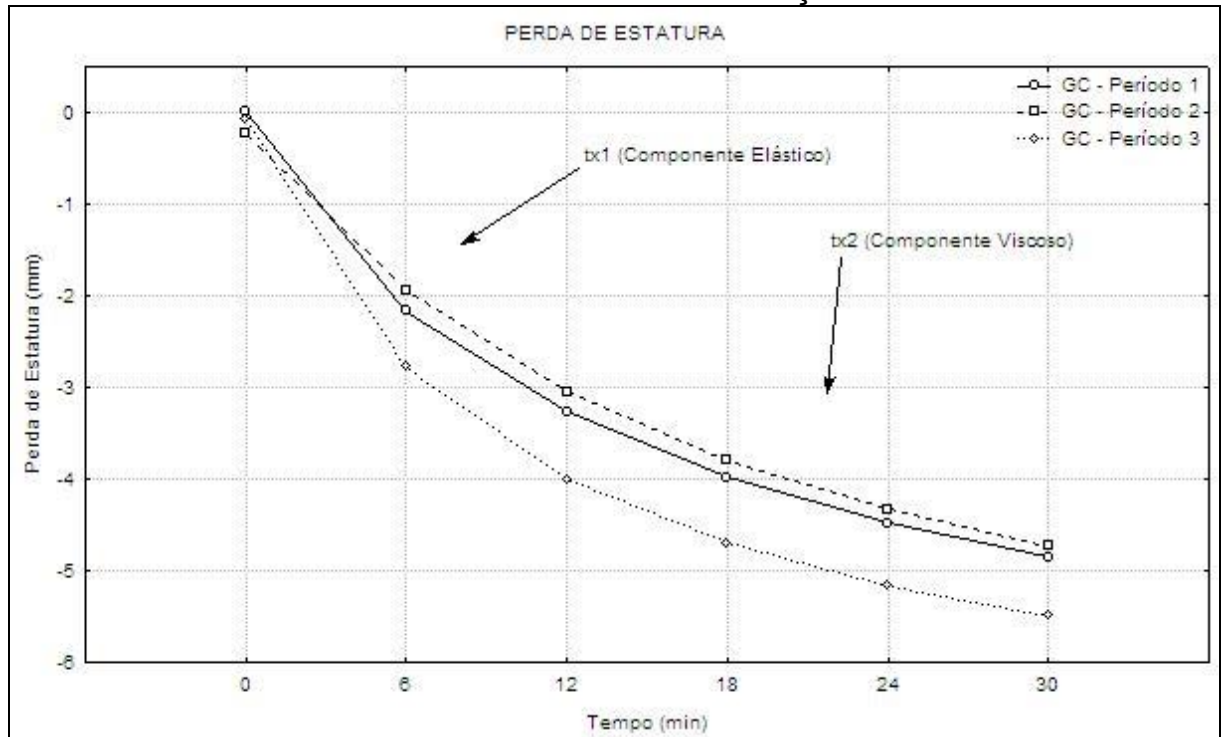


FIGURA 8 – PERFIL MÉDIO DAS PERDAS DE ESTATURA EM DIFERENTES PERÍODOS NO GRUPO QUE UTILIZA ACOs EM FUNÇÃO DO TEMPO



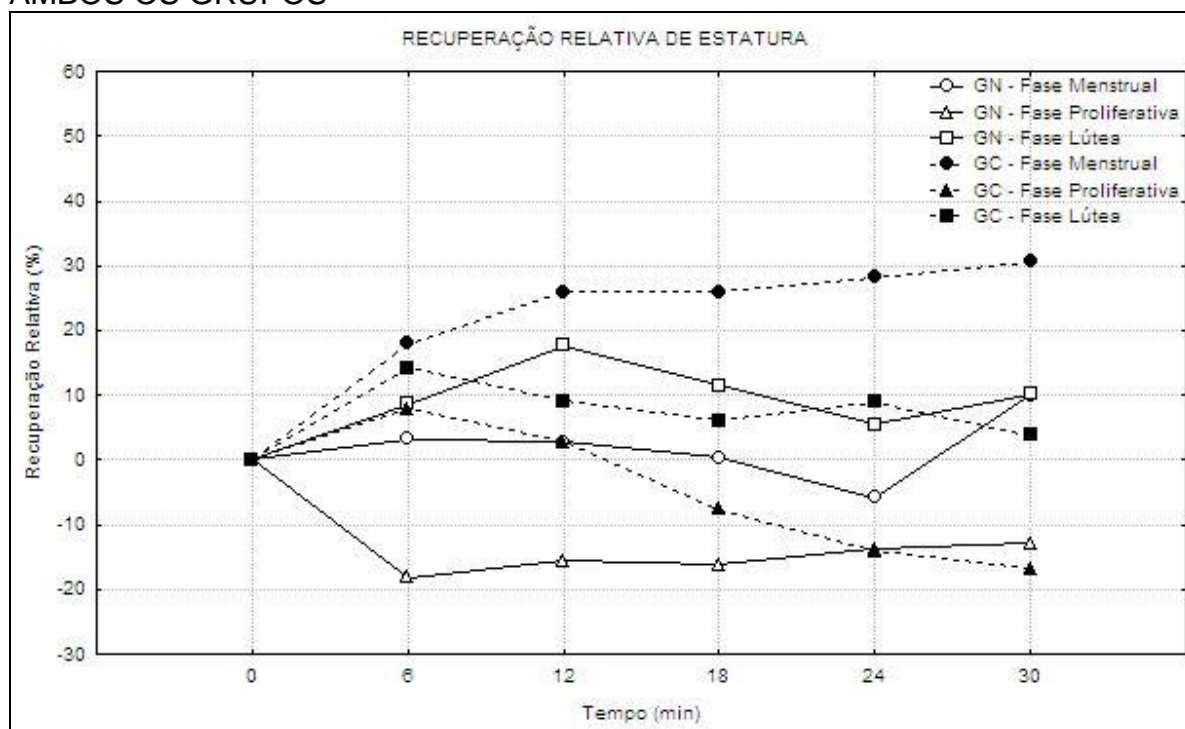
A TABELA 3 representa em média e desvio padrão a recuperação de estatura dos grupos em função da fase do ciclo menstrual. A FIGURA 8 representa o perfil médio da recuperação relativa de estatura de ambos os grupos.

TABELA 3 – RECUPERAÇÃO RELATIVA DE ESTATURA DOS GRUPOS EM FUNÇÃO DA FASE DO CICLO MENSTRUAL (%)

	Fase Menstrual	Fase Proliferativa	Fase Lútea
GN	9,97 ± 9,34 <sup>a</sup>	-12,85 ± 13,83 <sup>b</sup>	10,18 ± 16,53 <sup>c</sup>
GC	30,66 ± 31,11 <sup>d</sup>	-16,83 ± 20,43 <sup>e</sup>	3,79 ± 30,61 <sup>f</sup>

Valores expressos em média±desvio padrão. a≠b, b≠c, d≠e, d≠f. (p<0,05)

FIGURA 9 – PERFIL MÉDIO DA RECUPERAÇÃO RELATIVA DE ESTATURA DE AMBOS OS GRUPOS



#### 4.3 TAXAS DE PERDA DE ESTATURA

A análise comparativa entre os grupos demonstrou não haver diferenças significativas para tx1 (componente elástico de perda de estatura) quando os grupos encontram-se na mesma fase do ciclo menstrual (p>0,05) (TABELA 4). Em relação à tx2 (componente viscoso de perda de estatura), foram observadas diferenças significativas na fase lútea, sendo que o GN perdeu estatura em maior velocidade quando comparado ao GC (p<0,05) (TABELA 5).

TABELA 4 – TAXAS DE PERDA DE ESTATURA PARA O COMPONENTE ELÁSTICO (tx1) PARA GN E GC EM RELAÇÃO À FASE DO CICLO MENSTRUAL.

	Fase Menstrual	Fase Proliferativa	Fase Lútea
GN	-1,77 ± 0,51	-1,80 ± 0,71	-1,62 ± 0,51
GC	-1,83 ± 0,90	-1,50 ± 0,60	-2,21 ± 1,15

Valores expressos em média±desvio padrão

O teste *Friedman ANOVA* demonstrou para tx1 que os grupos perdem estatura de maneira similar dentro do mesmo período do ciclo menstrual em relação às mulheres que não utilizam ACOs. Para tx2, observou-se que a fase do ciclo sexual influencia a velocidade de perda de estatura no GN ( $p<0,01$ ). Estas diferenças são observadas entre as fases menstrual e lútea ( $p<0,01$ ) e entre as fases proliferativa e lútea ( $p<0,01$ ), sendo que na fase lútea foram observadas maiores taxas de perda de estatura.

TABELA 5 – TAXAS DE PERDA DE ESTATURA PARA O COMPONENTE VISCOSO (tx2) PARA GN E GC EM RELAÇÃO À FASE DO CICLO MENSTRUAL.

	Fase Menstrual	Fase Proliferativa	Fase Lútea
GN	-0,57 ± 0,22 <sup>a</sup>	-0,43 ± 0,21 <sup>b</sup>	-0,96 ± 0,44 <sup>c</sup>
GC	-0,50 ± 0,27	-0,55 ± 0,22	-0,49 ± 0,25 <sup>d</sup>

Valores expressos em média±desvio padrão. a≠c, b≠c, c≠d.



## 5. DISCUSSÃO

O ciclo sexual feminino é marcado por flutuações hormonais responsáveis por alterações fisiológicas significativas. Desta forma, o ciclo menstrual tem sido didaticamente dividido em 3 fases: A fase menstrual, a fase proliferativa e a fase secretora (ou lútea) (GUYTON; HALL, 1997; GANONG, 1998; WILMORE; COSTILL, 2001), as quais serão discutidas a seguir.

Alguns estudos têm buscado identificar as influências hormonais diretas sobre a síntese/degradação dos tecidos moles (SAMUEL et al., 1996; GRUBER et al., 2002; NAQVI et al., 2004; BARON et al., 2005; HASHEM et al., 2006). No entanto, a literatura é contraditória entre os estudos que analisaram a influência do estrogênio sobre os tecidos moles e limita uma discussão mais aprofundada à luz de tais achados.

Os resultados deste estudo serão discutidos através da interação entre achados biomecânicos e fisiológicos o que, dentro de certas limitações, possibilitará explicar as diferenças existentes entre grupos de mulheres que utilizam e que não utilizam ACOs e as diferenças existentes entre as fases do ciclo sexual feminino.

### 5.1 PERDA DE ESTATURA

Os resultados do estudo não demonstraram diferenças significativas para a perda de estatura entre os grupos para qualquer período avaliativo. Desta forma, a hipótese 2 foi rejeitada. Tais achados indicam que a carga hormonal exógena (ACOs) utilizada pelo grupo que utiliza ACOs não causa influência sobre a perda máxima de altura dos discos intervertebrais em qualquer fase do ciclo menstrual. Este comportamento pode ter ocorrido em função das variações hormonais que ocorreram nos períodos do ciclo sexual feminino. A análise do ciclo sexual feminino revela que entre o 12º e 13º (fase proliferativa) e 20º a 23º dias (fase lútea) do ciclo, os níveis hormonais encontram-se elevados nas mulheres que não utilizam ACOs (GUYTON; HALL, 1997; GANONG, 1998; WILMORE; COSTILL, 2001). Desta forma, a possível influência de variações de cargas hormonais (endógenos para o grupo que não utilizava ACOs e exógenos para o grupo que utilizava ACOs) sobre este comportamento mecânico dos discos intervertebrais foi

suprimida. Assim, mesmo que as quantidades hormonais sejam diferentes entre os grupos experimentais, as concentrações parecem não ter influenciado na perda de estatura dos discos intervertebrais. Sugere-se que estudos que avaliem sujeitos que utilizam diferentes cargas hormonais sejam realizados a fim de investigar uma possível influência de diferentes níveis hormonais sobre a perda de estatura dos discos intervertebrais.

Apesar das análises entre os grupos para a perda de estatura não ter indicado diferenças, os resultados intra-grupo demonstraram comportamentos distintos. Para o grupo exposto a ACOs, não foram observadas diferenças entre os três períodos avaliados enquanto que o grupo que não utilizava ACOs apontou a fase lútea como aquela que demonstra maior perda de estatura, o que remete a aceitar a hipótese 1. Tal achado pode ser explicado pelas maiores variações hormonais observadas no ciclo menstrual de mulheres que não utilizam ACOs (GUYTON; HALL, 1997; GANONG, 1998; SZMUILOWICZ et al., 2006; ROSENFELD et al., 2008).

Nesse sentido, estudos *in vivo* (modelos animais) têm indicado que a relaxina (hormônio presente no corpo lúteo) combinada ao estradiol (NAQVI et al., 2004; HASHEM et al., 2006), ou estradiol isoladamente (SAMUEL et al., 1996; HASHEM et al., 2006), estimulam a degradação de tecidos fibrocartilaginosos pelo aumento das enzimas responsáveis pela degradação do colágeno (metaloproteinases). No entanto, estes estudos também indicam um efeito antagonista da progesterona sobre a relaxina e o estradiol, ou seja, sob a presença da progesterona, a relaxina e o estradiol não produzem degradação no colágeno (SAMUEL et al., 1996; HASHEM et al., 2006) e impedem atribuir as mudanças observadas no comportamento dos discos intervertebrais a esse mecanismo.

Desta forma, a diferença no comportamento dos discos intervertebrais observada no grupo sem ACOs pode ter ocorrido em virtude de um nível elevado do hormônio aldosterona durante essa fase do ciclo sexual. A aldosterona é um hormônio esteróide (do grupo dos mineralocorticóides) que está presente em grandes concentrações no fim da fase lútea em mulheres que não utilizam ACOs (SZMUILOWICZ et al., 2006; ROSENFELD et al., 2008). Estudos que vêm analisando o comportamento deste hormônio indicam que a aldosterona é responsável por um maior acúmulo de líquidos no meio extravascular. Esses acúmulos podem levar à formação de inchaços e edemas (SZMUILOWICZ et al.,

2006; ROSENFELD et al., 2008) e ocasionar uma maior absorção osmótica dos discos intervertebrais (FERGUSON et al., 2004). A maior concentração de fluídos nos discos intervertebrais é um argumento atrativo para explicar a maior perda de estatura observada no grupo sem ACOs (ADAMS et al., 1986). Tal fenômeno foi observado por Dezan (2005), que observou maior redução de estatura em indivíduos jovens quando comparados a indivíduos idosos. Nesse estudo, a maior perda de estatura dos jovens foi explicada pela maior capacidade dos discos intervertebrais em absorver fluídos. Por outro lado, os discos intervertebrais de idosos apresentam características diferentes (FERGUSON; STEFFEN, 2003) e deformam-se menos. Desta forma, o fato das mulheres que não fazem utilização de ACOs apresentarem uma maior perda de estatura pode indicar uma predisposição às dores agudas nas costas na fase lútea do ciclo menstrual.

Uma redução da altura dos discos intervertebrais tem sido associada a uma maior expansão lateral dos discos intervertebrais (GALANTE, 1967, ADAMS; DOLAN, 1995, RICHES et al., 2002) que, em certos casos, pode causar compressão mecânica sobre as estruturas periféricas às vértebras, desencadeando processos dolorosos (WATKINS, 1999). Desta forma, o processo doloroso desencadeado por uma super-hidratação dos discos intervertebrais é parecido com aquele que proporciona as dores nas costas matinais, no qual o núcleo pulposo encontra-se em maior volume (devido à quantidade maior de fluido), o que diminui a mobilidade da coluna vertebral e induz uma maior tensão sobre os tecidos periféricos dos discos (ADAMS et al., 1986). Assim, esta redução acentuada de estatura observada na fase lútea estaria associada à super-hidratação dos discos intervertebrais, o que tornaria as mulheres que não utilizam ACOs mais suscetíveis às dores nas costas nesta fase.

Em relação ao grupo que utiliza ACOs, a baixa variação dos níveis hormonais séricos, a supressão da produção de estrogênio e progesterona endógenos e a atividade antimiralocorticoide de certos ACOs podem ter sido responsáveis pelas similaridades encontradas entre os três períodos avaliados (GUYTON; HALL, 1997; GANONG, 1998; SZMUILOWICZ et al., 2006; ROSENFELD et al., 2008). De fato, os dados obtidos neste estudo não permitem concluir se o comportamento observado no grupo que utilizou ACOs causa danos degenerativos ao disco intervertebral. No entanto, estudos populacionais têm indicado que mulheres que utilizam ACOs estão mais propensas a um quadro crônico de dores

nas costas do que aquelas que não os utilizam (WREJE; ISACSSON; ABERG, 1997; WIJNHOFEN et al., 2006). Convém destacar que dores crônicas quase sempre estão associados a processos degenerativos (FERGUSON; STEFFEN, 2003; DEZAN, 2005).

Achados contraditórios sobre as relações existentes entre a exposição ao estrogênio e a degradação dos tecidos moles são encontrados na literatura (SAMUEL et al., 1996; SANDS et al., 2000; GRUBER et al., 2002; NAQVI et al., 2004; BARON et al., 2005; HASHEM et al., 2006) e limitam inferências mais profundas. No entanto, os estudos que demonstraram que a exposição ao estradiol ocasiona degradação de glicosaminoglicanos e tecidos colagenosos são os que apresentaram metodologia mais rigorosa e controlada (SAMUEL et al., 1996; NAQVI et al., 2004; HASHEM et al., 2006).

## 5.2 RECUPERAÇÃO RELATIVA DE ESTATURA

Estudos têm demonstrado que a recuperação relativa de estatura é um meio eficiente de se verificar diferenças entre grupos distintos (RODACKI et al., 2003; DEZAN, 2005), onde diferenças individuais podem influenciar nas variações de estatura. Ao término do período de 30 minutos destinados à recuperação de estatura, não foram observadas diferenças significativas entre os grupos, independentemente aos períodos comparados.

A análise entre os grupos indicou não haver diferenças para a recuperação de estatura em qualquer fase analisada, o que leva a rejeição da hipótese 6. No entanto, as análises intra-grupo demonstraram que no grupo que não utilizava ACOs, as fases menstrual e lútea foram as que apresentam maior recuperação de estatura, enquanto que na fase proliferativa foi observada uma discreta redução de estatura. A não recuperação de estatura também foi observada no grupo que utiliza ACOs para as fases proliferativa e lútea.

Estudos que utilizaram o mesmo protocolo de recuperação de estatura deste estudo (30 minutos na posição em pé) (RODACKI et al., 2005; DEZAN, 2005) apontam que a não recuperação está associada a um comportamento diferenciado dos discos intervertebrais (idosos e obesos). Desta forma, os resultados observados sugerem que a exposição ao estradiol (endógeno no grupo que não utilizava ACOs, e exógeno no grupo que utilizava ACOs), pode ter

causado tal fenômeno em ambos os grupos. Tal afirmação é sustentada pelos achados de Hashem et al. (2006). Hashem et al. (2006), em um estudo *in vivo* (modelos animais), demonstraram que a exposição ao hormônio estradiol ocasiona alterações degenerativas significativas a tecidos fibrocartilagosos e que o hormônio progesterona apresenta um efeito antagonista em relação à ação degenerativa do estrogênio. Dentre as alterações degenerativas do estrogênio destacam-se a diminuição de glicosaminoglicanos e colágeno (SAMUEL et al., 1996; HASHEM et al., 2006), que são componentes fundamentais na composição e função dos discos intervertebrais (ADAMS; DOLAN, 1995).

A análise isolada de cada grupo indica que o grupo que não utiliza ACOs tem um pico isolado de estrogênio coincidente com a fase proliferativa, enquanto que no grupo que utilizava ACOs a exposição a estrógenos é similar em ambos os períodos analisados (correspondente às fases proliferativa e lútea no grupo que não utiliza ACOs) (GUYTON; HALL, 1997; GANONG, 1998). Tal análise demonstra uma relação muito forte com os achados deste estudo e pode indicar que a exposição ao estradiol ocasiona alterações no comportamento mecânico da coluna vertebral. No entanto, uma limitação do estudo foi não ter realizado controle dos níveis séricos dos hormônios nos grupos analisados durante as diferentes fases do ciclo menstrual. Uma análise sobre os principais ACOs encontrados no mercado indicou que o etinilestradiol é o principal agente estrógeno presente nestes medicamentos. As doses encontradas nestes medicamentos variam de 0,03mg a 0,035mg/drágea. Porém, o agente progestacional utilizado nos ACOs apresenta grande variabilidade (levonorgestrel, acetato de ciproterona, gestodeno e drospinerona). A literatura indica que diferentes agentes progestacionais atuam de diferentes maneiras no organismo (FRUZZETTI et al., 2007). Desta forma, não se pode precisar qual grau de inibição de cada um destes agentes progestacionais em relação à ação degradativa do estrogênio sobre o colágeno, conforme descrito por Samuel et al. (1996) e Hashem et al. (2006). São recomendados estudos hormonais para se desvendar como cada um destes progestógenos atua sobre o metabolismo do colágeno quando combinado com estrogênio e relaxina.

Estudos que analisam o comportamento mecânico dos discos intervertebrais têm demonstrado que a ausência de recuperação de estatura, além de não ser um comportamento normal dos discos intervertebrais, pode ser multifatorial e tem sido associada a uma série de fatores que desencadeiam as

dores nas costas (RODACKI et al., 2003; RODACKI et al., 2005; HEALEY et al., 2005; FOWLER et al., 2005). Tendo em vista tais argumentos, o grupo que utilizava ACOs pode estar sujeito a um risco aumentado de desenvolver dores crônicas nas costas em médio e longo prazo. As modificações estruturais induzidas pelo estrógeno (SAMUEL et al., 1996; HASHEM et al., 2006) sobre o ânulo fibroso dos discos intervertebrais pode ocasionar uma redução na pressão osmótica negativa, dificultando a reabsorção de fluídos e levando a uma menor recuperação de estatura (DEZAN, 2005). Desta forma, mulheres que utilizam ACOs podem estar mais sujeitas as dores lombares crônicas uma vez que ficam mais tempo expostas às ações do estrogênio. Os achados de Wreje et al (1996) e Wijnhoven et al. (2006) suportam tais argumentos e evidenciam que mulheres que utilizam ACOs tem maiores índices de dores lombares crônicas.

Independentemente do mecanismo que ocasionou a menor recuperação de estatura no grupo que utilizava ACOs, maiores cargas são aplicadas sobre as estruturas da coluna vertebral que não são especializadas em dissipar e absorver estresse (DUNLOP et al., 1986). A manutenção prolongada desses estímulos podem levar a acúmulos diferenciados de massa óssea nas estruturas da coluna vertebral (osteófitos na porção posterior das vértebras; diminuição da massa óssea da região anterior) (POLLINTINE et al., 2004), podendo levar à fraturas de algumas estruturas vertebrais.

Conforme os resultados observados e a discussão apresentada a hipótese 5 foi rejeitada, já que ambos os grupos demonstraram ter a recuperação de estatura afetada pela fase do ciclo sexual.

### 5.3 TAXAS DE PERDA DE ESTATURA

O comportamento mecânico dos discos intervertebrais vem sendo objeto de estudo há vários anos (REILLY; TYRRELL; TROUP, 1983). Reconhecidamente, a perda de altura dos discos intervertebrais ocorre de forma exponencial (RODACKI et al., 2005, DEZAN, 2005). Desta forma, as perdas de estatura podem ser divididas em 2 componentes. O primeiro componente representa a resposta elástica (perda inicial de estatura abrupta, decorrente da deformação elástica dos discos intervertebrais) enquanto que o segundo componente representa a resposta viscosa (perda de estatura menos abrupta, decorrente da saída de água

dos discos intervertebrais). As taxas de perda de estatura são mensuradas através dos coeficientes das equações dos segmentos de reta ajustadas às curvas de perda de estatura. Quanto menor o valor deste coeficiente, mais inclinada é a reta e, consequentemente, a perda de estatura é maior.

Ao comparar as taxas de perda de estatura entre os grupos que utilizavam e não utilizavam ACOs, observou-se diferenças significativas entre estes grupos para tx2 na fase lútea. Tal achado reforça os argumentos que na fase lútea, o aparecimento de edemas causado por certos hormônios (ex. progesterona e aldosterona) resulta em um acúmulo de líquido nos discos intervertebrais. Tal excesso de líquido pode ter ocasionado uma maior perda de estatura em virtude de um maior fluxo de água para fora do disco, de acordo com o observado nestes dados. O maior acúmulo de líquido faz com que os discos intervertebrais apresentem maior expansão lateral e diminuam a mobilidade das articulações vertebrais. Este fenômeno ocasiona um maior estresse mecânico sobre as estruturas ao redor da coluna vertebral (ADAMS et al.; 1986), que pode ocasionar dores (GALANTE, 1967, WATKINS, 1999; ADAMS; DOLAN, 1995, RICHES et al., 2002). Deste ponto de vista, o grupo que não utiliza ACOs pode ser mais susceptível às dores agudas nas costas em relação ao grupo que utiliza ACOs. Isso pode explicar o aparecimento de dores nas costas nas mulheres que não fazem utilização de ACOs no período que antecede a menstruação. Desta forma, a hipótese 4 foi parcialmente aceita haja vista que ocorreu diferença entre os grupos apenas para tx2 na fase lútea.

Os resultados intra-grupo demonstraram diferenças significativas para tx2 (fase viscosa) no grupo que não utiliza ACOs, conforme pressuposto na hipótese 3. Tais diferenças ocorreram entre as fases menstrual e proliferativa em relação à fase lútea, nas quais a fase lútea foi a que apresentou a menor taxa de perda de estatura. Este achado reforça ainda mais a hipótese já exposta neste estudo de que o pico hormonal e a formação de edemas existentes ao final da fase lútea do ciclo menstrual parecem exercer influência sobre o comportamento mecânico dos discos intervertebrais.

Haja vista os resultados apresentados e o que foi discutido no presente estudo, recomenda-se que mulheres que não utilizam ACOs evitem tarefas que envolvam cargas extenuantes aplicadas sobre a coluna vertebral próximo ao fim da fase lútea do ciclo menstrual. Tais tarefas podem ocasionar uma deformação importante dos discos e levar ao surgimento de dores lombares agudas através de

mecanismos similares aqueles presentes nas dores nas costas matinais. Por outro lado, as mulheres que fazem utilização de ACOs apresentaram resultados em consonância com aqueles reportados na literatura.



## 6. CONCLUSÃO

Este estudo objetivou verificar a existência de influências hormonais sobre o comportamento mecânico dos discos intervertebrais de mulheres com idade entre 18 e 25 anos. Com base nos achados, pode-se concluir que o comportamento mecânico dos discos intervertebrais é afetado pelas fases do ciclo sexual feminino e parcialmente afetado pela utilização de ACOs. Tais alterações devem-se às flutuações hormonais existentes em cada fase do ciclo menstrual existente nas mulheres que não utilizam ACOs e pela carga hormonal exógena nas mulheres que fazem utilização de ACOs.

Apesar dos mecanismos que geram tais fenômenos não serem bem elucidados, os resultados deste estudo demonstram que as flutuações hormonais exercem influência sobre as propriedades mecânicas dos discos intervertebrais, podendo explicar o aparecimento de dores nas costas agudas em determinadas fases do ciclo sexual feminino em mulheres que não fazem utilização de ACOs e a maior prevalência de dores nas costas crônicas em mulheres que fazem utilização de ACOs em virtude do padrão de recuperação de estatura observado neste grupo.

Sugere-se que novos estudos sejam realizados para tentar explicar a real relação existente entre a resposta biológica dos tecidos fibrocartilagosos e a exposição a hormônios tais como estrogênio e aldosterona.

## 7. REFERÊNCIAS

- ADAMS, M. A.; DOLAN, P. Recent advances in lumbar spinal mechanics and their clinical significance. **Clinical Biomechanics**. v. 10, n. 1, p. 3 – 19, 1995.
- ADAMS, M. A.; DOLAN, P.; HUTTON, W. C. Diurnal variations in the stresses on the lumbar spine. **Spine**. v. 12, n. 2, p. 130 – 137, 1986.
- ADAMS, M. A.; HUTTON, W. C. The effect of posture on the lumbar spine. **The Journal of Bone and Joint Surgery**. v. 67, n. 4, p. 625 – 629, 1985.
- ADAMS, M. A.; HUTTON, W. C. The effect of posture on the role on the apophysial joints in resisting intervertebral compressive forces. **The Journal of Bone and Joint Surgery**. v. 62, n. 3, p. 358 – 362, 1980.
- ADAMS, M. A.; FREEMAN, B. J.; MORRISON, H. P.; NELSON, I. W.; DOLAN, P. Mechanical initiation of intervertebral disc degeneration. **Spine**. v. 23, n. 13, p. 1625 – 1636, 2000.
- ADAMS, M. A.; MCNALLY, D. S.; DOLAN, P. Stress distributions inside intervertebral disc: the effect of age and degeneration. **The Journal of Bone and Joint Surgery**. v. 78, n. 6, p. 965 – 972, 1996.
- ANDERSSON, G. B. J. Epidemiological features of chronic low-back pain. **The Lancet**. v. 354, p. 581 – 585, 1999.
- BARON, Y. M.; BRINCAT, M. P.; GALEA, R.; CALLEJA, N. Intervertebral disc height in treated and untreated overweight post-menopausal women. **Human Reproduction**. v. 20, n. 12, p. 3566-3570, 2005.
- BASS, E.; DUNCAN, N. A.; HARIHARAN, J. S.; DUSICK, J. B. S.; BUEFF, H. U.; LOTZ, J. C. Frozen storage affects the compressive creep behavior of the porcine intervertebral disc. **Spine**. v. 22, p. 2867 – 2876, 1997.
- BINGEFORS, K.; ISACSON, D. Epidemiology, co-morbidity, and impact on health-related quality of life of self-reported headache and musculoskeletal pain--a gender perspective. **European Journal of Pain**. v. 8, n. 5, p. 435-50, 2004.
- BRINCKMANN, P. Pathology of the vertebral column. **Ergonomics**. v. 28, n. 1, p. 77 – 80, 1985.
- CAILLIET, R. **Tecidos Moles, Dor e Incapacidade**. São Paulo: Manole, 1979.
- CHEN, J.; QIU, Q.; LOHSTROH, P. N.; OVERSTREET, J. W.; LASLEY, B. T. Hormonal characteristics in the early luteal phase of conceptive and nonconceptive menstrual cycles. **Journal of Society for Gynecologic Investigation**. v. 10, p. 27-31, 2003.

CLEMENTE, C. D. **Gray's Anatomy**. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1985.

DE PUKY, P. The physiological oscillation of the length of the body. **Acta Orthopaedica Scandinavica**. v. 6, n. 4, p. 338 – 347, 1935.

DEYO, R. A.; CHERKIN, D.; CONRAD, D.; VOLLIN, E. Cost, controversy, crisis: low back pain and the health of the public. **Annual Review Public Health**. v. 12, p. 141 – 156, 1991.

DEZAN, V. H. **Análise do comportamento mecânico dos discos intervertebrais em diferentes faixas etárias**. Dissertação de Mestrado. Pós-graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil. 2005.

DEZAN, V. H.; RODACKI, A. L. F.; RODACKI, C. L. N.; SANTOS, A. M.; OKASAKI, V. H. A.; SARRAF, T. A. Comparação dos efeitos compressivos do disco intervertebral nas condições de levantamento de peso sentada e em pé. **Revista Brasileira de Biomecânica**. v. 4, n. 7, p. 41 – 49, 2003.

DUNLOP, R. B.; ADAMS, M. A.; HUTTON, W. C. Disc space narrowing and the lumbar facet joints. **The Journal of Bone and Joint Surgery**. v. 66, n. 5, p. 706 – 710, 1984.

FERGUSON, S. J.; ITO, K.; NOLTE, L. P. Fluid flow and convective transport of solutes within the intervertebral disc. **Journal of Biomechanics**, v. 37, p. 213-221, 2004.

FERGUSON, S. J.; STEFFEN, T. Biomechanics of the aging spine. **European Spine Journal**, v. 12, n. 2, p.S97-S103, 2003.

FOREMAN, T.; LINGE, K. The importance of heel compression in the measurement of diurnal stature variation. **Applied Ergonomics**. v. 4, p. 299 – 300, 1989.

FOWLER, N. E.; RODACKI, C. de L.; RODACKI, A. L. Spinal shrinkage and recovery in women with and without low back pain. **Archives of Physical, Medicine and Rehabilitation**. v. 86, n. 3, p. 505 – 11, 2005

FRUZZETTI, F.; LAZZARINI, V.; RICCI, C.; QUIRICI, B.; GAMBACCIANI, M.; PAOLETTI, A. M.; GENAZZANI, A. R. Effect of an oral contraceptive containing 30µg ethinylestradiol plus 3mg dropirenone on body composition of young women affected by premenstrual syndrome with symptoms of water retention. **Contraception**. v. 76, p. 190 – 194, 2007.

GALANTE, J. O. Tensile properties of the human lumbar annulus fibrosus. **Acta Orthopaedica Scandinavica**. Supl. 100, p. 4 -91, 1967.

GANONG, W. F. **Fisiologia Médica**. 17.ed. Rio de Janeiro: Prentice Hall do Brasil, 1998.

GILAD, I.; NISSAN, M. A study of vertebra and disc geometric relations of the human cervical and lumbar spine. **Spine**. v. 11, n. 2, p. 154 – 157, 1986.

GRABINER, M. D. *apud* RASCH, F. **A coluna vertebral**. In: Cinesiologia e Anatomia Aplicada. Rio de Janeiro: Guanabara, 1991.

GRUBER, H. E.; YAMAGUCHI, D.; INGRAM, J.; LESLIE, K.; HUANG, W.; MILLER, T. A.; HANLEY, E. N. Expression and localization of estrogen receptor- $\beta$  in annulus cells of the human intervertebral disc and the mitogenic effect of 17- $\beta$ -estradiol in vitro. **BMC Musculoskeletal Disorders**. v. 3:4, 2002.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997.

HANDA, T.; ISHIHARA, H.; OHSHIMA, H.; OSADA, R.; TSUJI, H.; OBATA, K. Effects of hydrostatic pressure on matrix synthesis and matrix metalloproteinase production in the human lumbar intervertebral disc. **Spine**. v. 22, p. 1085 – 1091, 1997.

HASHEM, G.; ZHANG, Q.; HAYAMI, T.; CHEN, J.; WANG, W.; KAPILA, S. Relaxin and  $\beta$ -estradiol modulate targeted matrix degradation in specific joint fibrocartilages: progesterone prevents matrix loss. **Arthritis Research & Therapy**. v. 8:R98, 2006.

HEALEY, E. L.; FOWLER, N. E.; BURDEN, A. M.; McEWAN, I. M. The influence of different unloading positions upon stature recovery and paraspinal muscle activity. **Clinical Biomechanics**. v. 20, p. 365 – 371, 2005.

HUTTON, W. C.; ELMER, W. A.; BODEN, S. D.; HYON, S.; TORIBATAKE, Y.; TOMITA, K.; HAIR, G. A. The effect of hidrostatic pressure on intervertebral disc metabolism. **Spine**. v. 24, n. 15, p. 1507 – 1515, 1999.

IATRIDIS, L. C.; MENTE, P. L.; STOKES, I. A. F.; ARONSSON, D. D.; ALINI, M. Compression-induced changes in intervertebral disc properties in a rat tail model. **Spine**. v. 24, p. 996 – 1002, 1999.

KAILA-KANGAS, L.; LEINO-ARJAS, P.; RIIHIMÄKI, H.; LUUKKONEN, R.; KIRJONEN, J. Smoking and overweight as predictors of hospitalization for back disorders. **Spine**. v. 28, n. 15, p. 1860 – 1868, 2003.

KAPANDJI, A. **Fisiologia articular: tronco e coluna vertebral**. São Paulo: Manole, 2000.

KATZ, M. M.; HARGENS, A. R.; GARFIN, S. R. Intervertebral disc nutrition: diffusion versus convection. **Clinical Orthopaedics and Research**. v. 210, p. 243 – 245, 1986.

KLEINSTUECK, F. S.; DIEDERICH, C. J.; NAU, W. H.; PUTTLITZ, C. M.; SMITH, J. A.; BRADFORD, D. S.; LOTZ, J. C. Acute biomechanical and histological effects of intradiscal electrothermal therapy on human lumbar discs. **Spine**. v. 26, n. 20, p. 2198-207, 2001.

KYLLONEN, E. S., VAANANEN, H. K., VANHARANTA, J. H., HEIKKINEN, J. E. Influence of estrogen-progestin treatment on back pain and disability among slim premenopausal women with low lumbar spine bone mineral density. A 2-year placebo-controlled randomized trial. *Spine*, v. 24, 704-8, 1999.

LEIKINA, E.; MERTTS, M. V.; KUZNETSOVA, N.; LEIKIN, S. Type I collagen is thermally unstable at body temperature. **PNAS**. v. 99, n. 3, p. 1314-8, 2002.

LENGSFELD, M.; VAN DEURSEN D. L.; ROHLMANN, A.; VAN DEURSEN, L. L. J. M.; GRISS, P. Spinal load changes during rotatory dynamic sitting. **Clinical Biomechanics**. v. 15, p. 295 – 297, 2000.

LINDH, M. *apud* NORDIN, M; FRANKEL, V. H. **Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System**. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2001.

MAEDA, S.; KOKUBUN, S. Changes with age in proteoglycan synthesis in cells cultured *in vitro* from the inner and outer rabbit annulus fibrosus: Responses to Interleukin-1 and Interleukin-1 receptor antagonist protein. **Spine**. v. 25, p. 166 – 169, 2000.

MOORE, K.; DALLEY, A. **Clinical Oriented Anatomy**. United States of America: Lippincott Williams & Wilkins, 1999.

NAQVI T.; DUONG, T. T.; HASHEM, G.; SHIGA, M.; ZHANG, Q.; KAPILA, S. Relaxin's induction of metalloproteinases is associated with the loss of collagen and glycosaminoglycons in synovial joint fibrocartilaginous explants. **Arthritis Research & Therapy**. v. 7: R1-R11, 2004.

NIEMAN, D. C.; **Exercício e saúde: como se prevenir de doenças usando o exercício como seu medicamento**. São Paulo: Manole, 1999.

NORDIN, M.; FRANKEL, V. H. **Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System**. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2001.

PANJABI, M. M. Clinical spinal instability and low back pain. **Journal of Electromyography and Kinesiology**. v. 13, p. 371 – 379, 2003.

PICAVET, H. S. J.; SCHOUTEN, J. S. A. G. Musculoskeletal pain in the Netherlands: prevalences, consequences and risk groups, the DMC<sub>3</sub> – study. **Pain**. v. 102, p. 167 – 178, 2003.

POLLINTINE, P.; DOLAN, P.; TOBIAS, J. H.; ADAMS, M. A. Intervertebral disc degeneration can lead to “stress-shielding” of the anterior vertebral body. A cause osteoporotic vertebral fracture? **Spine**. v. 29, p. 774 – 782, 2004.

PUSCHEL, J. Der wassergehalt normaler und degenerierter zwischewirbelscheiben. **Beitr. Path. Anat.** v. 84, p. 123, 1930.

REILLY, T.; BOOCOCK, M. G.; GARBUTT, G.; TROUP, J. D. G.; LINGE, K. Changes in stature during exercise and sports training. **Applied Ergonomics**. v. 22, n. 5, p. 308 – 311, 1991.

REILLY, T.; TYRREL, A.; TROUP, J. D. G. Circadian variation in human stature. **Chronobiology International**. n. 1, p. 121 – 126, 1984.

RICHES, P. E.; DHILLON, N.; LOTZ, J.; WOODS, A. W.; MCNALLY, D. S. The internal mechanics of intervertebral disc under cyclic loading. **Journal of Biomechanics**. v. 35, p. 1263 – 1271, 2002.

RIEGGER-KRUGH, C.; KEYSOR, J. J. Skeletal malalignments of lower quarter: Correlated and compensatory motions and postures. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. v. 23, p. 164 – 170, 1996.

RODACKI, A. L.; FOWLER, N. E.; PROVENSI, C. de L.; DEZAN, V. H. Body mass as a factor in stature change. **Clinical Biomechanics**. v. 20, n. 8, p. 799-805, 2005.

RODACKI, C. L.; FOWLER, N. E.; RODACKI, A. L.; BIRCH, K. Repeatability of measurement in determining stature in sitting and standing postures. **Ergonomics**. v. 44, n. 12, p. 1076-85, 2001.

RODACKI, C.; FOWLER, N.; RODACKI, A.; BIRCH, K. Stature loss and recovery in pregnant women with and without low back pain. **Archives of Physical, Medicine and Rehabilitation**. v. 84, p. 507 – 512, 2003.

ROSENFELD, R.; LIVNE, D.; NEVO, O.; DAYAN, L.; MILLOUL, V.; LAVI, S.; JACOB, D. Hormonal and volume dysregulation in women with premenstrual syndrome. **Hypertension**. v. 51, p. 1 - 6, 2008.

RUDERT, M.; TILLMANN, B. Lymph and blood supply of the human intervertebral disc: cadaver study of correlations to discitis. **Acta Orthopædica Scandinavica**. v. 64, n. 1, p. 37 – 40, 1993.

SAMUEL, C. S.; BUTKUS, A.; COGHLAN, J. P.; BATEMAN, J. F. The effect of relaxin on collagen metabolism in the nonpregnant rat pubic symphysis: The influence of estrogen and progesterone in regulating relaxin activity. **Endocrinology**. v. 137, n. 9, p. 3884-90, 1996.

SANDS, R. H.; STUDD, J. W.; JONES, J.; ALAGHBAND-ZADEH, J. Comparison of the biochemical effects of testosterone and estrogen on bone markers in surgically menopausal women. **Gynecological Endocrinology**. v. 14, n. 5, p. 382-7, 2000.

SKRZYPIEC, D.; TARALA, M.; POLLINTINE, P.; DOLAN, P.; ADAMS, M. A. When are intervertebral discs stronger than their adjacent vertebrae? **Spine**. v. 32, n. 22, p. 2455 – 2461, 2007.

STEWART, W. F.; RICCI, J. A.; CHEE, E.; MORGANSTEIN, D.; LIPTON, R. Lost productive time and cost due common pain conditions in US workforce. **Journal of American Medical Association**. v. 290, n. 18, p. 2443 – 2454, 2003.

SZMUILOWICZ, E. D.; ADLER, G. K.; WILLIAMS, J. S.; GREEN, D. E.; YAO, T. M.; HOPKINS, P. N.; SEELY, E. W. Relationship between aldosterone and progesterone in the human menstrual cycle. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**. v. 91, n. 10, 3981 – 3987, 2006;

THOMPSON, C. W.; FLOYD, R. T. **Manual de Cinesiologia Estrutural**. São Paulo: Manole, 1997.

TSAI, K. H.; LIN, R. M.; CHANG, G. L. Rate-related fatigue injury of vertebral disc under axial cyclic loading in a porcine body-disc-body unit. **Clinical Biomechanics**. v. 13, s. 1, p. s32 – s39, 1998.

TYRREL, A. R.; REILLY, T.; TROUP, J. D. Circadian variation in stature and effects of spinal loading. **Spine**. v. 10, n. 2, p. 159 – 164, 1985.

VAN DEURSEN, D. L.; LENGSELD, M.; SNIJDERS, C. J.; EVERS, J. J.; GOOSSENS, R. H. Mechanical effects of continuous passive motion on the lumbar spine in seating. **Journal of Biomechanics**. v. 33, p. 695 – 699, 2000.

VAN DIEEN, J.; TOUSSAINT, H. Spinal shrinkage as a parameter of functional load. **Spine**. v. 18, p. 1504 – 1514, 1993.

WANG, J. L.; PARNIANPOUR, M.; SHIRAZI-ADL, A.; ENGIN, A. E. The dynamic response of L2/L3 motion segment in cyclic axial compressive loading. **Clinical Biomechanics**. v. 13, s. 1, p. s16 – s25, 1998.

WATKINS, J. **Structure and Function of the Musculoskeletal System**. United States of America: Human Kinetics, 1999.

WEBB, R.; BRAMMAH, T.; LUNT, M.; URWIN, M.; ALLISON, T.; SYMMONS, D. Prevalence and predictors of intense, chronic, and disabling neck and back pain in UK general population. **Spine**. v. 28, n. 11, p. 1195 – 1202, 2003.

WILBY, J.; LINGE, K.; REILLY, T.; TROUP, J. D. G. Spinal shrinkage in females: circadian variation and the effects of circuit weight-training. **Ergonomics**. v. 30, n. 1, p. 47 – 54, 1987.

WIJNHOFEN, H. A. H.; de VET, H. C. W.; SMIT, H. A.; PICALET, S. J. Hormonal and reproductive factors are associated with chronic low back pain and chronic upper extremity pain in women – The MORGEN study. **Spine**. v. 31, n. 13, p. 1496-1502, 2006.

WREJE, U.; ISACSSON, D.; ABERG, H. Oral contraceptives and back pain in women in a Swedish community. **International Journal of Epidemiology**. v. 26, n. 1, p. 71 – 74, 1997.

YINGLING, V. R.; CALLAGHAN, J. P.; MCGILL, S. M. Dynamic loading affects the mechanical properties and failure site of porcine spines. **Clinical Biomechanics**. v. 12, p. 301 – 305, 1997.

## APÊNDICE A

### QUESTIONÁRIO DE RECONHECIMENTO PARA PARTICIPAÇÃO EM PESQUISA CIENTÍFICA.

NOME: \_\_\_\_\_ TELEFONE: \_\_\_\_\_  
 PESO E ESTATURA: \_\_\_\_\_ IDADE: \_\_\_\_\_ anos DATA: \_\_\_\_\_

**- O SEU NOME PERMANECERÁ EM MAIS ABSOLUTO SIGILO E AS RESPOSTAS SERÃO APRESENTADAS EM TERMOS GRUPAIS, PRESERVANDO ASSIM SEU TOTAL ANONIMATO.**  
**- É DE SUMA IMPORTÂNCIA CIENTÍFICA QUE SUAS RESPOSTAS AQUI CONTIDAS SEJAM VERDADEIRAS.**

**1-** Você apresenta um ciclo menstrual regular?

( ) SIM

( ) NÃO

Se sim, indique ao lado de quantos dias é seu ciclo. \_\_\_\_\_ dias.

**2-** A duração do seu ciclo menstrual é afetado por algum fator (ex. stress no trabalho)?

( ) SIM. Qual? \_\_\_\_\_

( ) NÃO

**3-** Em média, a sua menstruação dura quantos dias?

R: \_\_\_\_\_ dias.

**4-** Atualmente você faz utilização de contraceptivo?

( ) SIM

( ) NÃO

Se sim, descreva abaixo o tipo (oral/injeção), o nome e o fabricante, por quanto tempo você vem utilizando e deixe de responder a questão 5. Caso não faça a utilização, responda a questão 5:

---



---



---

**5-** Você já utilizou contraceptivo?

( ) SIM

( ) NÃO

Se sim, descreva abaixo o tipo (oral/injeção), há quanto tempo parou de utilizar e por quanto tempo você utilizou contraceptivos orais.

---



---



---

**6-** Você apresenta sintomas de tensão pré-menstrual?

( ) SIM

( ) NÃO

Assinale abaixo os sintomas que você apresenta:

( ) Dores nas costas.

( ) Dor de cabeça/enxaqueca.

( ) Distúrbio de humor (irritabilidade, sensibilidade excessiva).

( ) Inchaço.

( ) Aparecimento de acnes.

( ) Cólicas.

( ) Outros. Quais? \_\_\_\_\_

**7-** Em algum período, além do pré-menstrual, você sofre de dores nas costas?

( ) SIM

( ) NÃO

Se sim, descreva abaixo os dias do ciclo (sendo o primeiro dia do ciclo o dia que inicia o sangramento) ou situação (ex. após atividade física) em que você as sente:

---



---



---



## **APÊNDICE B**

**Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Setor de Saúde da Universidade Federal do Paraná.**

## **TERMO DE CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO**

**Pesquisadores responsáveis: Prof. Dr. André Luiz Félix Rodacki e Prof. Msd. Clever Luiz Gregolin Provensi.**

Este é um convite especial para você participar voluntariamente do estudo **“Análise da influência dos níveis hormonais sobre o comportamento mecânico dos discos intervertebrais”**. Por favor, leia com atenção as informações abaixo antes de dar seu consentimento para participar ou não do estudo. Qualquer dúvida sobre o estudo ou sobre este documento pode ser perguntada ao pesquisador com quem você está conversando neste momento.

### **OBJETIVO DO ESTUDO**

O presente estudo tem como objetivo determinar o comportamento mecânico da coluna vertebral de mulheres em diferentes fases do ciclo sexual feminino bem como comparar este comportamento em relação ao de indivíduos que do sexo masculino.

### **PROCEDIMENTOS**

Ao participar deste experimento, você se compromete a comparecer a 4 (quatro) sessões experimentais, nas quais a sua estatura será medida em um equipamento especial (chamado estadiômetro), antes, durante, e depois de uma atividade física leve. O estadiômetro é um equipamento que pode detectar pequenas variações na estatura, a fim de analisar como seus discos intervertebrais se comportam em função da atividade física. Para que as medidas sejam tomadas com precisão, você será submetido a uma sessão de familiarização com o equipamento e com os procedimentos utilizados. Esta sessão prévia dura aproximadamente 45 minutos. Todas as medidas tomadas no estadiômetro são externas (sobre a pele) e não causam dor. Após o período de familiarização, você deverá comparecer ao nosso laboratório para 3 visitas. Nestas visitas, você deverá caminhar durante 30 minutos, e neste período você será medido a cada 6 minutos. Passado esta etapa, você deverá permanecer em pé cerca de 30 minutos, onde sua estatura será medida

em pequenos intervalos. Cada sessão experimental dura aproximadamente 90 minutos.

## **BENEFÍCIOS**

Este projeto visa melhorar a compreensão dos efeitos das flutuações hormonais do ciclo sexual feminino sobre o comportamento mecânico dos discos intervertebrais. A partir dos dados deste estudo, poderemos entender melhor o comportamento dos discos intervertebrais de mulheres a fim de prescrever exercícios adequados para os mesmos e propor estratégias de recuperação para que os efeitos da atividade física sejam minimizados.

## **DESPESAS/RESSARCIMENTO DE DESPESAS DO VOLUNTÁRIO**

Todos os sujeitos envolvidos nesta pesquisa são isentos de custo.

## **PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA**

A sua participação neste estudo é **voluntária** e você terá plena liberdade para desistir do estudo a qualquer momento, sem que isso acarrete qualquer prejuízo para você.

## **GARANTIA DE SIGILO E PRIVACIDADE**

As informações relacionadas ao estudo são confidenciais e qualquer informação divulgada em relatório ou publicação será feita sob forma codificada, para que a descrição seja mantida. O pesquisador garante que seu nome não será divulgado sob hipótese alguma.

## **ESCLARECIMENTO DE DÚVIDAS**

Você pode e deve fazer todas as perguntas que julgar necessárias antes de concordar em participar do estudo.

## **COMITÊ DE ÉTICA DO SETOR DE SAÚDE**

Fui informado que este projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética do Setor de Saúde e que no caso de qualquer problema ou reclamação em relação à conduta dos pesquisadores, poderei procurar o referido Comitê, localizado no Setor de Saúde da Universidade Federal do Paraná.

Diante do exposto acima eu, \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ abaixo assinado, declaro que fui esclarecido sobre os objetivos, procedimentos e benefícios do presente estudo. Concedo meu acordo de participação de livre e espontânea vontade. Foi-me assegurado o direito de abandonar o estudo a qualquer momento, se eu assim desejar. Declaro também não possuir nenhum grau de dependência profissional ou educacional com os pesquisadores envolvidos neste projeto (ou seja, os pesquisadores deste projeto não podem me prejudicar de modo algum no trabalho ou nos estudos), não me sentindo pressionado de nenhum modo a participar desta pesquisa.

Curitiba, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Sujeito

RG:

\_\_\_\_\_  
Clever Luiz Gregolin Provensi  
Pesquisador Responsável  
RG: 7.789.238-9