



**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

**INFLUÊNCIA DA IDADE SOBRE A MODULAÇÃO AUTONÔMICA DA  
FREQUÊNCIA CARDÍACA E A CAPACIDADE AERÓBIA EM MULHERES**

**Roberta Silva Zuttin**

**2009**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**ROBERTA SILVA ZUTTIN**

**INFLUÊNCIA DA IDADE SOBRE A  
MODULAÇÃO AUTÔNOMICA DA  
FREQUÊNCIA CARDÍACA E A CAPACIDADE  
AERÓBIA EM MULHERES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, da Universidade Metodista de Piracicaba, para obtenção do Título de Mestre em Fisioterapia. Área de concentração: Intervenção Fisioterapêutica. Linha de pesquisa: Processos de intervenção fisioterapêutica nos sistemas cardiovascular, respiratório e metabólico.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup>.Ester da Silva

**PIRACICABA  
2009**

Zuttin, Roberta Silva

Influência da idade sobre a modulação autonômica da frequência cardíaca e a capacidade aeróbia em mulheres. Piracicaba, 2009  
84 p.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ester da Silva

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia,  
Universidade Metodista de Piracicaba.

1. capacidade aeróbia. 2. modulação autonômica da frequência cardíaca. 3. Mulheres. I. Universidade Metodista de Piracicaba, Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia. II. Título.

## ***Dedicatória***

Dedico este trabalho com muito amor aos meus pais Valdir Antonio Zuttin e Marlene Aparecida da Silva Zuttin pelo apoio, amparo, carinho e amor em todos os momentos.

Amo muito vocês!

## **Agradecimentos Especiais**

A Deus por ter me dado força, paciência e sustento para ter conseguido mais esta conquista em minha vida.

Aos meus pais, Valdir e Marlene, que sempre me apoiaram em todas as etapas de minha vida e que tinham como meta o sacrifício e o empenho para que eu e minha irmã estudássemos, ensinou também a superar os obstáculos da vida. Muito Obrigada !!!

A minha irmã, Fabiana, obrigada pelo amor, amizade, incentivo e pela força em todos os momentos de nossas vidas. Você me ensinou que o Sol sempre vai brilhar, precisa somente ter paciência!!!!!! Obrigada irmã!

Ao meu amor, Luís Gregório, pela paciência, amor e dedicação prestados nos momentos difíceis. Obrigada pelo apoio nessa fase difícil, porém muito importante. Juntos, vencemos mais uma batalha e nossas vidas.

A minha Tia Mara, que é como se fosse uma irmã mais velha, disposta a me ajudar sempre, sem medir esforços. Obrigada, Tia!!!!

À minha orientadora, Ester da Silva, pela confiança depositada nestes cinco anos de convivência. Agradeço aos ensinamentos e aos conhecimentos compartilhados tanto na pesquisa, como na vida pessoal. Obrigada pela oportunidade!!!

## ***Agradecimentos***

As minhas avós e avô, Pieirina, Lázaro e Idelma que sempre rezavam e ascendiam uma “velinha” para iluminar o meu caminho e minhas conquistas.

Às minhas companheiras de casa, Ana e Anielca, pelos ensinamentos durante a convivência, pelo apoio nos momentos difíceis e tristes.

Vocês sempre irão morar no meu coração.

Às minha amigas “extra-curriculares”, Semalú, Rafaela e Cynthia que conseguiam proporcionar momentos de descontração, carinho e compreensão pelas ausências.

A minha amiga Joceli, que sempre me apoiou e me deu muita força.

Sempre dizia “fique calma que vai dar tudo certo”.

Aos alunos de iniciação científica: Natália, Daniel, Luisa, Andressa, Mariana e Beto. Agradeço a ajuda nos experimentos, a atenção e amizade.

Aos amigos do laboratório: Marcio, Ana Cristina, Vandeni, Érica, Karina, Raquel, Nayara e Izabel. Agradeço de coração a ajuda e atenção nos experimentos, a companhia nos momentos difíceis e a amizade. Temos que cultivar nesse laboratório o amor e respeito que sempre existiu entre nós.

A turma de mestrado 2006, 2007 e 2008, obrigada pelos momentos de alegria e descontração.

A todos os amigos e professores do NUPEF (UFSCar) Aparecida Maria Catai e Audrey Borghi e Silva que sempre compartilharam conosco suas experiências e ensinamentos, contribuindo para o meu crescimento. Em especial aos amigos Ruth Caldeira de Melo, Daniel Iwai Sakabe, Michel Silva Reis e Valéria Ferreira Camargo Neves.

Aos todos os técnicos dos Laboratórios, em especial o Marcos e o Celso que estavam sempre dispostos a ajudar frente aos problemas técnicos.

A todos os professores e funcionários da UNIMEP que contribuem para o crescimento deste curso, possibilitando que a Fisioterapia seja uma profissão respeitada e admirada por todos.

A todas as voluntárias, por terem cedido o seu tempo para a formação deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Marcelo de Castro César pelas sugestões e a grande contribuição com o trabalho.

A Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marlene Aparecida Moreno pelos ensinamentos, sugestões e contribuição para melhorar este trabalho. Obrigada também pelo apoio e compreensão.

## RESUMO

O propósito deste estudo foi avaliar e comparar o controle autonômico da frequência cardíaca (FC) por meio de sua variabilidade da frequência cardíaca (VFC), em repouso, nas posições supina e sentada e das variáveis cardiorrespiratórias durante teste ergoespirométrico do tipo rampa (TE-R) de mulheres jovens, na pré-menopausa e na pós-menopausa, saudáveis com estilo de vida sedentário. Fizeram parte deste estudo transversal 92 mulheres divididas em três grupos: grupo jovem (GJ), com idade média de  $23 \pm 2,8$  anos ( $n=31$ ); grupo pré-menopausa (GPM) com idade de  $37 \pm 5,3$  anos ( $n=31$ ) e um grupo pós-menopausa (GPósM) com idade de  $56 \pm 3,9$  anos ( $n=30$ ). Os procedimentos experimentais foram realizados entre o 7º e 11º dia do ciclo menstrual no GJ e GPM. O TE-R, com incrementos de potência de 10 a 20 Watts/min e com captação das variáveis ventilatórias e metabólicas, respiração a respiração; a captação da FC e dos intervalos R-R em repouso foram realizados nas posições supina e sentada, durante 15 minutos. Os exames bioquímicos de sangue foram realizados após jejum de 12 horas. Análise estatística: testes não-paramétricos de Kruskal-Wallis ( $\alpha=5\%$ ). Resultados: As variáveis ventilatórias e metabólicas obtidas a partir do TE-R no pico do exercício que apresentaram diferença significativa ( $p<0,05$ ) entre o GJ e GPósM, e entre o GPM e GPósM foram: potência (GJ: 136; GPM: 121,5; GPósM: 77,5 Watts), consumo de oxigênio ( $\dot{V}O_2$ ) (GJ: 24,6; GPM: 21,65; GPósM: 14,58 mL.kg.min<sup>-1</sup>) e  $\dot{V}O_2$  (GJ: 1,43; GPM: 1,32; GPósM: 1,14 L/min), produção de dióxido de carbono ( $\dot{V}CO_2$ ) (GJ: 1,79; GPM: 1,64; GPósM: 1,14 L/min), ventilação minuto (VE) (GJ: 51,50; GPM: 48,60; GPósM: 35,80 L/min) e FC (GJ: 180; GPM: 172; GPósM: 142 bpm). Já na comparação do GJ e GPM somente as variáveis FC e  $\dot{V}O_2$  apresentaram diferença estatística ( $p<0,05$ ). Os índices no domínio do tempo (DT) e no domínio da frequência (DF) apresentaram diferença ( $p<0,05$ ) entre os grupos GJ e GPósM na posição supina. Na comparação entre o GJ e GPM, somente os índices baixa frequência (BF) e alta frequência (AF) em unidades normalizadas (un) e razão BF/AF foram estatisticamente significante ( $p<0,05$ ). Na posição sentada, observa-se diferença estatística nos índices RMSSD, RMSM (ms) e BF (ms<sup>2</sup>) ao compararmos o GJ e GPósM. Verifica-se que na mudança postural, da posição supina para a sentada observa-se diferença estatisticamente significante, no GJ, em todos os índices, exceto no índice RMSM (ms) e BF (ms<sup>2</sup>). Já no GPM, verifica-se diferença significativa ( $p<0,05$ ) nos índices RMSM (ms), BF (un) AF (un) e BF/AF e no GPósM somente nos índices RMSM (ms) e AF (ms<sup>2</sup>). Conclusão: Nossos resultados em dados percentuais mostram que com o avançar da idade ocorre diminuição da eficiência de captar oxigênio o que contribui para a diminuição da capacidade funcional na realização do exercício físico, além de uma diminuição da modulação autonômica da frequência cardíaca.

**Palavra Chaves:** capacidade aeróbia, modulação autonômica da frequência cardíaca, mulheres.

## ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate AND compare the autonomic modulation of the heart rate (HR) in rest, in the supine and sitting positions, and the cardiorespiratory variables during a stepwise ergospirometric test (TE-S) using a cycle ergometer with power increments of 20 to 25 W/min in young, premenopausal and postmenopausal women. Ninety-two healthy, sedentary women were divided into 3 groups: young group (YG) age  $23\pm 2,8$  years ( $n=31$ ), premenopausal group (PMG) age  $37\pm 5,3$  years ( $n=32$ ), and postmenopausal group (PostMG) age  $56\pm 3,9$  years ( $n=31$ ). The experimental procedure were performed between the 7<sup>o</sup> and 11<sup>o</sup> days menstrual cycle. The TE-S using a cycle ergometer with power increments of 10 to 20 W/min, and with captation of the ventilatories and metabolic variables, breath to breath; captation of the HR and R-R intervals from the register of the electrocardiogram (ECG) in rest, in the supine and sitting positions, during minutes 15. The biochemical blood tests were performed after fasting for 12 hours. Results: The ventilatories and metabolic variables from the TE-R (power (Watts), which presented statistical significant difference between the YG and PostMG, between the PMG and PostMG were: power (YG: 136; PMG: 121,5; PostMG: 77,5 Watts), oxygen consumption ( $\dot{V}O_2$ ) (YG:24,6; PMG: 21,65, PostMG: 14,58 mL.kg.min<sup>-1</sup>), production of carbon dioxide ( $\dot{V}CO_2$ ) (YG: 1,79; PMG: 1,64; PostMG: 1,14 L/min), pulmonary ventilation (PV) (YG: 51,50; PMG: 48,60; PostMG: 35,80 L/min) and HR (YG: 180; PMG: 172; PostMG: 142 bpm). In the comparison of the YG and PMG only the variables HR and  $\dot{V}O_2$  presented statistical significant difference. The indices of the time domain (TD) and the frequency domain (FD) presented difference ( $p<0,05$ ) between the YG and PostMG in the supine position. However in the comparison between the YG and PMG only the low frequency indices (LF) and the high frequency indices (HF) and reason LF/HF had been significant ( $p<0,05$ ). In the sitting position it is possible to realize statistical significance in the comparison of the YG and PostMG in in the indices RMSSD (ms), RMSM (ms) e LF in ms<sup>2</sup>. It may be noticed that in the comparison of the supine position with the sit position, it presented statistical significant difference in every indices, except RMSM (ms) and BF (un) in the YG. However in the PMG there is significant difference ( $p<0,05$ ) in the indices RMSM, BF (un) AF (un) e BF/AF and in the PostMG only in the RMSM (ms) and AF (un) indices. Conclusion: Our results show that percentage of data with age is reduced the capture efficiency of oxygen which contributes to the reduction of functional capacity in performing the exercise, a reduction in autonomic modulation of heart rate.

**Keywords:** aerobic capacity, autonomic modulation of the heart rate, women.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	8
SUMÁRIO.....	10
4.....	12
1 INTRODUÇÃO.....	11
4.1 Aspectos Éticos.....	19
4.2 Local de Realização do Estudo.....	20
4.3 Cálculo Amostral .....	20
4.4 Critérios de Inclusão.....	20
4.5 Critérios de Exclusão.....	21
4.6 Casuística.....	21
4.7 Ambiente Laboratorial.....	22
4.8 Procedimentos Experimentais.....	23
4.8.1 Teste Ergoespirométrico do Tipo Rampa (TE-R).....	23
4.8.2 Captação da frequência cardíaca e dos intervalos R-R.....	29
4.8.2.1 Captação da Frequência Cardíaca em Repouso.....	31
4.8.3 Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca.....	32
4.8.3.1 Domínio do Tempo.....	32
4.8.3.2 Domínio da Frequência .....	32
4.9 Análise Estatística.....	34
5.1 Casuística.....	36
5.3 Análise da Frequência Cardíaca e de sua Variabilidade.....	48
REFERÊNCIAS.....	71

ANEXO...





## 1 INTRODUÇÃO

Com o avançar da idade ocorre declínio das funções dos diversos órgãos que caracteristicamente, tende a ser linear em razão do tempo, de tal forma que o ponto exato de transição é difícil de ser definido. Admite-se, como regra geral, que, a cada ano, a partir dos 30 anos de idade, haja perda de 1% da função orgânica. O ritmo de declínio das funções orgânicas varia não só de um órgão para outro, como também entre indivíduos da mesma idade, fazendo com que este processo seja diferente de uma pessoa para outra (Driusso e Chiarello, 2007).

Em relação ao gênero, a mulher apresenta um fator diferencial com o avançar da idade, na passagem da fase reprodutiva para a fase pós-reprodutiva, que é o advento da menopausa que ocorre por volta dos 50 anos de idade. Porém essa fase pode variar, sendo o diagnóstico clínico caracterizado por amenorréia no período de 12 meses, no qual ocorre a elevação dos níveis séricos dos hormônios folículo-estimulante (FSH) e diminuição do estrogênio (Fonseca e Halbe, 1998; Ouzounian e Christin-Maitre, 2005). Atualmente, a terapia hormonal é considerada o método mais eficaz no combate dos sinais e sintomas do climatério tais como, calor, irritabilidade, secura vaginal. No entanto, o entendimento dessa terapêutica ainda é incompleto à respeito dos possíveis benefícios na prevenção de doenças cardiovasculares (DCV). Assim, outras formas de minimizar os sintomas da menopausa, são as mudanças no estilo de vida incluindo a prática de atividade física (Ueda, 2004).

Paffenbarger et al. (1993) referem que mulheres na fase pós-menopausa que realizavam exercícios físicos regulares apresentaram menor risco para o desenvolvimento de eventos cardiovasculares e melhora da capacidade funcional aeróbia. Já as que não realizavam atividade física eram mais propensas ao desenvolvimento de DCV.

Desta forma, é de grande importância um maior conhecimento da relação entre idade, modulação autonômica da frequência cardíaca (FC) e das variáveis ventilatórias e metabólicas no nível do limiar de anaerobiose (LA) e no pico do exercício em mulheres brasileiras jovens, na pré-menopausa e na pós-menopausa com estilo de vida sedentário.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

O avançar da idade é um processo fisiológico complexo que promove declínio das funções dos diversos órgãos que caracteristicamente, tende a ser linear em razão do tempo, não se conseguindo definir um ponto exato de transição. Ele tem início pouco perceptível, até que surjam as primeiras alterações funcionais e/ou estruturais. Admite-se, como regra geral, que, a cada ano, a partir dos 30 anos de idade, haja perda de 1% da função orgânica. O ritmo de declínio das funções orgânicas varia não só de um órgão para outro, como também entre indivíduos da mesma idade, fazendo com que este processo seja diferente de uma pessoa para outra (Driusso e Chiarello, 2007).

Em relação ao gênero, na mulher o processo do envelhecer adquire características próprias decorrente de alterações hormonais femininas, bem caracterizadas na fase do climatério que é observado pela diminuição da função ovariana, durante o qual existem alterações endócrinas, somáticas e psíquicas. Pode ser definido como a fase do processo de envelhecimento que marca a transição da fase reprodutiva para a fase pós-reprodutiva da vida da mulher (Copeland, 1996). Já o diagnóstico clínico de pós-menopausa é caracterizado por amenorréia no período de 12 meses, o qual ocorre elevação dos níveis séricos do hormônio folículo-estimulante (FSH) e diminuição dos níveis de estrogênio (Fonseca e Halbe, 1998; Ouzounian e Christin-Maitre, 2005). O hipoestrogenismo desse período determina uma série de alterações físicas, psicológicas e metabólicas, manifestando-se por sinais e sintomas vasomotores, decorrentes da

atrofia urogenital e problemas psicológicos, com piora significativa da qualidade de vida da mulher pós-menopausa (Halbe, 1998).

No início do século passado, deu-se pouca atenção à saúde da mulher, assim a expectativa de vida feminina era menor, de tal forma que elas não atingiam o climatério (Hardy, 1992). A partir da segunda metade do século XX, a maioria dos países ocidentais deu especial atenção à saúde e às questões do envelhecimento humano. Assim como, os avanços tecnológicos no campo da saúde mudaram esta situação, o que contribuiu para o aumento da expectativa de vida da mulher (Uchoa, 2003).

A partir da década de 80, as mulheres passaram por mudanças nos aspectos culturais, sócio-econômico, na ingestão alimentar e nos hábitos de vida, que puderam influenciar na saúde da mulher com o incremento da idade (Beaufrere e Mouro, 2000). Parazzini, Negri e La Vecchia (1992) referem que o tabagismo, o baixo nível sócio-econômico e o baixo peso ponderal estão associados à menopausa precoce. Outros fatores que podem reduzir os ciclos ovulatórios durante o período reprodutivo são: paridade e uso de contraceptivos hormonais que tende a diminuir a idade em que ocorre a última menstruação.

Neves et al. (2007) referem que mudanças hormonais podem contribuir para o desenvolvimento de DCV. Já Walsh (1987), cita que com o avançar da idade ocorrem mudanças estruturais e funcionais nos vasos sangüíneos, no sistema de condução cardíaco, na sensibilidade dos barorreceptores e aumento da rigidez miocárdica. Essas alterações levam a uma menor força de contração e enchimento ventricular reduzido, o que contribui para uma diminuição da

capacidade funcional do sistema cardiovascular, hemodinâmico e da modulação autonômica do coração.

A incidência de DCV tende a aumentar com o avançar da idade e nas mulheres suas manifestações clínicas aparecem em média cerca de 10 a 15 anos mais tardiamente que nos homens, fato este que, possivelmente, é explicado pela proteção estrogênica. De fato, em mulheres da mesma faixa etária, a DCV ocorre duas a três vezes mais em mulheres após a menopausa do que naquelas na pré-menopausa, constituindo um importante problema de saúde pública (Mosca et al., 1994). Entre 45-64 anos, 1:9 mulheres têm alguma forma de DCV, enquanto esta relação passa a 1:3 após 65 anos de idade. A cada década de vida, a taxa de mortalidade no sexo feminino aumenta de três a cinco vezes (I Diretriz Brasileira sobre Prevenção de Doenças Cardiovasculares em Mulheres Climatéricas e a Influência da Terapia de Reposição Hormonal (TRH) da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC) e da Associação Brasileira do Climatério (SOBRAC), 2008).

Porém, quanto melhor o controle dos hábitos de vida com redução do número de fatores modificáveis associados, maior é a redução deste risco. O *Nurses' Health Study*, em avaliação de mais de 84.000 mulheres americanas saudáveis, por um período de 16 anos, demonstrou que modificações nos hábitos de vida podem prevenir mais de 80% dos eventos coronarianos (I Diretriz Brasileira sobre Prevenção de DCV em Mulheres Climatéricas e a Influência da Terapia de Reposição Hormonal (TRH) da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC) e da Associação Brasileira do Climatério (SOBRAC), 2008).

Um dos fatores de risco que pode desencadear alterações no sistema cardiovascular e respiratório é o sedentarismo. Dentre os vários métodos empregados para controlar o efeito dessas alterações decorrentes do climatério é a prática de atividade física regular. Esse método tem se destacado pelo sucesso em oferecer benefícios cardíacos e multissistêmicos (Pachcoal et al., 2008).

Sendo assim, uma maneira de avaliar o risco de desenvolver DCV é a partir do estudo da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), em repouso, que se pode obter, indiretamente e com menor custo, informações da integridade e dos distúrbios da modulação autonômica da FC, em decorrência das condições de saúde e do nível de aptidão física. Tal método tem sido utilizado por profissionais das áreas de saúde, como forma de avaliação e de reavaliação, tanto para prescrição de tratamento clínico como fisioterapêutico (Antila, 1979; Ribeiro et al., 2001; Santos, 2007; Neves et al., 2007).

As alterações na modulação autonômica sobre o sistema cardiovascular que ocorrem com o avançar da idade, em particular, sobre a FC acarreta diminuição da atuação parassimpática sobre o nódulo sinusal, refletindo uma menor VFC e um maior risco para eventos cardiovasculares (Rossi et al., 2002).

Em mulheres jovens, têm sido observadas pequenas alterações na FC e em sua variabilidade, as quais estão relacionadas com as flutuações hormonais que ocorrem durante o ciclo menstrual. Já nas mulheres na pós-menopausa tem sido observado menores valores dos índices da VFC relacionados ao componente parassimpático (Sato et al., 1995; Brockbank et al., 2000).

Davy et al. (1998) mostraram que a VFC de mulheres jovens é maior em relação a mulheres na pós-menopausa, e que tende a diminuir com o avançar da idade, tanto em mulheres ativas como em mulheres sedentárias. O estudo de Mercurio et al. (2000), mostra efeitos maléficos do hipoestrogenismo sobre a modulação autonômica da FC.

Existe controvérsia na literatura quanto a diminuição da VFC ser atribuída a idade ou a deficiência estrogênica. Neves et al. (2007) que realizaram estudos prévios em nosso laboratório, encontraram níveis reduzidos da VFC em mulheres menopausadas em comparação a mulheres jovens e justifica-se que a terapia estrogênica, por sua vez parece atenuar as modificações relacionadas à idade no controle autonômico da FC. Já o estudo de Ribeiro et al. (2001) atribui à influência da idade e aos fatores hormonais a redução dos níveis da VFC em mulheres menopausadas. No entanto, o estudo de Sakabe (2007) não encontrou diferença na modulação autonômica de mulheres usuárias e não usuárias de terapia de reposição hormonal.

No que se refere a capacidade funcional, Levy et al. (2004) relatam que com o avançar da idade há uma diminuição do consumo de oxigênio ( $\dot{V}O_2$ ) no pico do exercício físico. Esses autores referem que a influência da idade e o sedentarismo são conhecidos por estarem associados ao decréscimo na capacidade de realizar exercício, refletido pela diminuição do  $\dot{V}O_2$  ou da carga de trabalho pico. Existem múltiplos contribuidores potenciais para a redução da capacidade física, incluindo a redução do débito cardíaco máximo que é comum no envelhecimento e no sedentarismo. A redução do débito cardíaco máximo

pode ser devido a múltiplos mecanismos, tais como, FC pico reduzida ou do volume sistólico.

Outro fator que contribui para a redução da eficiência do exercício pode ser definido como a entrada da energia, carga de trabalho em Watts, pela saída da energia, consumo de oxigênio, ou seja, Watts/ $\dot{V}O_2$ . Pouco é sabido sobre o papel potencial da eficiência do exercício e do declínio da capacidade do mesmo com o envelhecimento da mulher, em condições de não treinamento (Levy et al., 2004).

Neves (2007) estudando mulheres sedentárias observou valores de  $\dot{V}O_2$  pico em mL.kg.min<sup>-1</sup> de: 22,3; 14,7 e 14,5 nos grupos jovens, pós-menopausa com terapia reposição hormonal (TRH), pós-menopausa sem TRH, respectivamente. Este estudo mostrou que as alterações hormonais que ocorrem após a menopausa e a terapia estrogênica não influenciaram nos resultados e que a idade foi a principal responsável pela queda na capacidade física das mulheres pós-menopausa. Porém, mulheres em uso de TRH submetidas a treinamento físico apresentam maiores valores de  $\dot{V}O_2$  no pico do teste cardiopulmonar quando comparado ao grupo que não faziam uso de TRH (Sakabe, 2007).

Diante do exposto existe uma controvérsia na literatura se a redução da capacidade funcional aeróbia e redução da modulação autonômica da frequência cardíaca pode ser atribuída a idade e/ou aos fatores hormonais.

### **3 OBJETIVO**

Este estudo teve como objetivo avaliar e comparar a modulação autonômica da FC, em repouso e as variáveis cardiorrespiratórias e metabólicas durante o exercício físico de mulheres jovens, na pré-menopausa e na pós-menopausa, saudáveis com estilo de vida sedentário.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Aspectos Éticos**

Respeitando as normas de conduta em pesquisa experimental com seres humanos (Resolução 196/96 do CNS), este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNIMEP sob protocolo nº 43/06 (Anexo 1). As voluntárias foram informadas e esclarecidas a respeito dos objetivos e da metodologia experimental a que seriam submetidas, explicitando o caráter não-invasivo dos mesmos. No caso de aceitação plena, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice 1).

### **4.2 Local de Realização do Estudo**

Os procedimentos de avaliação das voluntárias e os protocolos experimentais foram realizados no Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Cardiovascular e Provas Funcionais do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia em nível de Mestrado da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP / FACIS). Os exames bioquímicos foram realizados no Laboratório de Análises Clínicas CEMIM na cidade de Piracicaba.

### **4.3 Cálculo Amostral**

Foi aplicado o cálculo amostral para as variável  $\dot{V}O_2$  pico, a partir do programa GraphPad StatMate 2.0 for Windows, com power de 80%,  $\alpha = 5\%$  e o tamanho da amostra (N) sugerido foi de dezesseis voluntárias para cada grupo estudado. O estudo teve uma perda amostral de sete voluntárias.

### **4.4 Critérios de Inclusão**

- Idade compreendida entre 20 a 60 anos;

- Índice de massa corporal inferior a 25 kg/m<sup>2</sup>;
- Não apresentar qualquer tipo de alteração ou disfunção cardiovascular, ginecológica, osteomioarticular ou neurológica;
- Apresentarem dosagens hormonais dentro dos valores de referência (LH, FSH, estrogênio e progesterona);
- Ciclo menstrual regular de 28 a 30 dias (grupo jovem e pré-menopausa);
- Ausência de uso de contraceptivos orais nos últimos dez meses;
- Ausência de gravidez confirmada ou suspeita (grupo jovem e pré-menopausa);
- Não realizar atividade física regular.

#### **4.5 Critérios de Exclusão**

Para exclusão do estudo foram considerados os seguintes aspectos: arritmias, sinais de isquemias miocárdicas, alterações da pressão arterial (PA) de repouso, uso de qualquer tipo de medicamento que pudesse interferir no sistema cardiorrespiratório, tabagismo, alterações no ciclo menstrual para o grupo jovem e pré-menopausa e qualquer alteração ginecológica.

#### **4.6 Casuística**

Fizeram parte deste estudo transversal 92 mulheres saudáveis, com estilo de vida sedentário, divididas em um grupo jovem (GJ) com idade média 23±2,8 anos (n=31), um grupo pré-menopausa (GPM) com idade 37±5,3 anos (n=32) e um grupo pós-menopausa (GPósM) com idade 56±3,9 anos (n=30).

As voluntárias não praticavam atividades físicas regulares por um ano e apresentaram  $\dot{V}O_2$  pico =  $24,41 \pm 3,40$ ;  $21,59 \pm 2,92$ ; e  $14,46 \pm 2,59$  mL.kg.min<sup>-1</sup>, para o GJ, GPM e G-PósM, respectivamente, e foram classificadas como fracas e muito fracas segundo a *American Heart Association* (1972).

Todas as voluntárias foram submetidas à avaliação clínica composta de anamnese completa (hábitos de vida diários, história pregressa e familiar de patologias existentes). Assim como eletrocardiograma (ECG) em repouso de 12 derivações, ausculta cardíaca, inspeção física geral, registros da FC e da PA em repouso nas posições supina e sentada pelo método auscultatório de Korotkoff, utilizando um esfigmomanômetro de coluna de mercúrio (WanMed São Paulo, SP, Brasil) e um estetoscópio (Littman, St. Paul, MN, USA); exames bioquímicos de sangue: colesterol total pelo método enzimático clorimétrico automatizado e triglicérides pelo método enzimático automatizado. Os exames foram realizados entre o 7º e 11º dia do ciclo menstrual para o GJ e GPM (Casazza et al., 2002). Todas as voluntárias fizeram 12 horas de jejum para a coleta do sangue.

#### **4.7 Ambiente Laboratorial**

As condições ambientais foram controladas artificialmente, de forma que a temperatura e a umidade relativa do ar variassem entre 22 a 24°C e de 40 a 60%, respectivamente, e foram aferidas por meio de um termo-higrômetro de leitura direta (*INCOTERM*®, Porto Alegre, RS, Brasil). O laboratório foi mantido climatizado a partir de um condicionador de ar *YORK*® e um umidificador e purificador de ambiente (WaterClear Plus 2001). A Pressão barométrica de 715

mmHg foi aferida a partir do barômetro de Torricelli (*INCOTERM*<sup>®</sup>, Porto Alegre, RS, Brasil).

Para o preparo dos testes, foi realizado a limpeza da pele das voluntárias com algodão e álcool para a adequada colocação dos eletrodos de registro do ECG. Foi tomado cuidado especial neste procedimento, de modo a garantir a menor impedância possível da pele aos eletrodos.

Todos os procedimentos de adequação do laboratório e de calibração dos equipamentos foram realizados uma hora antes dos experimentos.

Após estes procedimentos as voluntárias permaneciam cerca de 10 minutos em repouso na posição supina para avaliar se as variáveis cardiovasculares, PA e FC, estavam dentro da faixa de normalidade e adaptadas às condições ambientais.

## **4.8 Procedimentos Experimentais**

### **4.8.1 Teste Ergoespirométrico do Tipo Rampa (TE-R)**

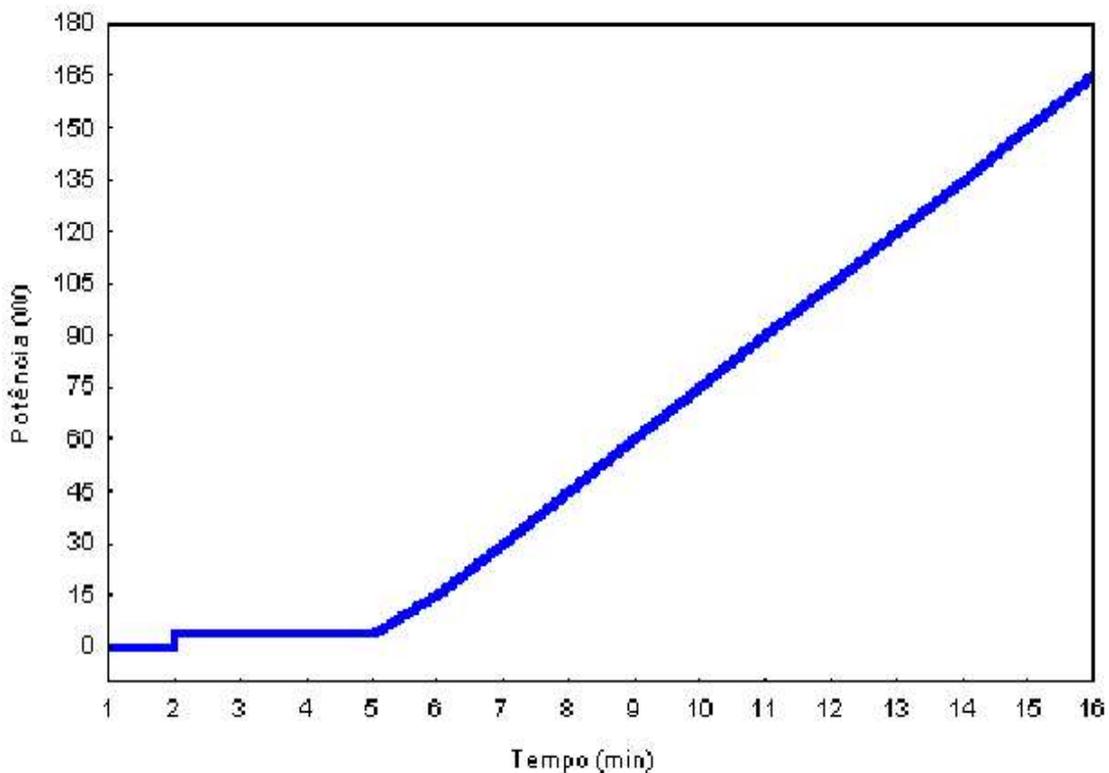
Este teste foi realizado com o objetivo de avaliar a capacidade funcional aeróbia das voluntárias, assim como, avaliar as respostas cardiorrespiratórias ao exercício. Anormalidades apresentadas neste teste foram consideradas como critério de exclusão para o estudo.

O TE-R foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Cardiovascular e de Provas Funcionais, com todas as condições necessárias para a realização de tal exame e acompanhado por um médico (Figura 1).



**Figura 1:** Foto ilustrativa do procedimento experimental do teste ergoespirométrico.

Para execução do teste foi utilizado um cicloergômetro de frenagem eletromagnética (QUINTON - CORIVAL 400, Groningen, Holanda), com altura do banco regulada de modo a permitir flexão do joelho de aproximadamente 5°. O protocolo do TE-R constituiu de 60s de repouso pré-teste com a voluntária sentada no cicloergômetro, iniciando o exercício com carga livre durante 240s seguido de incremento de potência de 10 a 20 Watts (W) por 60s até a exaustão física (Figura 2).



**Figura 2:** Ilustração esquemática do protocolo do teste de exercício físico dinâmico contínuo tipo rampa, com 1 minuto de repouso, seguido de 4 minutos de aquecimento com 4W de potência, seguido da continuação do teste com incremento de potência de 10 a 20 W por minuto.

O incremento de potência durante cada minuto está de acordo com valores estabelecidos pela fórmula descrita por Wasserman et al. (1999), ou seja, incremento de potência/min =  $(150 + (6 \times \text{peso kg})) - (\text{altura cm} - \text{idade anos}) \times 14) / 100$ .

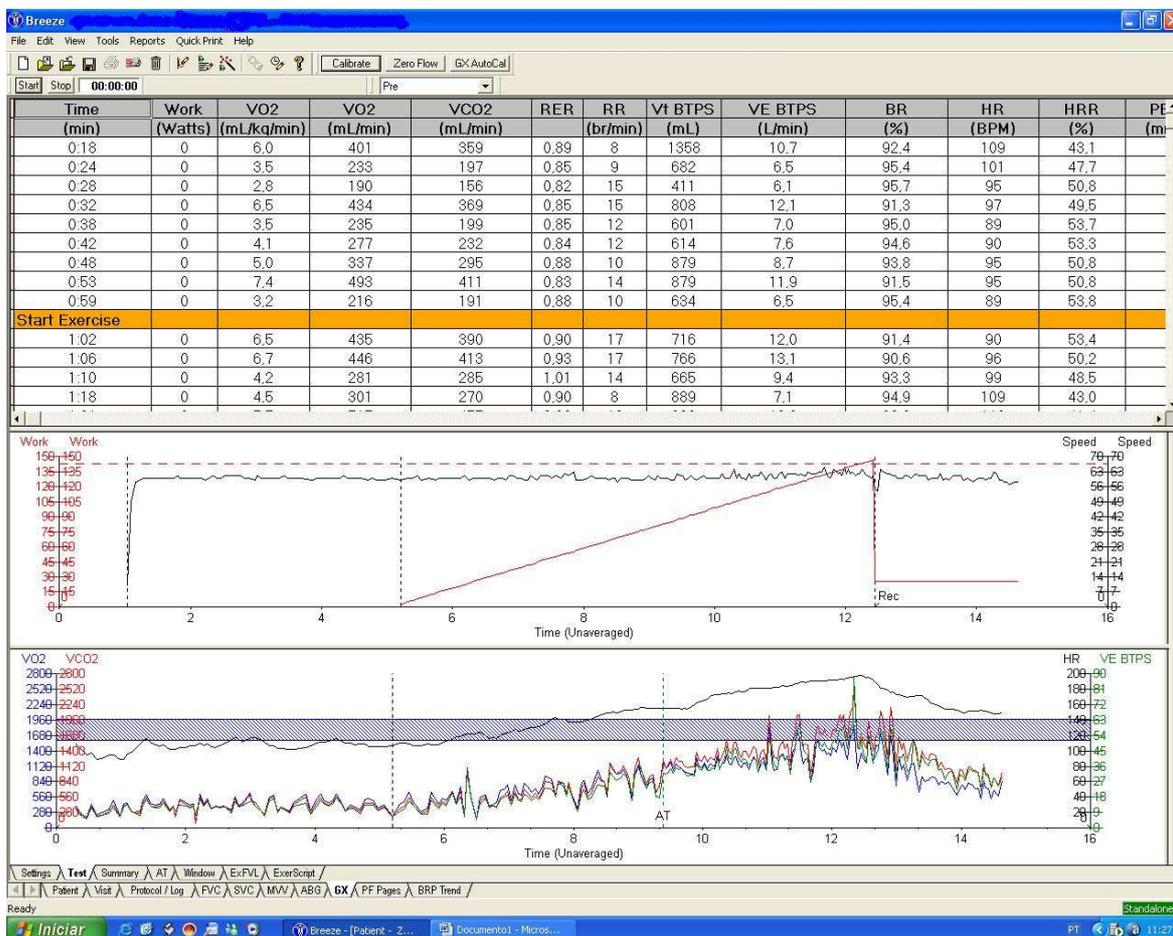
Durante o teste, os dados do ECG foram captados a partir do eletrocardiógrafo (ESAOTE – P80- Instramed - Porto Alegre, RS, Brasil ) de 12 derivações e de um monitor cardíaco de 1 canal (MINISCOPE II – Instramed – Porto Alegre, RS, Brasil) e processados por meio de um conversor analógico/digital de 8 canais (Lab-PC+/ National Instruments Co, Austin, TX,

USA) que constitui uma interface entre o monitor cardíaco e o microcomputador. A FC foi obtida em tempo real, batimento a batimento, após a conversão analógico/digital em uma frequência de amostragem de 500Hz, os iR-R do ECG foram calculados utilizando um software específico (Silva et al., 1994). A PA foi aferida pelo método auscultatório de Korotkoff, na artéria braquial, a cada 2 min, utilizando um esfigmomanômetro de coluna de mercúrio (WanMed, São Paulo, SP, Brasil) e um estetoscópio (Littman, St. Paul, MN, USA).

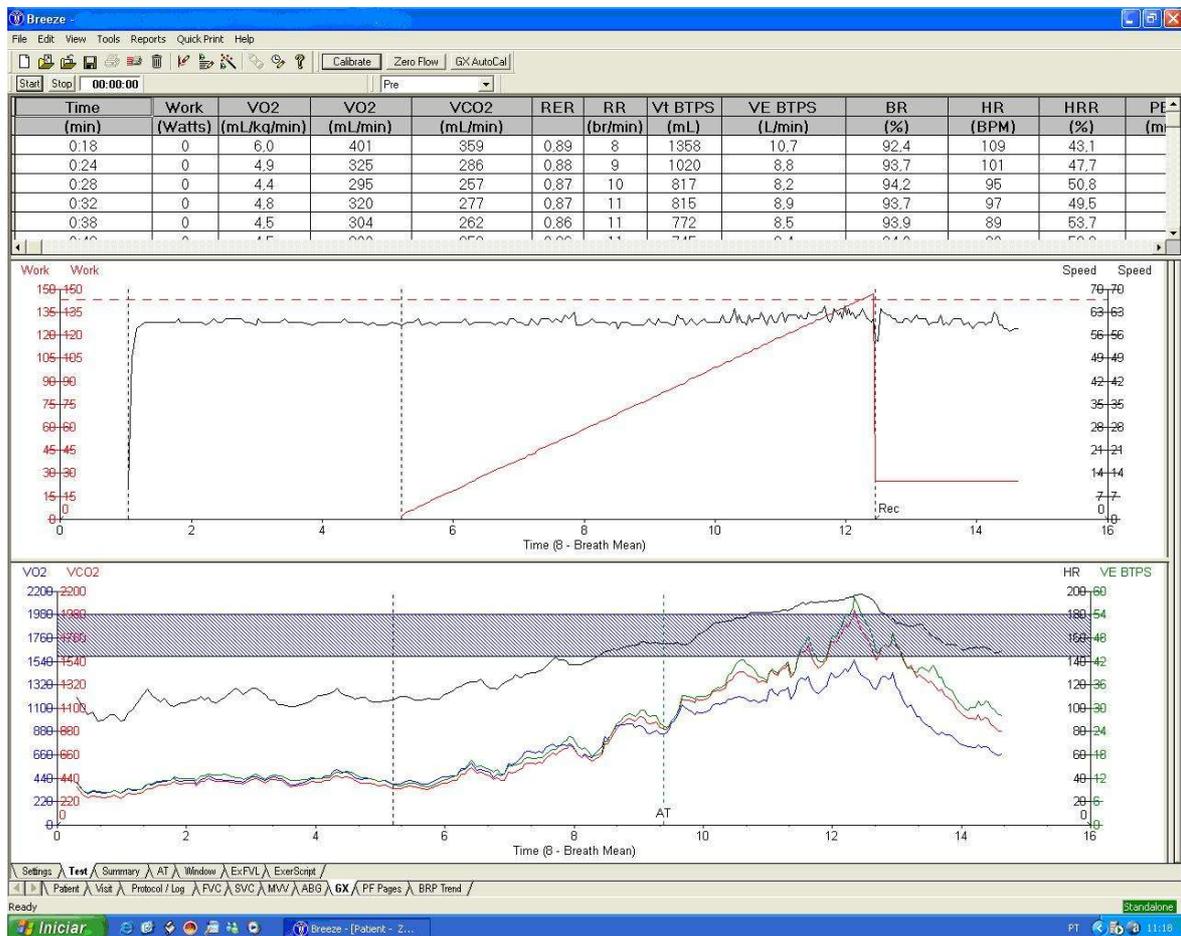
As variáveis ventilatórias e metabólicas foram captadas durante todo o experimento, respiração a respiração, por meio de um sistema de medidas dos gases expirados (CPX/D MedGraphics – Breeze, St. Paul, Minnesota, USA). Seguindo as normas técnicas, o sistema foi calibrado antes de cada teste, usando uma concentração conhecida de gás padrão. O software utilizado para a captação das variáveis ventilatórias e metabólicas (*Breeze Suite 5.3.007*), possibilita a plotagem gráfica de todas as variáveis onde cada valor, em função do tempo e em ordem seqüencial. Os principais parâmetros observados foram: ventilação pulmonar ( $VE - BTPS$  L/min); consumo de oxigênio ( $\dot{V}O_2$  em mL.kg.min<sup>-1</sup>); produção de dióxido de carbono ( $\dot{V}CO_2$  em L/min); razão de trocas respiratórias (R) (Figura 3). Para a análise do LA os dados das variáveis ventilatórias e metabólicas foram processados em médias móveis de 8 respirações (médias móveis se deslocando de ciclo a ciclo respiratório) (Figura 4).

O LA foi determinado pela análise visual das respostas ventilatórias e metabólicas por três observadores independentes, devidamente treinados. O critério adotado foi a perda do paralelismo, ou seja, o aumento desproporcional

do  $\dot{V}CO_2$  em relação ao  $\dot{V}O_2$ . A partir das três determinações do LA foi calculada a média dos valores.



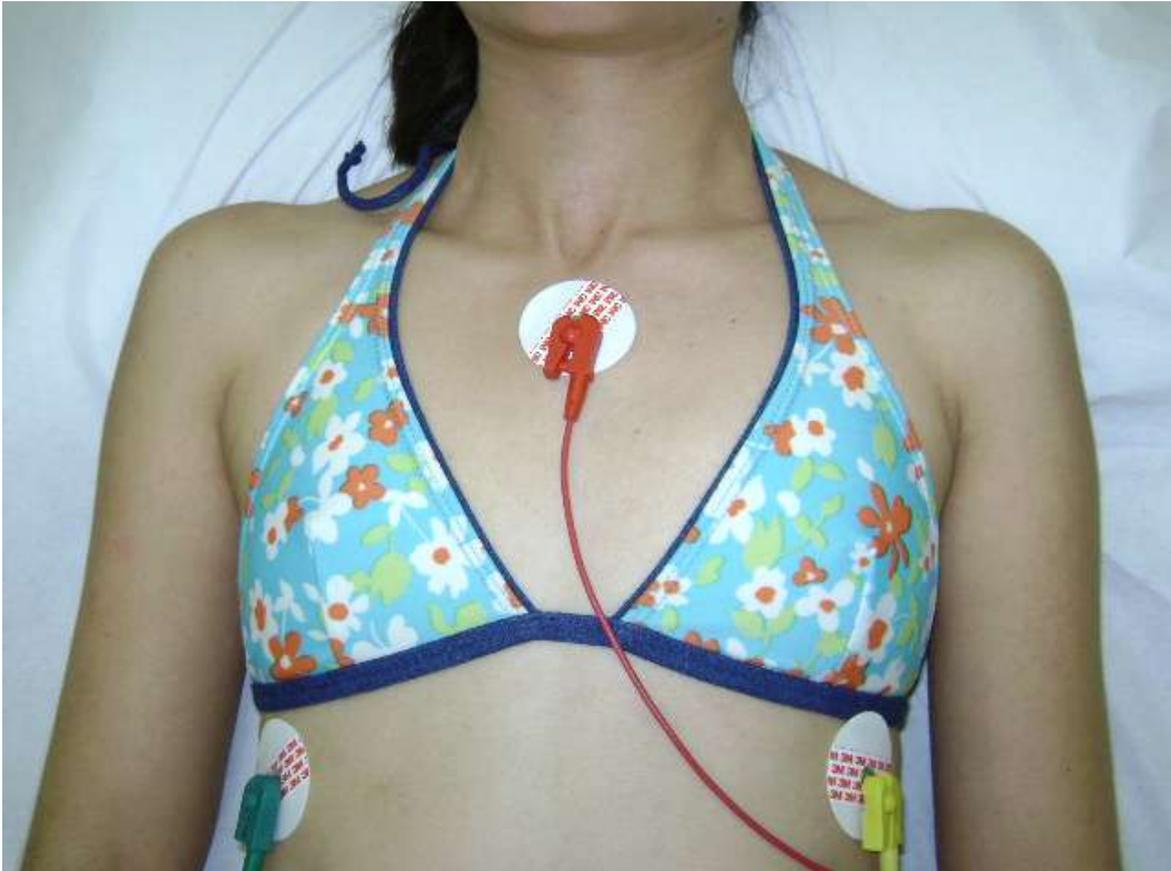
**Figura 3:** Ilustração da tela de aquisição dos dados do sistema ergoespirométrico durante o teste. No gráfico superior, estão representadas as curvas do incremento de potência em vermelho e a velocidade de rotação (rpm) em preto. No gráfico inferior está ilustrado a frequência cardíaca (HR) em preto, consumo de oxigênio ( $\dot{V}O_2$  mL/min) em azul, produção de dióxido de carbono ( $\dot{V}CO_2$  mL/min) em vermelho e ventilação minuto (VE BTPS L/min) em verde, plotados respiração a respiração, em função do tempo. Na tabela os dados apresentados são plotados em tempo real, a cada ciclo respiratório.



**Figura 4** - Ilustração da tela de aquisição dos dados do sistema ergoespirométrico durante o teste, mostrando no gráfico superior a velocidade de rotação (rpm) em preto e incremento de potência em vermelho e no gráfico inferior, frequência cardíaca (HR bpm) em preto, consumo de oxigênio ( $\dot{V}O_2$  mL/min) em azul, produção de dióxido de carbono ( $\dot{V}CO_2$  mL/min) em vermelho e ventilação minuto (VE BTSP L/min) em verde, plotados em valores de médias móveis de 8 respirações em função do tempo.

#### **4.8.2 Captação da frequência cardíaca e dos intervalos R-R.**

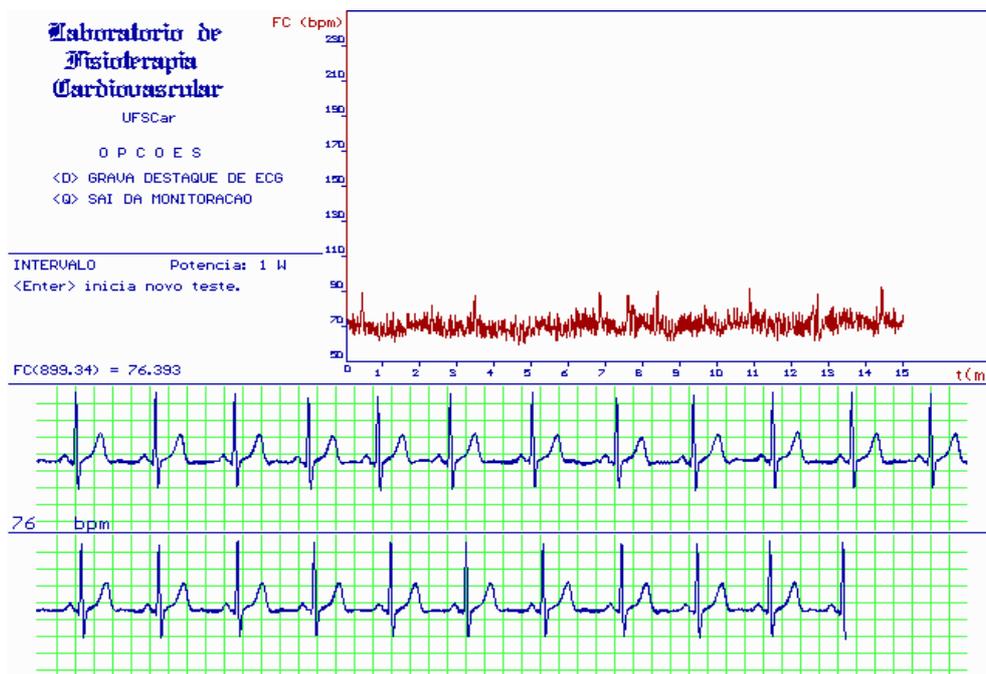
Para a coleta dos dados, as voluntárias foram monitorizadas na derivação DI modificada (Figura 5) com eletrodo negativo no manúbrio esternal, o positivo no quinto espaço intercostal na linha axilar anterior esquerda referente a V5 e o eletrodo neutro no quinto espaço intercostal direito. Os sinais do ECG foram captados a partir do monitor cardíaco de 1 canal (MINISCOPE II – Instramed – Porto Alegre, RS, Brasil) e processados por meio de um conversor analógico/digital de 8 canais (Lab-PC+/ National Instruments Co, Austin, TX, USA) que constitui uma interface entre o monitor cardíaco e o microcomputador. A FC foi obtida em tempo real, batimento a batimento, após a conversão analógico/digital em uma frequência de amostragem de 500Hz, os iR-R do ECG foram calculados utilizando um software específico (Silva et al., 1994) (Figura 6). Durante a coleta, as voluntárias foram orientadas a não falar e a não se movimentar.



**Figura 5:** Disposição dos eletrodos: positivo (amarelo), negativo (verde) e neutro (vermelho) na derivação MC5.

Os experimentos foram conduzidos para as voluntárias do GJ e GPM entre o 7º e o 11º dia do ciclo menstrual, considerando as menores flutuações hormonais (fase folicular) (Casazza et al., 2002).

Todos os experimentos foram realizados no mesmo período do dia (entre 10:00h e 17:00h), com objetivo de evitar as influências do ciclo circadiano nas variáveis estudadas (Task Force, 1996).

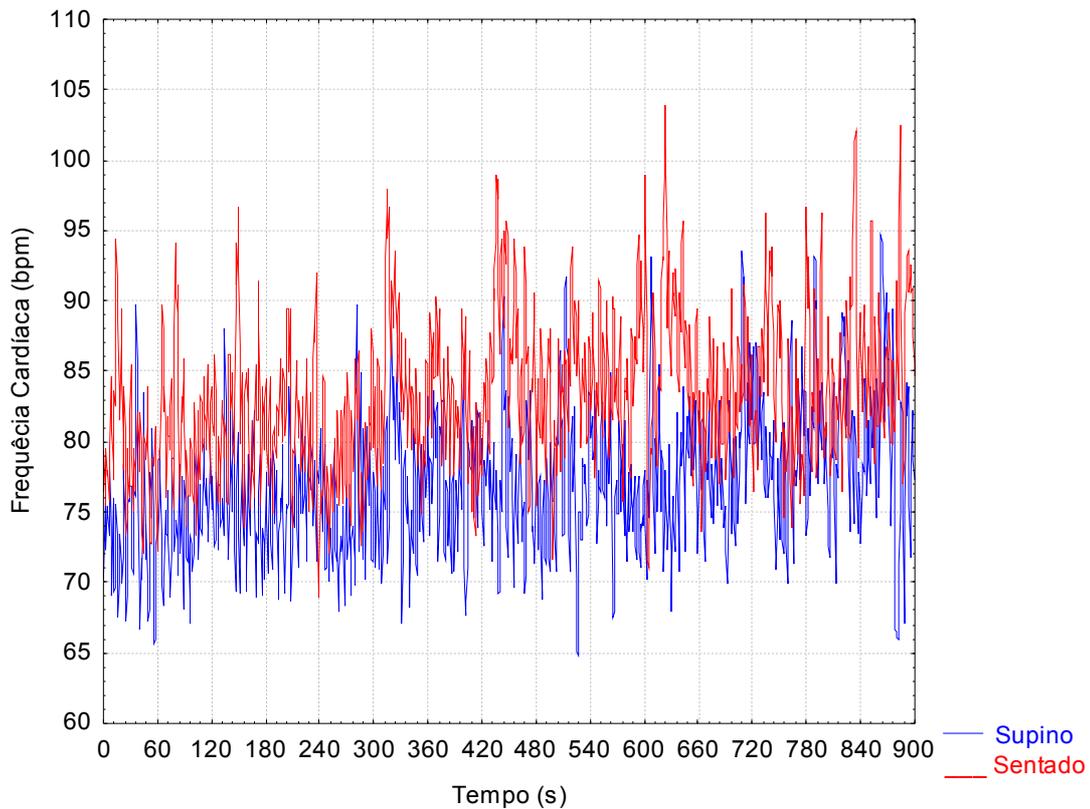


**Figura 6:** Ilustração da aquisição do sinal do ECG e da FC (bpm) obtidos pelo cálculo dos iR-R (ms), batimento a batimento em tempo real, na condição de repouso.

#### 4.8.2.1 Captação da Frequência Cardíaca em Repouso

Este teste teve como objetivo avaliar a variabilidade da resposta da FC para verificar a modulação do controle autonômico sobre a mesma na condição de repouso nas posições supina e sentada.

As voluntárias foram orientadas a permanecerem em repouso por um período de 10 min, evitando conversar com os experimentadores. Em seguida dava-se início à coleta da FC, durante 15 min na posição supina e na posição sentada com apoio das costas e joelhos flexionados em 90° e os pés apoiados no chão, mantendo respiração espontânea (Figura 7).



**Figura 7:** Dados da FC (bpm) nas posições supina e sentada, durante 900s de captação, de uma voluntária do grupo controle.

### 4.8.3 Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca

#### 4.8.3.1 Domínio do Tempo

Inicialmente foi realizada uma inspeção visual da distribuição dos iR-R (ms) obtidos no tempo de coleta nas posturas supina e sentada para seleção dos trechos com maior estabilidade no traçado dos iR-R do ECG. Em seguida, os mesmos foram analisados desde que compreendessem, no mínimo, 5 min de registro ou 256 batimentos consecutivos (Task Force, 1996).

No período selecionado foram calculados os índices dos iR-R (ms) no domínio do tempo: RMSSD - raiz quadrada da somatória do quadrado das

diferenças entre os iR-R no registro, divididos pelo n° de iR-R da série de dados selecionados menos um (equação 1); RMSM - raiz quadrada da somatória do quadrado das diferenças dos valores individuais em relação ao valor médio, dividido pelo número de iR-R da série de dados selecionados (equação 2) (Antila, 1979).

$$RMSSD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N-1} (RR_i - RR_{i+1})^2}{N-1}}$$

(equação 1)

$$RMSM = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (RR_i - \overline{RR})^2}{N}}$$

(equação 2)

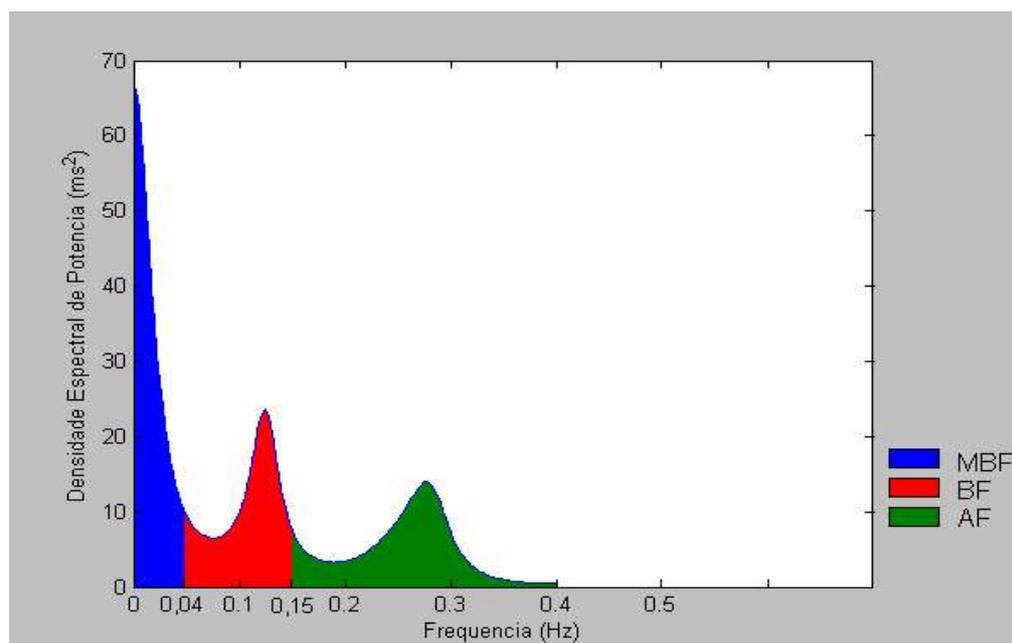
#### 4.8.3.2 Domínio da Frequência

A análise dos dados no domínio da frequência (DF) foi realizada nos dados coletados nas mesmas condições e trechos selecionados para análise no domínio do tempo.

A análise no DF foi realizada a partir da análise espectral pela transformada rápida de Fourier, aplicada em uma única janela após uma subtração da tendência linear dos iR-R previamente escolhidos. O valor do componente de potência espectral total (CPE) foi obtido a partir das bandas de baixa frequência (BF: 0,04 a 0,15 Hz), de alta frequência (AF: 0,15 a 0,4 Hz) e de muito baixa frequência (MBF: 0,003-0,04 Hz), em unidades absolutas (ms<sup>2</sup>). Os dados das bandas de AF e BF foram também transformados em unidades normalizadas (un) pela divisão do valor absoluto de um componente de AF ou de

BF ( $\text{ms}^2$ ) pelo componente de potência espectral total, subtraído do valor absoluto da MBF e então multiplicado por 100 ( $\text{BF} / (\text{CPE} - \text{MBF}) \times 100$ ) ou ( $\text{BF} / (\text{CPE} - \text{MBF}) \times 100$ ). A banda de BF tem sido atribuída a atividade do sistema nervoso simpático e parassimpático com predominância simpática, a banda de AF está correlacionada à atividade vagal e a razão BF/AF representa o balanço simpato-vagal (Task Force, 1996).

A figura 8 ilustra o resultado da análise dos iR-R (ms) da condição de repouso na posição supina de uma voluntária utilizando o espectro de potência do modelo autoregressivo, para uma melhor visualização dos componentes espectrais.



**Figura 8:** Ilustração dos componentes espectrais obtidos a partir do modelo autoregressivo a série de dados dos intervalos R-R na posição supina em 15 min de coleta do ECG. Em azul: banda de muito baixa frequência (MBF); vermelho: baixa frequência (BF) e verde: alta frequência (AF) de uma voluntária do grupo jovem.

#### **4.9 Análise Estatística**

A análise de distribuição dos dados das variáveis estudadas mostrou que as mesmas não possuíam distribuição normal, analisadas a partir do teste de Kolmogorov-Smirnov. O nível de significância estabelecido em todos os testes estatísticos foi de 5%. Desta forma, foram realizados os testes estatísticos não-paramétricos de Kruskal- Wallis para análise de comparação múltipla e o de Mann-Whitney para comparação de amostras independentes. Para a análise de correlação foi utilizado o teste de Spearman.

Para a análise descritiva dos dados os resultados foram apresentados graficamente em “Box-plot” contendo os valores da mediana, 1º quartil (25%), 3º quartil (75%), valores máximos e mínimos, “outliers” e extremos.

Todos os procedimentos estatísticos foram realizados a partir do aplicativo “Statistica for Windows, Release 6.1. Stat. Soft, Inc. 2000-2003”.

## **5 RESULTADOS**

### **5.1 Casuística**

Na tabela 1, estão apresentados os valores referentes à idade, massa corporal, estatura, índice de massa corpórea, calculado pela relação entre massa corporal, em kg, dividido pela estatura, em metro ao quadrado (IMC em kg/m<sup>2</sup>), FC basal, pressão arterial sistólica (PAS) e pressão arterial diastólica (PAD).

Verifica-se que as diferenças de idade entre os grupos estudados foram estatisticamente significantes. O IMC do GPósM apresentou maiores valores ( $p < 0,05$ ) em comparação ao GJ. Já a estatura apresentou menores valores no GPósM e, estatisticamente, significativa em comparação aos demais. A PAS e a PAD apresentaram valores dentro da faixa de normalidade (segundo a IV Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial (2004)), assim como a FC em repouso ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 1** - Valores da idade, características antropométricas e variáveis cardiovasculares em repouso dos grupos estudados.

	GJ	GPM	GPósM	Valor de p
	N=31	(N=32)	(N=30)	
Idade (anos)	23,23±2,80* #	37,16±5,33†	56,70±3,98	0,01
Massa Corpórea (kg)	59,86±7,14	60,99±7,73	62,15±9,78	0,07
Estatura (m)	1,65±0,04#	1,63±0,08†	1,57±0,06	0,03
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	21,97±2,18#	22,99±2,04	24,75±2,90	0,03
FC (bpm)	70±11,56	68±7,44	67±7,58	0,07
PAS (mmHg)	108,06±8,33#	108,44±7,23†	118,50±14,09	0,03
PAD (mmHg)	70,65±6,80#	72,03±5,06	76±8,45	0,03

IMC = índice de massa corporal; FC = frequência cardíaca de repouso na posição supina; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica; N = número de voluntárias. Nível de significância  $\alpha = 5\%$ .

\*  $p < 0,05$  na comparação entre o grupo jovem (GJ) e grupo pré-menopausa (GPM).

#  $p < 0,05$  na comparação entre o GJ e grupo pós-menopausa (GPósM).

†  $p < 0,05$  na comparação entre o GPM e GPósM.

No que se refere aos exames bioquímicos de sangue, pode-se observar na tabela 2, os valores em mediana de eritrócitos, triglicérides (mg/dL), colesterol total(mg/dL), lipoproteína de alta densidade (HDL mg/dL), lipoproteína de baixa densidade (LDL mg/dL), e na tabela 3, os valores em mediana de estradiol (mg/dL), progesterona (mg/dL) e hormônio folículo estimulante (FSH mg/dL) dos três grupos estudados.

Verifica-se que os valores de triglicérides e do colesterol total do GJ foram inferiores em relação aos do GPM e GPósM ( $p < 0,05$ ). Já os três grupos

apresentaram valores de HDL (mg/dL) similares e valores de LDL(mg/dL) do GJ e GPM foram inferiores aos do GPósM ( $p<0,05$ ).

O GJ apresentou menor valor de estradiol em relação ao GPM ( $p<0,05$ ) e o GPósM menor valor em relação ao GPM e GJ ( $p<0,05$ ).

**Tabela 2** - Valores em mediana de eritrócitos, triglicérides (mg/dL), colesterol (mg/dL), HDL(mg/dL), LDL (mg/dL) dos grupos estudados.

	GJ	GPM	GPósM	Valor de
	N=31	(N=32)	(N=30)	Referência
Eritrócitos	normal	normal	normal	-
Triglicérides	66* #	68	110	30 a 150
(mg/dL)				
Colesterol	150,5* #	179†	204,5	Até 200
total				
(mg/dL)				
HDL (mg/dL)	44,5	55	47	30 a 95
LDL (mg/dL)	111#	105,1†	133	<130

mg/dl: miligrama por decilitro; HDL: lipoproteína de alta densidade; LDL: lipoproteína de baixa densidade; N: normal

\*  $p<0,05$  na comparação entre o grupo jovem (GJ) e grupo pré-menopausa (GPM).

#  $p<0,05$  na comparação entre o GJ e grupo pós-menopausa(GPósM).

†  $p<0,05$  na comparação entre o GPM e GPósM.

**Tabela 3** - Valores em mediana de estradiol (pg/mL), progesterona (ng/mL) e FSH(mg/dL) dos grupos estudados.

	GJ	GPM	GPósM	Valor de
	(N=31)	(N=32)	(N=30)	Referência
Estradiol	82,8* #	89,6†	20	Fase folicular
(pg/mL)				24,0 a 114,0
				Pós menopausa
Progesterona	1,00	0,54	-	20 a 88
(ng/mL)				Fase folicular
FSH	-	-	76	0,15 a 1,40
(ng/mL)				Pós menopausa
				26,72 a 133,41

ng/mL: nanograma por decilitro; pg/mL: picograma por mililitro.

\* p<0,05 na comparação entre o grupo jovem (GJ) e grupo pré-menopausa (GPM).

# p<0,05 na comparação entre o GJ e grupo pós-menopausa(GPósM).

† p<0,05 na comparação entre o GPM e GPósM.

## 5.2 Análise das Variáveis cardiotorrespiratórias e metabólicas do Teste Ergoespiométrico

O TE-R foi realizado para determinação do LA e avaliação da capacidade funcional aeróbia das voluntárias.

Nas figuras 10 a 16 estão expressos graficamente em “box plot” os valores em mediana, máximos, mínimos, 1° e 3° quartis) das variáveis potência (Watts), FC (bpm),  $\dot{V}O_2$  em mL.kg.min<sup>-1</sup> e L/min,  $\dot{V}CO_2$  em L/min, VE em L/min, PAS e PAD em mmHg, obtidos no pico do TE-R dos grupos estudados. Na tabela 4 estão descritos os valores destas variáveis no pico do exercício, no LA e o percentual do LA em relação ao pico do TE-R com os resultados da análise estatística.

Os valores medianos de potência no pico (Figura 10) apresentaram diferenças significantes entre os grupos GJ e GPósM ( $p < 0,05$ ) e entre o GPM e GPósM. No LA as diferenças entre os três grupos estudados apresentaram significância estatística, e o percentual do LA em relação ao pico apresentou diferença ( $p < 0,05$ ) somente entre o GJ e GPósM e entre o GPM e GPósM.

Os valores de FC (bpm) atingidos no pico do TE-R (Figura 11) e no LA, apresentaram diferenças estatisticamente significantes nas três comparações estudadas. Já o percentual não apresentou diferença ( $p > 0,05$ ).

Ao se analisar os dados de  $\dot{V}O_2$  em mL.kg.min<sup>-1</sup> no pico (Figura 12) e no LA, pode-se observar que as voluntárias do GJ apresentaram maiores valores em relação ao GPM e ao GPósM ( $p < 0,05$ ), assim como o GPM e GPósM. Já em relação ao percentual, verifica-se diferença entre o GJ e o GPM e entre o GJ e

GPósM ( $p < 0,05$ ). Pela análise dos valores de  $\dot{V}O_2$  em mL.kg.min<sup>-1</sup> no pico do TE-R verifica-se que as voluntárias dos GJ e GPM apresentaram classificação aeróbia fraca e muito fraca para o GPósM, segundo a “American Heart Association” (1972).

Nos valores de  $\dot{V}O_2$  (L/min),  $\dot{V}CO_2$  (L/min) no pico (Figura 13) e no LA, pode-se observar que as voluntárias do GJ apresentaram maiores valores em relação ao GPósM ( $p < 0,05$ ), assim como o GPM e GPósM. Já em relação ao percentual dos valores de  $\dot{V}O_2$  (L/min), observa-se maiores valores ( $p < 0,05$ ) no GJ em relação ao GPósM. O percentual dos valores de  $\dot{V}CO_2$  (L/min) dos três grupos estudados não apresentaram diferenças estatística ( $p > 0,05$ ).

No que se refere à ventilação, pode-se verificar na figura 16 que os dados apresentaram diferença estatisticamente significativa entre o GJ e GPósM, assim como entre o GPM e GPósM.

**Tabela 4:** Valores em mediana no pico e no nível do LA durante o TE-R e o percentual (%) das variáveis  $\dot{V}O_2$  (mL.kg.min<sup>-1</sup>),  $\dot{V}O_2$  (L/min), FC (bpm), Potência (Watts),  $\dot{V}CO_2$  (L/min), VE (L/min) do LA em relação ao pico dos grupos jovem (GJ), pré-menopausa(GPM) e pós-menopausa(G-PósM).

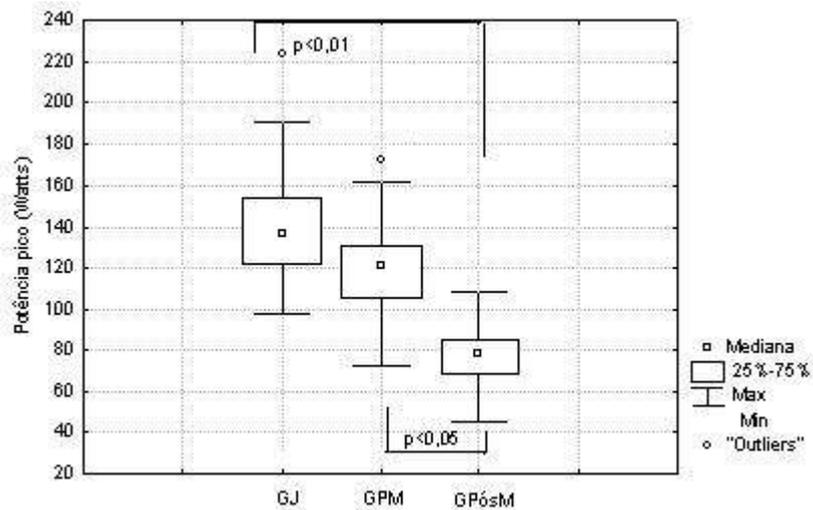
<b>Grupos</b>		$\dot{V}O_2$ (mL.kg.min <sup>-1</sup> )	$\dot{V}O_2$ (L/min)	FC (bpm)	Potência (Watts)	$\dot{V}CO_2$ (L/min)	VE (L/min)
<b>GJ</b>	Pico	24,60*.#	1,43 <sup>#</sup>	180*.#	136 <sup>#</sup>	1,79 <sup>#</sup>	51,50 <sup>#</sup>
	LA	13,30*.#	0,81*.#	132*.#	71*.#	0,77*.#	20,60*.#
	%	72,47*.#	54,82 <sup>#</sup>	72,47	56,42 <sup>#</sup>	44,45	41,36
<b>GPM</b>	Pico	21,65 <sup>†</sup>	1,32 <sup>†</sup>	172 <sup>†</sup>	121,5 <sup>†</sup>	1,64 <sup>†</sup>	48,6 <sup>†</sup>
	LA	12,36 <sup>†</sup>	0,77 <sup>†</sup>	125 <sup>†</sup>	68,5 <sup>†</sup>	0,75 <sup>†</sup>	19,7 <sup>†</sup>
	%	59,62	54,59	73,41	56,19 <sup>†</sup>	44,92	38,85
<b>GPósM</b>	Pico	14,55	0,86	142	77,5	1,14	35,80
	LA	9,05	0,58	102	31	0,55	17,05
	%	63,67	63,22	75,39	43,49	46,98	47,46

bpm= batimentos por minuto; L/min= litros por minuto; mL.kg.min<sup>-1</sup> = mililitros por quilograma por minuto;  $\dot{V}O_2$ : consumo de oxigênio; FC: frequência cardíaca;  $\dot{V}CO_2$ : produção de dióxido de carbono; VE: ventilação.

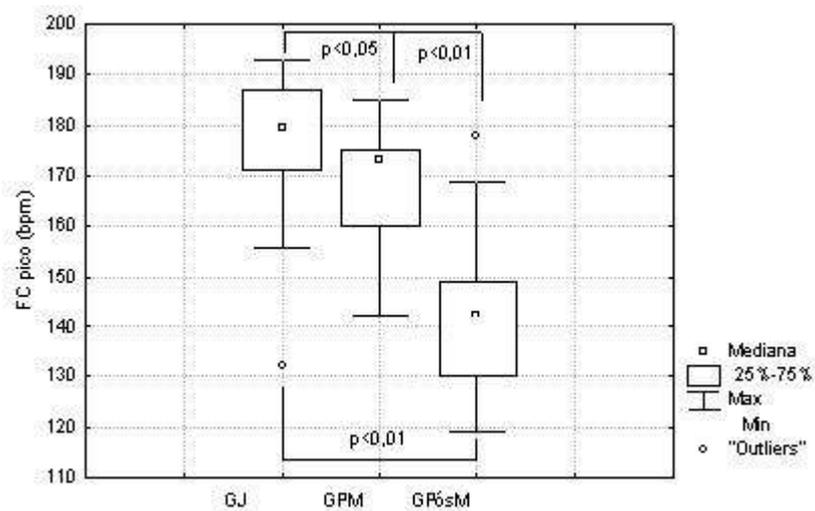
\* p<0,05 na comparação entre o GJ e o GPM.

# p<0,05 na comparação entre o GJ e GPósM.

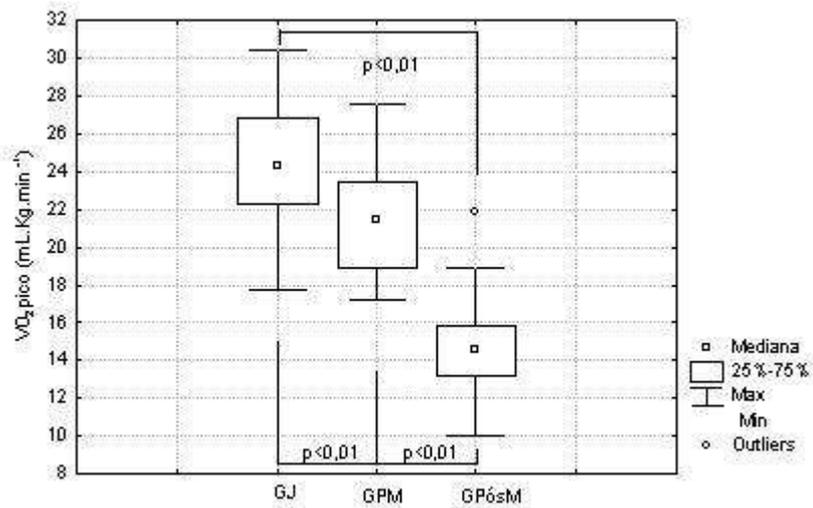
† p<0,05 na comparação entre o GPM e GPósM.



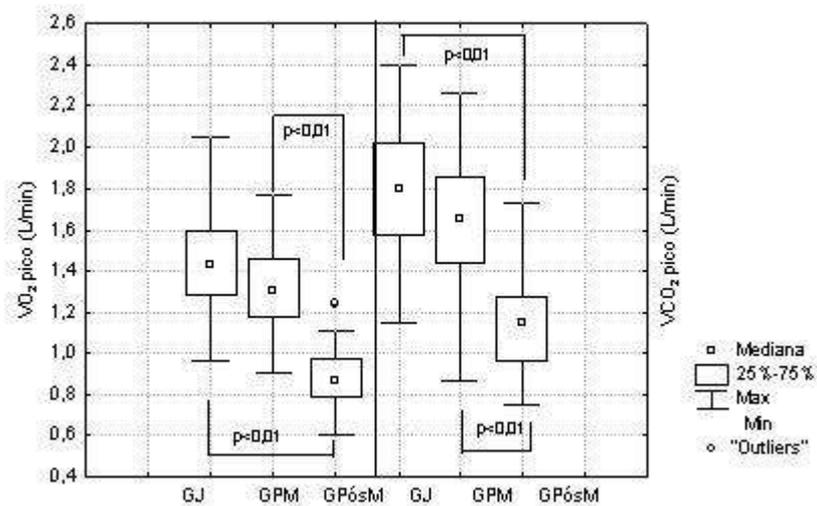
**Figura 10** - Valores de potência em Watts (W) obtidos no pico do TE-R do grupo jovem (GJ), grupo pré-menopausa (GPM) e grupo pós-menopausa (GPósM).



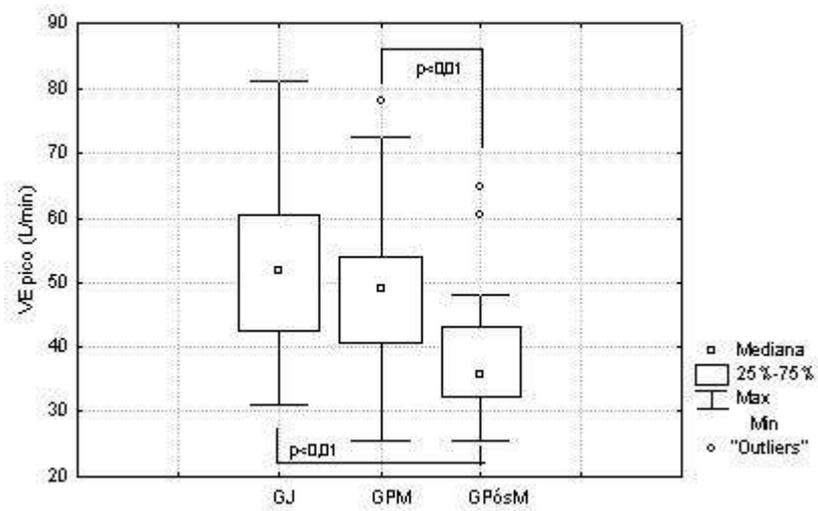
**Figura 11** - Valores de frequência cardíaca (FC bpm) observados no pico do TE-R do grupo jovem (GJ), grupo pré-menopausa (GPM) e grupo pós-menopausa (GPósM).



**Figura 12** - Valores do consumo de oxigênio ( $\dot{V}O_2$ ) em mL.kg.min<sup>-1</sup> obtidos no pico do TE-R do grupo jovem (GJ), grupo pré-menopausa (GPM) e grupo pós-menopausa (GPósM).

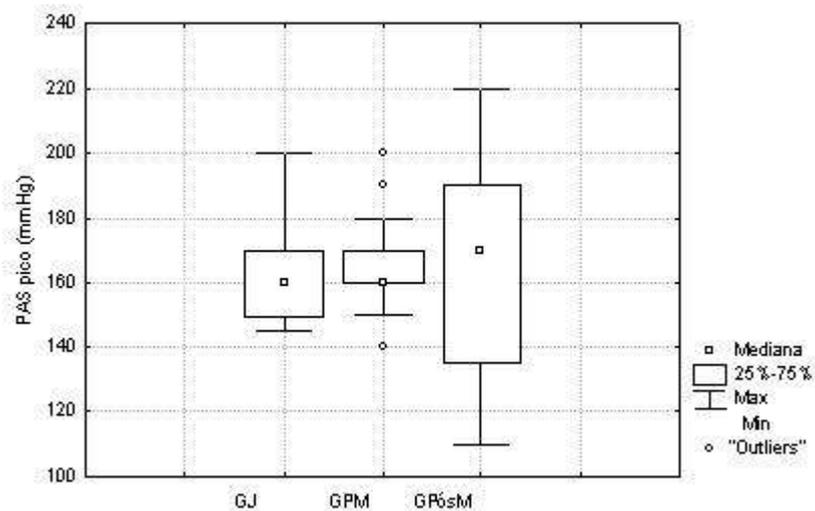


**Figura 13** - Valores do consumo de oxigênio ( $\dot{V}O_2$ ) e de produção de dióxido de carbono ( $\dot{V}CO_2$ ) em L/min obtidos no pico do TE-R do grupo jovem (GJ), grupo pré-menopausa (GPM) e grupo pós-menopausa (GPósM).

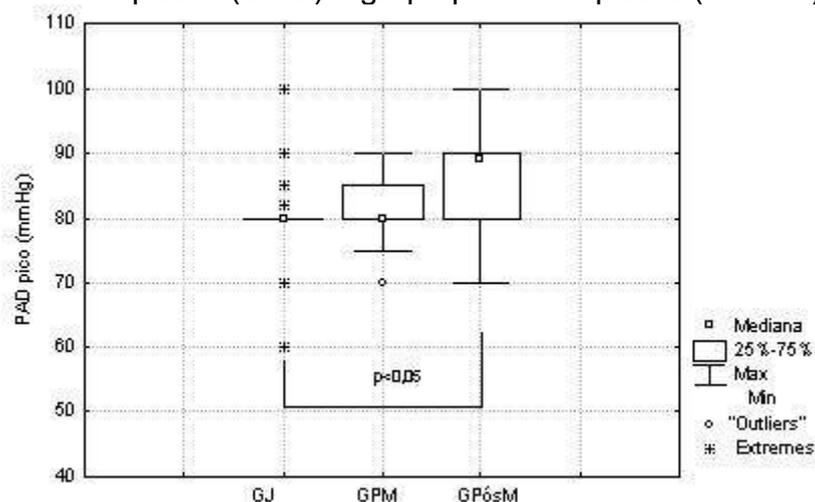


**Figura 14** - Valores de VE em L/min obtidos no pico do TE-R do grupo jovem (GJ), grupo pré-menopausa (GPM) e grupo pós-menopausa (GPósM).

Com relação aos resultados de PAS (mmHg) no pico do exercício, observa-se na Figura 15 que as respostas foram similares nos três grupos estudados ( $p > 0,05$ ). Já na figura 16, verifica-se que os valores da PAD (mmHg) no pico do exercício apresentaram diferença estatisticamente significativa entre GJ e GPósM. Na análise da PAS e PAD observa-se que a elevação de sua resposta ao exercício foi dentro da faixa fisiologicamente esperada.



**Figura 15** – Respostas da pressão arterial sistólica (PAS) em mmHg obtidos no pico do TE-R do grupo jovem (GJ), grupo pré-menopausa (GPM) e grupo pós-menopausa (GPósM).



**Figura 16** – Resposta da pressão arterial diastólica (PAD) em mmHg obtidos no pico do TE-R do grupo jovem (GJ), grupo pré-menopausa (GPM) e grupo pós-menopausa (GPósM).

Na tabela 5, estão apresentadas as diferenças em percentuais dos valores de  $\dot{V}O_2$  ( $\text{mL}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ ),  $\dot{V}O_2$  (L/min), FC (bpm), potência (Watts),  $\dot{V}CO_2$  (L/min) e VE (L/min) no pico do exercício e no nível do LA do TE-R dos grupos

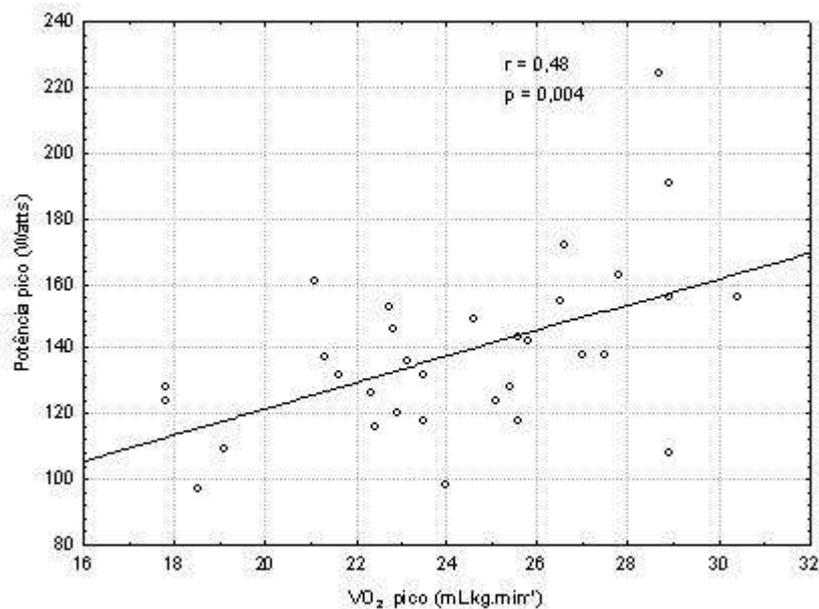
GPM e GPósM em relação ao GJ. Observa-se que as diferenças em percentual das variáveis tanto no pico do exercício como no LA do GPósM foram superiores as observadas no GPM em relação ao GJ.

**Tabela 5:** Valores do percentual (%) das variáveis  $\dot{V}O_2$  ( $\text{mL.kg.min}^{-1}$ ),  $\dot{V}O_2$  (L/min), FC (bpm), Potência (Watts),  $\dot{V}CO_2$  (L/min), VE (L/min) no pico do TE-R e no LA, dos grupos pré-menopausa(GPM) e pós-menopausa (GPósM) em relação ao grupo jovem (GJ).

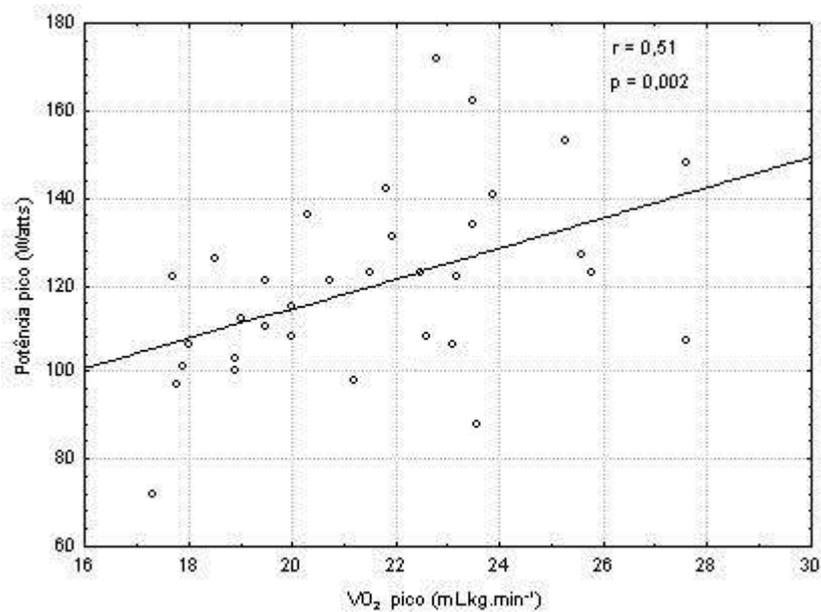
Grupos		$\dot{V}O_2$ ( $\text{mL.kg.min}^{-1}$ )	$\dot{V}O_2$ (L/min)	FC (bpm)	Potência (Watts)	$\dot{V}CO_2$ (L/min)	VE (L/min)
<b>GJ vs</b>	Pico	12%	11%	5,64%	13,75%	9,45%	23,30%
<b>GPM</b>	LA	6,81%	4,94%	4,61%	12,5%	5,06%	4,67%
<b>GPM vs</b>	Pico	32,80%	32,57%	15,56%	36,13%	29,44%	22,57%
<b>GPósM</b>	LA	28%	27,84%	16,12%	52,85%	28%	12,50%
<b>GJ vs</b>	Pico	40,49%	39,45%	20,33%	44,92%	36,11%	28,06%
<b>GPósM</b>	LA	32,92%	31,32%	20%	58,75%	31,64%	16,58%

bpm= batimentos por minuto; L/min= litros por minuto; mL.kg.min<sup>-1</sup> = mililitros por quilograma por minuto;  $\dot{V}O_2$ : consumo de oxigênio; FC: frequência cardíaca;  $\dot{V}CO_2$ : produção de dióxido de carbono; VE: ventilação.

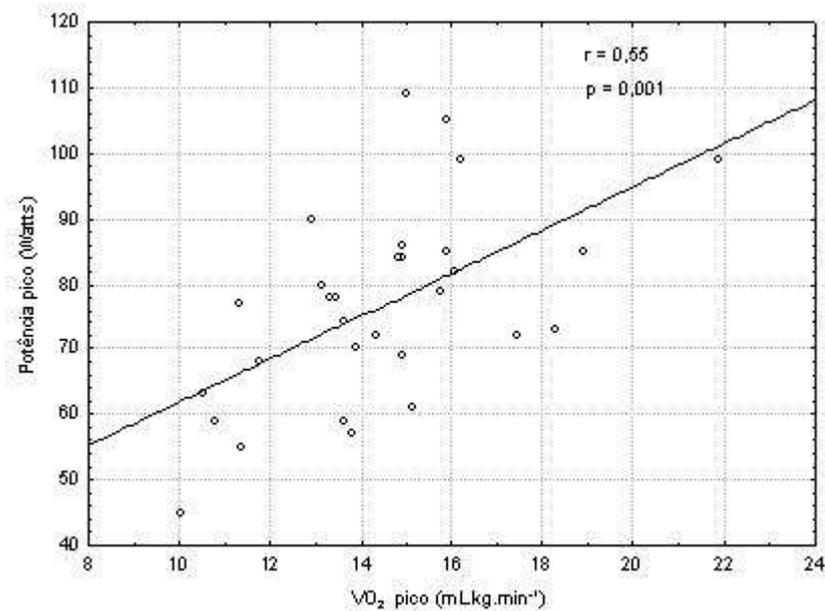
Nas figuras 17, 18 e 19 estão representadas as análises de correlação entre os valores de consumo de oxigênio (mL.kg.min<sup>-1</sup>) e os valores de potência no pico do TE-R. Foi encontrada correlação significativa entre as duas variáveis analisadas para os três grupos estudados com  $r = 0,48$ ,  $r = 0,51$ ,  $r = 0,55$ , para o GJ, GPM e GPósM, respectivamente.



**Figura 17** – Correlação entre os valores de  $\dot{V}O_2$  e de potência no pico do TE-R, das voluntárias do grupo jovem (GJ). A reta representa o ajuste linear ao conjunto de dados.



**Figura 18** – Correlação entre os valores de  $\dot{V}O_2$  e de potência no pico do TE-R, das voluntárias do grupo pré-menopausa (GPM). A reta representa o ajuste linear ao conjunto de dados.

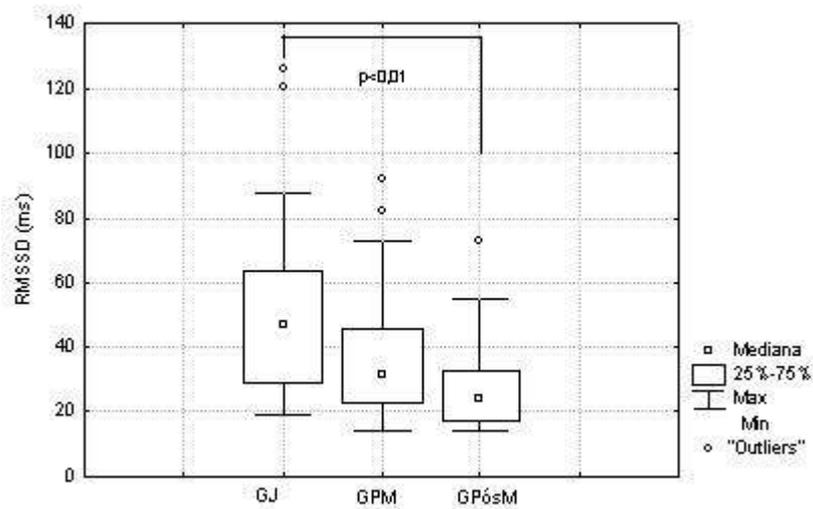


**Figura 19** – Correlação entre os valores de  $\dot{V}O_2$  e de potência no pico do TE-R, das voluntárias do grupo pós-menopausa (GPósM). A reta representa o ajuste linear ao conjunto de dados.

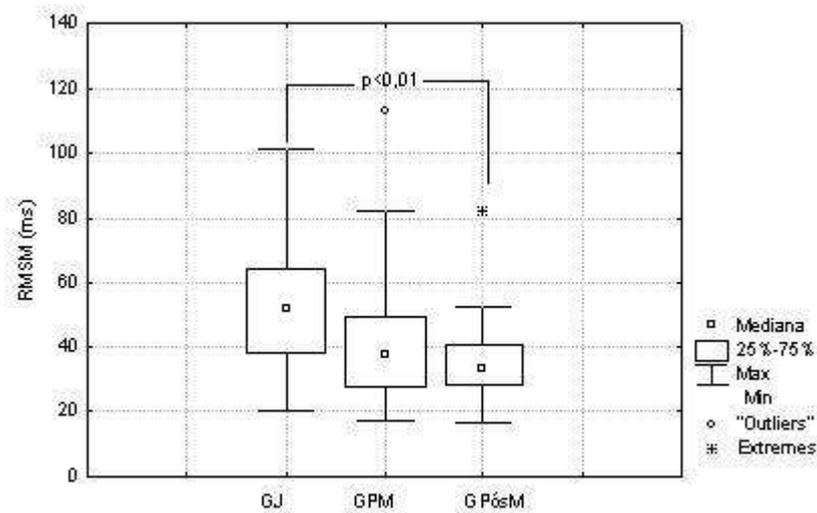
### 5.3 Análise da Frequência Cardíaca e de sua Variabilidade

Os resultados das análises no domínio do tempo, da frequência e dos intervalos R-R (ms), estão expressos nas figuras 20 a 33, para verificar a modulação autonômica da FC nas posições supina e sentada.

Nas figuras 20 e 21, estão expressos os valores dos índices RMSSD e RMSM dos intervalos iR-R (ms) na posição supina. Pode-se observar que o GJ apresentou maiores valores e estatisticamente significativo em relação ao GPósM em ambos os índices.

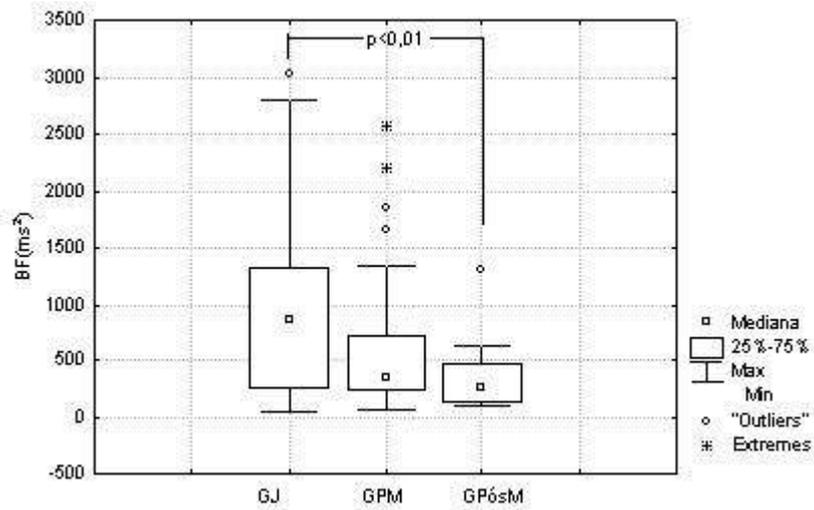


**Figura 20** - Valores do índice RMSSD dos iR-R (ms) na posição supina do grupo jovem (GJ), grupo pré-menopausa (GPM) e grupo pós-menopausa (GPósM).

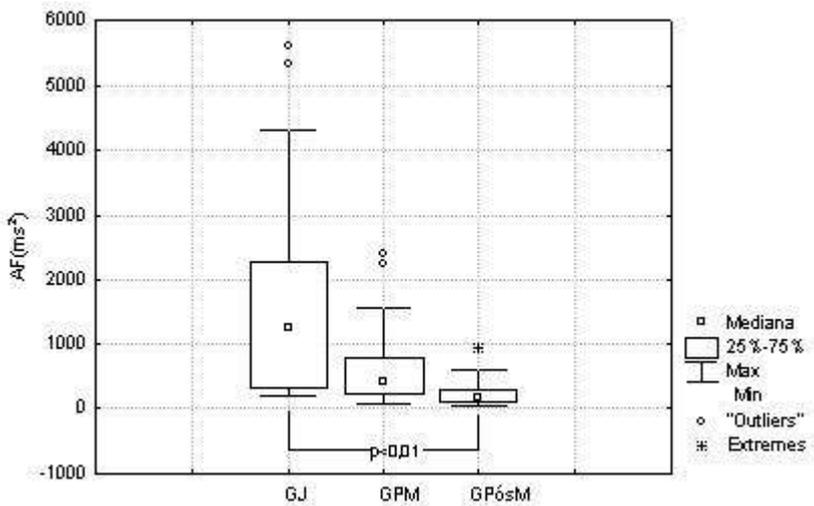


**Figura 21** - Valores do índice RMSM dos iR-R (ms) na posição supina do grupo jovem (GJ), grupo pré-menopausa (GPM) e grupo pós-menopausa (GPósM).

Nas figuras 22 e 23, estão expressos os valores dos índices BF e AF em unidades absolutas ( $ms^2$ ), da análise no domínio da frequência e pode-se verificar diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre o GJ e GPósM em ambos os índices. Já esses índices dos GPM e GPósM foram semelhantes ( $p > 0,05$ ).

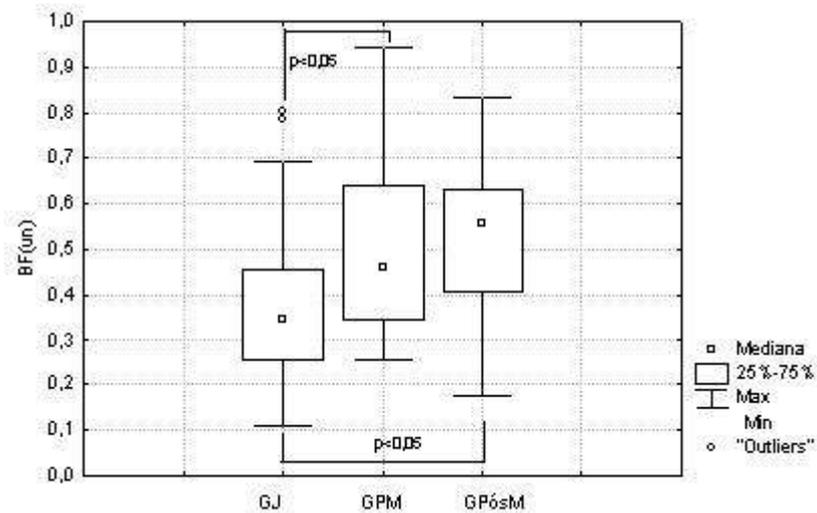


**Figura 22** - Valores do índice de baixa frequência (BF ( $\text{ms}^2$ )) na posição supina do grupo jovem (GJ), grupo pré-menopausa (GPM) e grupo pós-menopausa (GPósM).

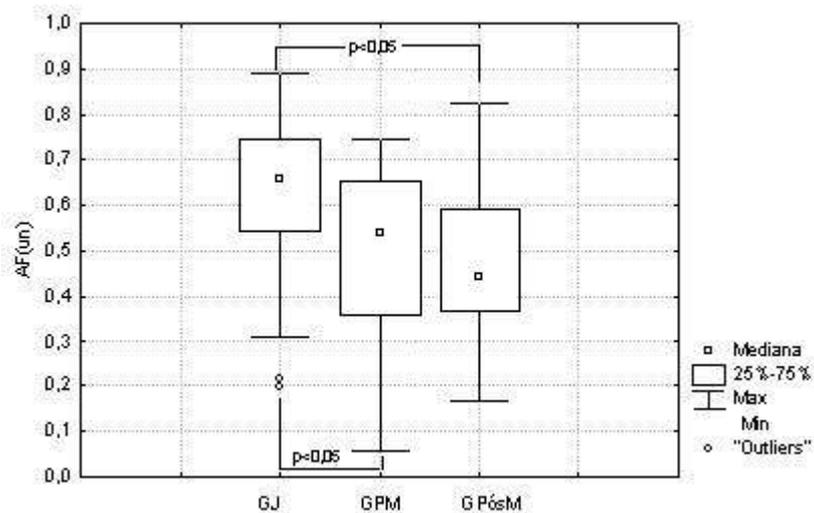


**Figura 23** - Valores do índice de alta frequência (AF ( $\text{ms}^2$ )) na posição supina do grupo jovem (GJ), grupo pré-menopausa (GPM) e grupo pós-menopausa (GPósM).

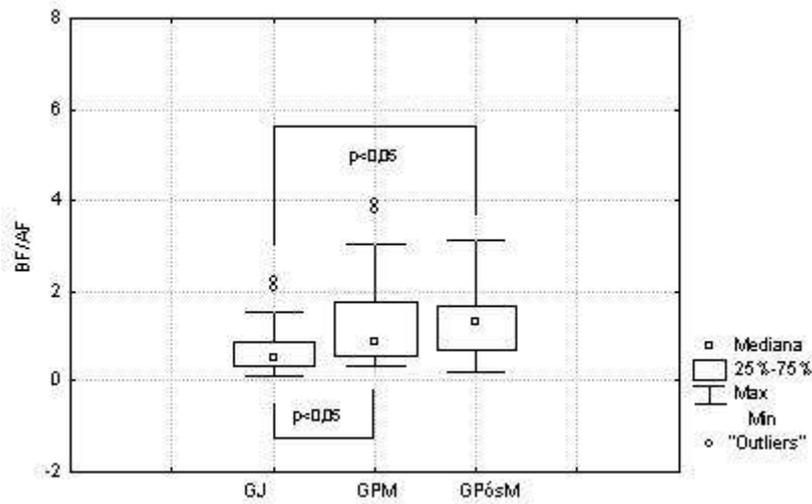
Nas figuras 24, 25 e 26 estão expressos os valores dos índices BF, AF em unidades normalizadas (un) e BF/AF da análise no domínio da frequência. Na comparação entre os grupos, observa-se diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre o GJ e GPM e entre o GJ e GPósM.



**Figura 24** - Valores do índice de baixa frequência (BF (un)) na posição supina do grupo jovem (GJ), grupo pré-menopausa (GPM) e grupo pós-menopausa (GPósM).

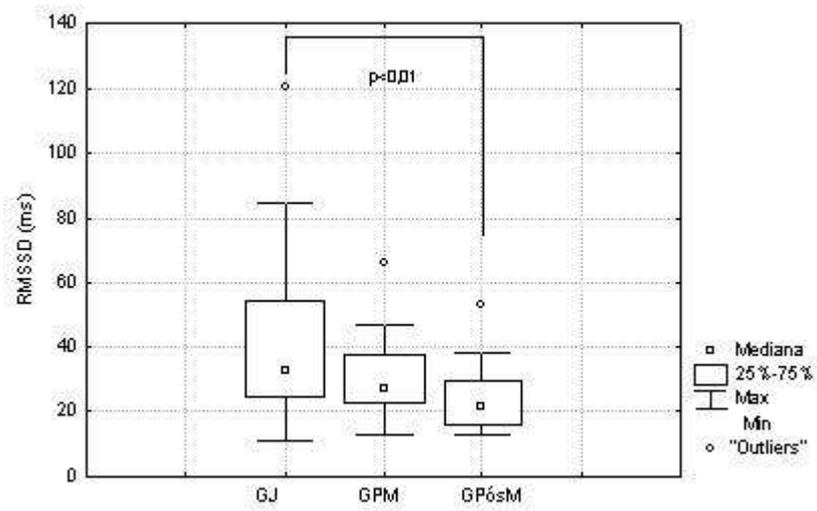


**Figura 25** - Valores do índice alta frequência (AF (un)) na posição supina do grupo jovem (GJ), grupo pré-menopausa (GPM) e grupo pós-menopausa (GPósM).

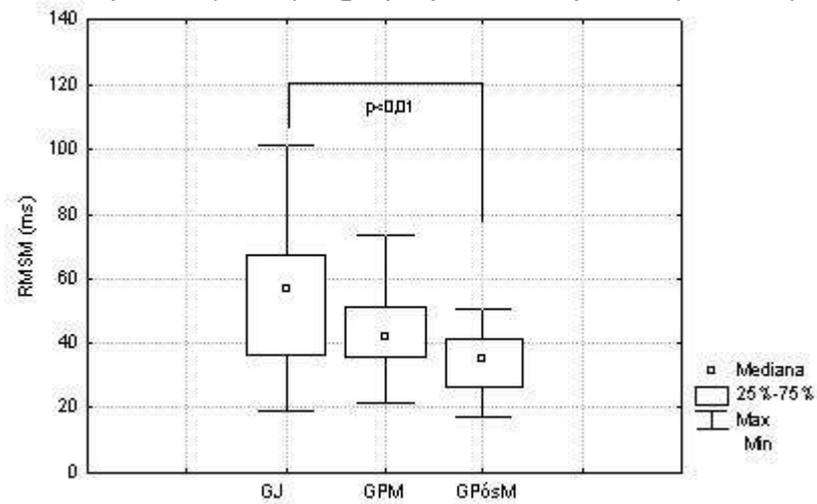


**Figura 26** - Valores da razão BF/AF na posição supina do grupo jovem (GJ), grupo pré-menopausa (GPM) e grupo pós-menopausa (GPósM).

Nas figuras 27 e 28, estão expressos os valores dos índices RMSSD e RMSM dos intervalos iR-R (ms), da análise no domínio do tempo, na posição sentada. Observa-se diferença estatisticamente significante entre o GJ e o GPósM de ambos os índices.

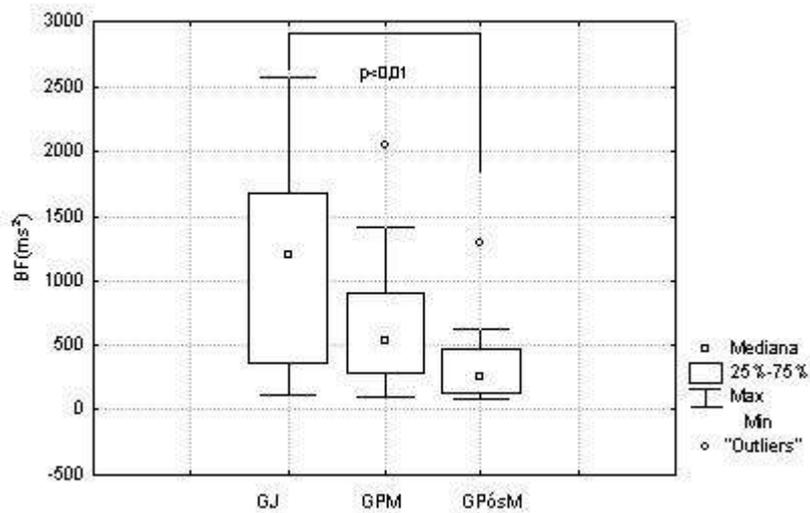


**Figura 27** - Valores do índice RMSSD dos intervalos iR-R (ms) na posição sentada do grupo jovem (GJ), grupo pré-menopausa (GPM) e grupo pós-menopausa (GPósM).

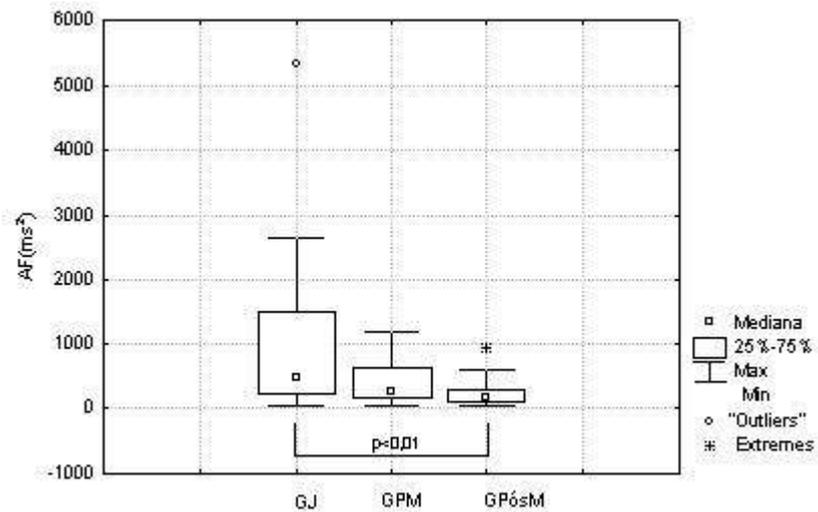


**Figura 28** - Valores do índice RMSM dos intervalos iR-R (ms) na posição sentada do grupo jovem (GJ), grupo pré-menopausa (GPM) e grupo pós-menopausa (GpósM).

Nas figuras 29 e 30, estão expressos os valores dos índices BF e AF em unidades absolutas ( $\text{ms}^2$ ) da análise no domínio da frequência e pode-se verificar que o GJ apresentou maiores valores que o GPósM em ambos os índices ( $p < 0,05$ ).

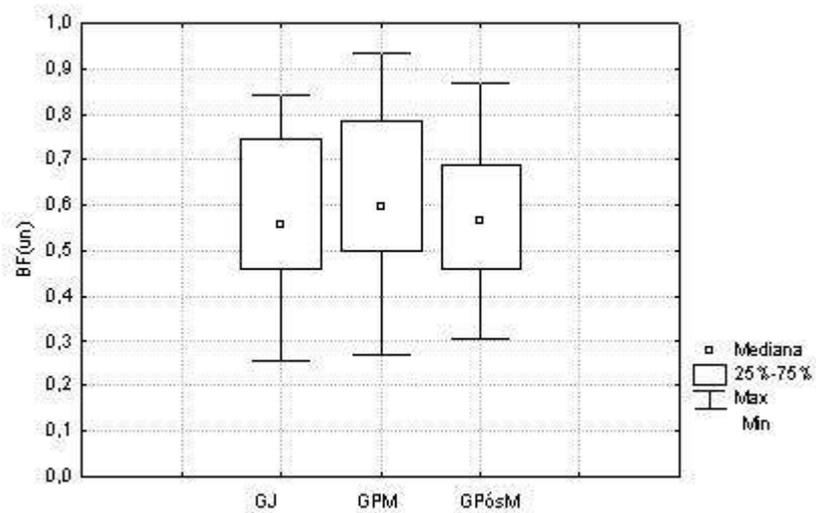


**Figura 29** -Valores do índice baixa frequência (BF ( $\text{ms}^2$ )) na posição sentada do grupo jovem (GJ), grupo pré-menopausa (GPM) e grupo pós-menopausa (GPósM).

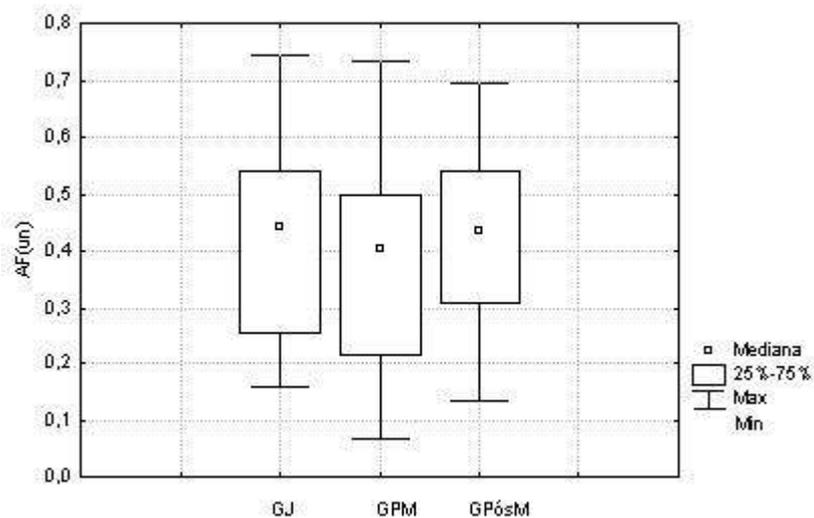


**Figura 30** - Valores do índice alta frequência (AF ( $\text{ms}^2$ )) na posição sentada do grupo jovem (GJ), grupo pré-menopausa (GPM) e grupo pós-menopausa (GPósM).

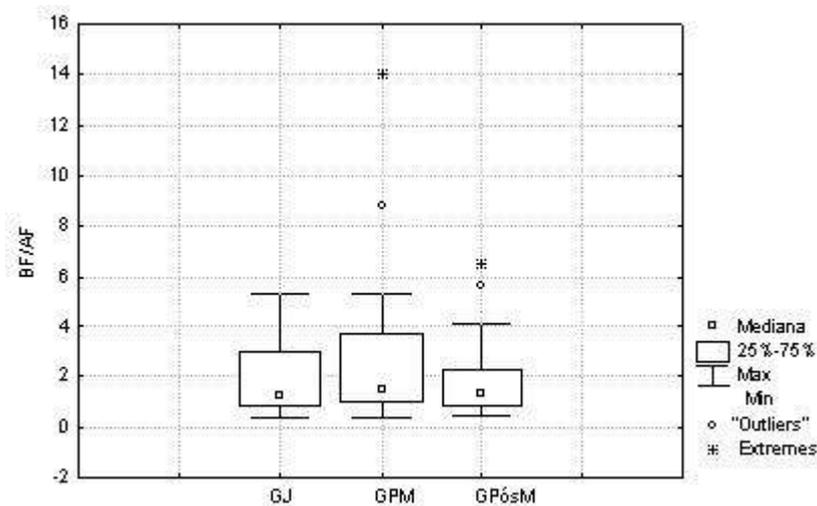
Nas figuras 31, 32 e 33 estão expressos os valores dos índices BF, AF em unidades normalizadas (un) e da razão BF/AF da análise no domínio da frequência. Observar-se que não houve diferença estatística ( $p < 0,05$ ) na comparação entre os grupos.



**Figura 31** - Valores do índice de baixa frequência (BF (un)) na posição sentada do grupo jovem (GJ), grupo pré-menopausa (GPM) e grupo pós-menopausa (GPósM).



**Figura 32** - Valores do índice alta frequência (AF (un)) na posição sentada do grupo jovem (GJ), grupo pré-menopausa (GPM) e grupo pós-menopausa (GPósM).



**Figura 33** - Valores da razão BF/AF na posição sentada do grupo jovem (GJ), grupo pré-menopausa (GPM) e grupo pós-menopausa (GPósM).

Na tabela 6, na comparação dos índices obtidos da análise no domínio do tempo e da frequência da posição supina com a sentada, verifica-se que os valores apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na maioria dos índices, exceto no índice RMSM (ms) e no índice BF ( $\text{ms}^2$ ) no GJ. Já no GPM verifica-se diferença ( $p < 0,05$ ) nos índices RMSM, BF (un) AF (un) e BF/AF e no GPósM somente nos índices RMSM (ms) e AF ( $\text{ms}^2$ ).s no domínio do tempo, RMSSD (ms), RMSM (ms) e no domínio da frequência, baixa frequência (BF), alta frequência (AF) em unidades absolutas ( $\text{ms}^2$ ) e em unidades normalizadas (un) e razão BF/AF nas posições supina e sentada.

**Tabela 6:** Valores dos índices no domínio do tempo RMSSD (ms), RMSM (ms) e no domínio da frequência, baixa frequência (BF), alta frequência (AF) em unidades absolutas (ms<sup>2</sup>) e em unidades normalizadas (un), e razão nas posições supina e sentada dos três grupos estudados.

Tipos de análise	Condições do teste/ Índices	GJ (N=31)	GPM (N=32)	G-PósM (N=30)
<b>SUPINA</b>				
<b>DT</b>	RMSSD (ms)	55,29*	31,38*	23,80
	RMSM (ms)	52,30	37,53	32,88*
<b>DF</b>	BF (ms <sup>2</sup> )	910,95	941,87	350,56
	AF (ms <sup>2</sup> )	1564,00*	623,05	699,81*
	BF (un)	0,34*	0,46*	0,56
	AF (un)	0,66*	0,54*	0,44
	BF/AF	0,52*	0,85*	1,27
<b>SENTADA</b>				
<b>DT</b>	RMSSD (ms)	32,83	27,30	21,29
	RMSM (ms)	57,38	41,89	35,12
<b>DF</b>	BF (ms <sup>2</sup> )	1063,05	625,49	325,18
	AF (ms <sup>2</sup> )	954,06	388,09	234,48
	BF (un)	0,56	0,60	0,57
	AF (un)	0,44	0,40	0,43
	BF/AF	1,26	1,47	1,30

DT= domínio do tempo; DF= domínio da frequência; ms= milissegundos; ms<sup>2</sup>= milissegundos ao quadrado; un= unidades normalizadas; GJ= grupo jovem; GPM= grupo pré-menopausa; GPósM= grupo pós-menopausa; \*p<0,05 (posição supina X sentada).

Na tabela 7, estão descritos em valores percentuais os índices RMSSD (ms), RMSM (ms), baixa frequência (BF), alta frequência (AF) em unidades absolutas (ms<sup>2</sup>) e unidades normalizadas (un) e a razão BF/AF, dos grupos GPM e GPósM em relação ao GJ, nas posições supina e sentada. Observa-se que o percentual dos índices na posição supina mostra que o GPM

assemelha-se ao GPósM. Já na posição sentada, os valores mostram uma diminuição da VFC no GPósM.

**Tabela 7:** Valores do percentual dos índices RMSSD (ms), RMSM (ms), baixa frequência (BF), alta frequência (AF) em unidades absolutas (ms<sup>2</sup>) e em unidades normalizadas (un), BF/AF na comparação do GJ vs GPM, GPM vs GPósM, GJ vs GPósM nas posições supina e sentada .

Tipos de análise	Condições do teste/ Índices	GJ vs GPM %	GPM vs GPósM %	GJ vs G-PósM %
<b>SUPINA</b>				
<b>DT</b>	RMSSD (ms)	43,30	24,16	54,72
	RMSM (ms)	22,34	18,82	36,96
<b>DF</b>	BF (ms <sup>2</sup> )	47,70	32,06	64,44
	AF (ms <sup>2</sup> )	56,39	49,50	77,82
	BF (un)	33,34	39,29	8,93
	AF (un)	23,90	10,21	34,33
	BF/AF	49,28	18,9	58,67
<b>SENTADA</b>				
<b>DT</b>	RMSSD (ms)	13,23	25,10	34,96
	RMSM (ms)	22,97	16,77	35,85
<b>DF</b>	BF (ms <sup>2</sup> )	57,34	47,82	77,74
	AF (ms <sup>2</sup> )	39,93	35,21	61,08
	BF (un)	5,09	3,39	-1,06
	AF (un)	4,70	5,80	1,20
	BF/AF	-12	10,35	-0,77

DT= domínio do tempo; DF= domínio da frequência; ms= milissegundos; ms<sup>2</sup>= milissegundos ao quadrado; un= unidades normalizadas; GJ= grupo jovem; GPM= grupo pré-menopausa; GPósM= grupo pós-menopausa; \*p<0,05 (posição supina X sentada).

## 6 DISCUSSÃO

O processo de envelhecimento promove diminuição das funções no sistema cardiovascular decorrente de modificações estruturais arteriais e em suas propriedades mecânicas que parecem ser o evento primário a partir do qual se desencadeiam as alterações cardíacas (Lakatta e Levy, 2003). Dentre os fatores responsáveis pela elevada prevalência das DCV, destaca-se o estilo de vida predominantemente sedentário. Melo et al. (2005) referem que a participação regular em programa de atividade física tem reduzido seu impacto sobre algumas variáveis fisiológicas e funcionais.

As alterações sistêmicas, funcionais e estruturais dependem também de fatores extrínsecos relacionados às características antropométricas, estado de saúde e aos hábitos e estilo de vida (Paschoal et al., 2008). Assim, em nosso estudo buscou-se avaliar a influência da idade sobre a eficiência dos sistemas cardiovascular, respiratório e metabólico em mulheres sedentárias na faixa etária de 20 a 30, de 30 a 40 e de 50 a 60 anos.

Em relação às características antropométricas as voluntárias do grupo pós-menopausa apresentaram maiores valores de IMC em relação aos outros dois grupos, porém dentro da faixa de normalidade. Esses resultados são semelhantes aos da literatura que relatam que com o avançar da idade ocorre uma diminuição da massa magra, com conseqüente aumento da porcentagem de gordura e do peso corporal (Toth et al., 1994; Paterson et al., 1999). Ressalta-se que em nosso estudo foi considerado o IMC, uma vez que, não foi avaliada a

massa magra. Pois isso pode ser considerado uma limitação do nosso estudo uma vez que o  $\dot{V}O_2$  está relacionado a musculatura exercitada.

Em condições basais os resultados do presente estudo mostram que a FC média dos três grupos estudados estavam dentro da faixa de normalidade, 70, 68 e 67 para o GJ, GPM e GPósM, respectivamente. Estes valores estão concordantes aos encontrados por Palatini (1999) e Wilmore e Costill (2002) os quais referem que a FC média de repouso varia entre 60 e 85 bpm. Byrne et al. (1996) e Gregoire et al. (1996) relatam que a FC de repouso se eleva com o aumento da idade, no entanto, isso não é observado na presente investigação, já que a média da mesma não se alterou com o envelhecimento.

No que se refere a PA em repouso, as voluntárias apresentaram valores medianos de PAS e PAD de 108 mmHg / 70 mmHg, 108 mmHg / 72 mmHg, 118 mmHg / 76 mmHg para o GJ, GPM e GPósM, respectivamente (Tabela1). Apesar da IV Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial referir que o sedentarismo está dentre os fatores de risco para hipertensão arterial, os valores encontrados nesta investigação estão dentro da faixa de normalidade. De acordo com o *Framingham Heart Study*, a elevação da pressão de pulso (PP) está associada ao aumento do risco de desenvolvimento de DCV. A partir da quinta década de vida, ocorre um progressivo aumento da rigidez das grandes artérias, ocasionando redução da sua distensibilidade, diminuição da sensibilidade dos barorreceptores. A PAS permanece normal ou aumenta com a idade, determinando aumento da pressão de pulso, isto é, da diferença entre a PAS e a PAD (Gambassi, et al. 1998).

No pico do TE-R os três grupos estudados apresentaram dados de PAS e PAD dentro do esperado. Valor mediano do GJ e GPM foi de 160 e 80 mmHg, e para o GPósM foi de 170 e 89 mmHg, respectivamente. As II Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico (2002), relata como critério de interrupção do teste a elevação da PAS até 260 mmHg e da PAD até 120 mmHg. Sendo assim, o comportamento da resposta da PA, dos três grupos estudados, frente ao exercício físico foi dentro dos padrões fisiológicos esperados e apresentou diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre o GJ e GPósM. Esses resultados mostram que todas as voluntárias não apresentaram hipertensão reativa ao exercício físico.

Em relação aos níveis dos lipídeos, as voluntárias do GJ e GPM apresentaram valores dentro da faixa de normalidade e o GPósM apresentaram os valores de dosagem de colesterol total e LDL acima dos valores considerados normais. Contudo, Neves (2007) encontrou valores de colesterol total e LDL acima da faixa de normalidade em mulheres na pós-menopausa sem terapia de reposição hormonal (TRH) e com TRH.

Com o avançar da idade, essas alterações dos lipídeos têm sido atribuídas a menor atividade lipolítica e lipossômica, facilitando o acúmulo de lipídeo na parede do vaso; alterações na forma e tamanho das células endoteliais, assim como ruptura das pontes que as interligam, determinando redução da seletividade, ou seja, da capacidade de permitir apenas a penetração das substâncias necessárias ao metabolismo arterial; calcificação da camada média, que modificam a elasticidade arterial, aumentando a sua rigidez;

espessamento da íntima, prejudicando a nutrição da parede; tortuosidades em consequência do enrijecimento da parede, determinando bruscas modificações do fluxo sangüíneo, com injúria endotelial; aumento da adesividade do vaso e agregação plaquetária, facilitando a formação de trombos (Giannini, Forti e SerroAzul, 1984).

Tem sido referido que as mulheres frente ao teste de esforço físico apresentam menor desempenho, respostas mais atenuadas tanto cardiovasculares como ventilatória e metabólica, além de maior valorização dos sintomas relacionados à dor, palpitação e dispnéia durante o teste (Godoy, Mantovanini e Santana, 2001). Em relação às funções nos sistemas cardiovascular, metabólico e ventilatória em resposta ao exercício físico, a literatura refere que há uma perda progressiva da capacidade funcional aeróbia de 8 a 10% por década em indivíduos não-atletas (Tebexreni et al., 2001).

Pela análise dos valores de potência 136; 121,5 e 77,5 W, atingidos no pico do TE-R, dos grupos GJ, GPM e GPósM, respectivamente, e pelo valor percentual da potência no nível do LA em relação ao pico do exercício físico, as voluntárias do GJ e do GPM apresentam capacidade aeróbia semelhante e superiores ao GPós-M. Verifica-se que com avanço da idade ocorre decréscimo da potência aeróbia. Em relação aos decréscimos da potência em W no pico do TE-R, verifica-se que em três décadas a diferença entre o GJ e o GPósM corresponde a 44,92%. Já em duas décadas, a diferença do GPM e GPósM foi de 36,13% e em uma década foi de 13,75% entre o GJ e do GPM. No entanto, para as voluntárias do GPM e do GPósM os valores estão muito acima do

referido por Tebexreni et al. (2001). O estudo de Katyal et al. (2003) mostram que as mulheres jovens apresentam maiores valores de potência 152 W no pico do exercício comparativamente as mulheres na pós-menopausa com e sem TRH que foram 111 W e 109 W, respectivamente. Santos et al. (2007) que estudaram mulheres jovens sedentárias encontraram no pico do exercício valores de potência 131 W, dados esses semelhantes aos observados neste estudo.

No TE-R, a FC mediana obtida no pico do exercício físico foi de 180, 172,142 bpm para os grupos GJ, GPM e GPósM, respectivamente. No entanto, os valores de FC no pico do TE-R observados para os grupos GJ e GPM foram máximos e para o GPósM foi submáximo, previstos para idade. O valor percentual da FC no nível do LA em relação ao pico do exercício físico se encontra na faixa de 70%, dados estes concordantes com a literatura (Sakabe, 2007).

Os valores encontrados de  $\dot{V}CO_2$  no pico do TE-R foram 1,79; 1,64 e 1,14 L/min, dos grupos GJ, GPM e GPósM, respectivamente. Já os valores percentuais do LA em relação ao pico do exercício físico estão próximos nos três grupos estudados. No que se refere aos decréscimos de  $\dot{V}CO_2$  (L/min) no pico do TE-R observa-se que a diferença entre o GJ e GPM foi de 9,45%. Já em duas décadas, a diferença do GPM e GPósM foi de 29,44% e em três décadas foi de 36,11% entre o GJ e do GPósM. Esses dados são superiores aos referidos por Tebexreni et al. (2001) que referem que com o envelhecimento ocorre diminuição das variáveis metabólicas.

O GPósM apresentou valores inferiores de VE no pico do TE-R (35,8 L/min) em relação ao dos grupos GJ, GPM (51,5; 48,6) respectivamente, o que representa em termos percentuais uma diferença de 28,06% para o GJ e de 22,57 para o GPM e a diferença entre o GPM e o GJ foi de 23,30% mostrando que ocorre uma diminuição da ventilação com o avançar da idade.

No estudo de Woo et al.(2006) foi referido que mulheres de meia idade atingiram valores de  $\dot{V}CO_2$  de 1,26 e as jovens de 1,04 L/min, valores esses inferiores e discordantes do presente estudo. Ressalta-se que esse estudo foi realizado em esteira ergométrica. No entanto, nossos resultados são semelhantes aos de Santos et al. (2007) que estudaram mulheres jovens sedentárias e encontraram valores de  $\dot{V}CO_2$  e VE L/min, 1,78 e 56,6, respectivamente.

Nossos resultados mostram que o  $\dot{V}O_2$  (mL.kg.min<sup>-1</sup>) no pico do TE-R foram 24,60 para o GJ e 21,65 para o GPM o que corresponde a uma diminuição de 12% em uma década. Já o GPósM atingiu 14,55 que corresponde uma diferença de 32,80% em relação ao GPM e em 40,49% em relação ao GJ. Isso reflete que a capacidade aeróbia funcional das mulheres dos três grupos estudados foi “fraca” para os grupos GJ e GPM e “muito fraca” para o GPósM, segundo a estratificação proposta pela “American Heart Association” (1972). Os dados de Lynch et al. (2002) que estudaram mulheres na perimenopausa e pós-menopausa mostraram um decréscimo de 0,2 L/min do  $\dot{V}O_2$  no pico do exercício o que sugere que a transição da menopausa não comprometeu a aptidão física destas mulheres, o que difere dos nossos resultados.

Os resultados de  $\dot{V}O_2$  pico para mulheres jovens do presente são semelhantes aos de Santos et al. (2007) e de Neves (2007) que encontraram valores de  $\dot{V}O_2$  pico de 25,80 mL.kg.min<sup>-1</sup> que encontrou valores de  $\dot{V}O_2$  pico 22,30. Assim como para as mulheres na pós-menopausa sem TRH que apresentou 14,55 semelhante ao de Neves (2007) e de 14,5 mL.kg.min<sup>-1</sup> e de Sakabe (2007). Esses valores foram inferiores aos encontrados no estudo de Calvoso et al. (2005) que observaram que mulheres na pós menopausa sem TRH atingiram o  $\dot{V}O_2$  pico de 17 mL.kg.min<sup>-1</sup>. Os dados da literatura mostram que ocorre diminuição da capacidade funcional aeróbia com o envelhecimento corroborando com os dados do presente estudo. Já no estudo de Woo et al. (2006) com mulheres na pós-menopausa sedentárias, encontraram valores de  $\dot{V}O_2$  pico de 25,5 mL.kg.min<sup>-1</sup> e no de Hadberg et al. (2008) foram encontrados valores médios de 23,3 mL.kg.min<sup>-1</sup> e Hunter et al. (2002), que estudaram mulheres na pré-menopausa encontraram  $\dot{V}O_2$  pico de 24,30 mL.kg.min<sup>-1</sup> dados estes superiores aos encontrados no presente estudo. Isto pode ser justificado pois, na presente investigação o teste ergoespiométrico foi realizado em cicloergômetro nos estudos acima foram em esteira. Segundo Wasserman et al. (1999), os valores de  $\dot{V}O_2$  pico em teste realizado em esteira é 10% maior do que em cicloergômetro.

Levy et al., 2004 referem que a redução na capacidade da eficiência na realização do exercício pode ser avaliada pela entrada e saída de energia, ou

seja, Watts/ $\dot{V}O_2$ . Em nosso estudo as perdas da eficiência ao exercício, ou seja, Watts/ pelas variáveis cardiovasculares, ventilatórias e metabólicas apresentadas em valores percentuais, tabela 5, mostram que foram superiores aos observados por Tebexreni et al.(2001) que foi de 8 e 10% por década de vida. Assim, os resultados do presente estudo mostram que com o avançar da idade ocorre diminuição da eficiência de captar oxigênio o que contribui para a redução da capacidade funcional durante o exercício.

Fitzgerald et al. (1997) e Schiller et al. (2001) relatam que a capacidade física diminui com o envelhecimento e o sedentarismo leva a diminuição do  $\dot{V}O_2$  pico do TE-R e isso pode ser atribuído à diminuição da atividade das enzimas oxidativas ao nível muscular, diminuição no tamanho das mitocôndrias, diminuição da vascularização, além de redução das trocas gasosas e a utilização de substratos pelo tecido muscular (Jones e Carter, 2000; Diretriz de Reabilitação Cardíaca, 2005).

Além do envelhecimento e do sedentarismo, outros fatores que contribuem para diminuir a capacidade funcional aeróbia são as alterações hormonais que ocorrem após a menopausa (Mercurio et al, 2006). Os mecanismos pelo qual o estrógeno influencia no  $\dot{V}O_2$  pico incluem o aumento do débito cardíaco, vasodilatação e aumento da resposta vascular periférica (Lynch et al., 2002). Assim, Mercurio et al. (2000) ressaltam que a deficiência estrogênica em mulheres pode influenciar o fluxo sanguíneo e a reserva vasodilatadora. No entanto, outros estudos não encontraram modificações no sistema

cardiorrespiratório devido ao estado menopausal (Wells, Boorman e Riggs, 1992; Green et al., 2002).

Todos os grupos estudados apresentaram baixa capacidade aeróbia funcional com baixo rendimento muscular refletido pela relação Watts versus  $\dot{V}O_2$ , e que pode ser observado pela análise de correlação entre os valores de potência em Watts e  $\dot{V}O_2$  em mL.kg.min<sup>-1</sup> no pico do teste cardiopulmonar. No entanto pode-se verificar que as correlações foram significativas com  $r=0,55$ ,  $r=0,51$  e  $r=0,48$  ( $p<0,05$ ) para as voluntárias do GPósM, GPM e GJ, respectivamente. Apesar da correlação ser maior para o GPósM, os valores de potência e o  $\dot{V}O_2$  no pico do teste cardiopulmonar encontrados foram menores, mostrando que com o avançar da idade ocorre um decréscimo tanto nos valores de potência quanto na capacidade aeróbia.

O avançar da idade além de levar a diminuição da capacidade funcional aeróbia traz modificações na modulação autonômica da FC, caracterizadas por uma diminuição da atividade vagal sobre o coração (Schiller et al., 2004).

A literatura relata que a atividade vagal e a simpática direcionada ao nódulo sinoatrial são caracterizadas por descarga altamente sincronizada com cada ciclo cardíaco e podem ser moduladas por componentes oscilatórios centrais (centro vasomotor e respiratório) e periféricos (oscilações de pressão arterial e movimentos respiratórios), gerando flutuações rítmicas nas descargas nervosas eferentes, que se manifestam, no coração, por oscilações de curta e longa duração dos i-RR, conferindo maiores ou menores VFC e, portanto, maior

ou menor tônus autonômico cardíaco (Malliani et al., 1991; Task Force, 1996; Grossmann, Wilhelm e Spoerle, 2004).

No presente estudo, os valores dos índices RMSSD e RMSM encontrados na posição supina foram 55,29 e 52,30 ms para o GJ e 31,38 e 37,53 ms para o GPM, respectivamente, o que corresponde a 43,30 e 22,34% em uma década. Já o GPósM atingiu 23,80; 32,88 ms que corresponde a uma diferença de 24,16 e 54,72% em relação ao GPM dos índices citados anteriormente e 54,72 e 36,96% em relação ao GJ. No que se refere aos valores de normalidade, o índice RMSSD (ms), o qual representa a modulação vagal, valores abaixo de 30 ms são indicativos de maior risco de eventos patológicos (Maia, 1997). Nossos resultados mostraram que modulação autonômica da FC do GJ está acima da faixa de normalidade e no grupo GPM está próximo a faixa limítrofe. Já o GPósM apresentou valores abaixo. Estudos similares mostraram maiores valores de VFC, analisada no domínio do tempo, de mulheres pré-menopausa em relação a mulheres pós-menopausa e a homens de mesma faixa etária, mostrando a importância dos estrogênios nas diferenças autonômicas decorrentes da menopausa (Brockbank et al., 2000; Liu, Kuo e Yang, 2003).

No que se refere ao valor percentual do  $\dot{V}O_2$  ( mL.kg.min<sup>-1</sup>) no nível do LA em relação ao pico do exercício físico verifica-se que o GJ apresenta valores superiores ao GPM e GPósM.

Quanto à análise no DF na posição supina, os valores dos índices BF, AF (un), BF, AF (ms<sup>2</sup>) e BF/AF foram 0,34; 0,66 un; 910,95; 1564 ms<sup>2</sup> e 0,52 para o GJ, 0,46; 0,54 un; 941,87; 623,05 ms<sup>2</sup> e 0,85 para o GPM e 0,56; 0,44 un;

350,56; 699,81 ms<sup>2</sup> e 1,27 para o GPósM, respectivamente. Nossos resultados mostram que as mulheres na pré-menopausa apresentam valores dos índices VFC mais próximos das mulheres na pós-menopausa, se comparados com as jovens. Além disso, pode-se observar uma maior modulação simpática no GPósM e a vagal foi maior para o GJ. Resultados esses semelhantes ao de Neves et al. (2007) que estudaram mulheres jovens, na pós-menopausa com e sem TRH, e encontraram valores dos índices BF (0,39, 0,41, 0,56 un), AF (0,61, 0,59, 0,44 un), BF/AF (0,63; 0,70; 1,29), respectivamente. Já Zhang et al. (2000), que estudaram mulheres na pós-menopausa encontraram valores inferiores aos do presente estudo quanto aos índices BF (0,47 un) e superiores aos de AF (0,58 un) e BF/AF (3,4). Já Reland et al. (2003) mostraram uma relação importante entre treinamento físico, avanço da idade e modulação autonômica da FC. Esses autores observaram que mulheres na pós-menopausa em treinamento leve apresentaram maiores valores de BF (83 un) e menores de AF (17 un), aos encontrados no presente estudo. Paschoal et al. (2008) estudaram mulheres na pós-menopausa e encontraram valores de BF e AF (119,40 e 131,70 ms<sup>2</sup>), respectivamente, dados inferiores aos do presente estudo.

Segundo Brockbank et al. (2000), um fator importante que contribui para a redução do componente vagal é a queda da produção do estrogênio. Pesquisas têm demonstrado alterações no controle autonômico da FC após a menopausa natural (Ribeiro et al., 2001; Liu, Kuo e Yang, 2003; Gökçe et al., 2005) ou cirúrgica (Mercurio et al, 2000). De acordo com estes estudos, nossos resultados mostram que o grupo pós-menopausa apresenta um desbalanço no

controle autonômico do sistema cardiovascular em direção a uma hipoatividade parassimpática sendo sugestivo do aumento de risco para a DCV.

Além do hipoestrogenismo, outro fator que contribui para a redução do componente vagal é o envelhecimento. Byrne et al. (1996) referem que a idade por si só, é a principal responsável pela diminuição da VFC em idosos. No entanto, o estudo de Neves et al. (2007) referem que o avanço da idade associado ao hipoestrogenismo, reduz de forma significativa os índices da VFC. Isso demonstra que ainda existe muita controvérsia na literatura sobre as questões de fatores que influenciam a modulação autonômica da FC.

Outra forma de avaliar a modulação autonômica da FC é por meio da mudança postural de supino para sentado. Ao compararmos os valores dos índices da VFC na posição sentada com a supina, no GPósM pode-se observar uma semelhança entre os dados, isso mostra um desbalanço simpato-vagal nestas mulheres. Por outro lado, foram observadas variações na modulação simpato-vagal no GJ e no GPM. Esses resultados são concordantes com estudos prévios conduzidos em indivíduos jovens (Vuksanovic e Gal, 2005) e de meia-idade (Pikkujämsä et al, 2001; Vuksanovic e Gal, 2005) que observaram alterações nos índices de VFC com a mudança postural e de Neves et al., 2007 que observaram que da postura supina para a sentada os ajustes autonômicos estão íntegros nas mulheres jovens e os das mulheres na pós-menopausa com e sem o uso de TRH encontram-se com déficits.

A redução da VFC relacionada a postura sentada tem sido atribuída a uma diminuição no retorno venoso e conseqüentemente uma elevação da FC

devido à regulação autonômica cardíaca (ativação simpática e diminuição da atividade vagal sobre o coração), os quais são mediados por ajustes dos barorreceptores arteriais e cardiopulmonares (Lindqvist, 1990). Dessa forma os resultados observados no GPósM sugerem que a sensibilidade barorreflexa cardiovascular no controle da FC pode estar alterado devido ao aumento do diâmetro e da espessura das paredes arteriais, associada à diminuição da complacência arterial. Dados esses concordantes com os de Monahan et al. (2001), Lakatta e Levy (2003a) em sujeitos idosos. Outros pesquisadores têm reportado que com o avanço da idade, tais alterações passam a não ter significância estatística (Perini et al., 2002; Sakabe et al, 2004).

Pode ser considerada uma limitação do estudo não conseguirmos atribuir a idade ou ao fator hormonal a redução da modulação autonômica da FC após a menopausa.

No que se refere ao tema avanço da idade em mulheres brasileiras existe uma escassez de estudos sobre a modulação autonômica da FC e da capacidade física. Assim, consideramos de fundamental importância esses estudos uma vez que a partir destes pode-se obter informações da integridade do sistema cardiovascular, respiratório e metabólico. A partir dessas informações podem-se preconizar protocolos de treinamento físico visando contribuir para a prevenção de DCV. Além disso, promover conscientização da prática de atividade física como um hábito de vida da mulher.

## 7 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtido no presente estudo podemos concluir que:

- o GPósM apresentaram menores valores dos índices da VFC tanto na posição supina como na sentada que pode ser atribuído a redução da modulação da atividade vagal;

- a redução da eficiência na realização do exercício físico e da capacidade aeróbia funcional pode estar associada a deficiência estrogênica conseqüente do avançar da idade e com estilo de vida sedentário.

- a diferença de idade de uma década entre o GJ e o GPM não interferiu nas respostas cardiorrespiratórias durante o exercício físico. Isso sugere que o nível da capacidade física pode ser decorrente do estilo de vida e não do fator idade.

- na posição supina os menores valores da VFC do GPM sugerem que nessa posição a modulação da atividade vagal sobre a FC encontra-se reduzida.

De uma forma geral nossos resultados em dados percentuais mostram que com o avançar da idade ocorre diminuição da eficiência de captar oxigênio o que contribui para a diminuição da capacidade funcional na realização do exercício físico.

Quanto às perspectivas futuras, estudos longitudinais estão sendo desenvolvidos no laboratório, com o intuito de avaliar o treinamento físico, em mulheres jovens e pós-menopausadas, associado ou não a terapia hormonal a partir da modulação autonômica da FC e da capacidade funcional aeróbia.

## REFERÊNCIAS

American Heart Association. Exercise testing and training of apparently health individuals. A handbook for physicians. Dallas: American Heart Association; 1972.

Antila K. Quantitative characterization of heart rate during exercise. Scand J Clin Lab Invest .1979; 153(Suppl): 3-68.

Beaufriere B, Morio B. Fat and protein redistribution with aging: metabolic considerations. Eur J Clin Nutr. 2000; 54:S48-53.

Brockbank CL, Chatterjee F, Bruce SA, Woledge RC. Heart rate and its variability change after the menopause. Exp Physiol. 2000; 85(3): 327-330.

Byrne EA, Fleg JL, Vaitkevicius PV, Wright J, Porges SW. Role of aerobic capacity and body mass index in the age-associated decline in heart rate variability. J Appl Physiol.1996; (81):743-750.

Catai AM, Chacon-Mikahil MPT, Martinelli FS, Forti VAM, Silva E, Golfetti R, et al. Effects of aerobic exercise training on heart rate variability during wakefulness and sleep and cardiorespiratory responses of young and middle-aged healthy men. Braz J Med Biol Res 2002; 35(6): 741-752.

Casazza GA, Suh SH, Miller BF, Navazio FM, Brooks GA. Effects of oral contraceptives on peak exercise capacity. J Appl Physiol. 2002;93(5):1698-702.

---

\*Baseadas na norma da International Committee of Medical Journal Editors-Grupo de Vancouver; 2005. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

Copeland J F. Tratado de Ginecologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

Davy KP, DeSouza CA, Jones PP, Seals DR. Elevated heart rate variability in physically active young and older adult women. Clin Sci (Lond). 1998; 94 (6): 579-84.

Diretriz de reabilitação cardíaca. Arq Bras Cardiol. 2005; 84 (5): 431-440.

Driusso P, Chiarello B. Avaliação multidimensional do idoso. In: Driusso P, Chiarello B. Fisioterapia Gerontológica. 1ª edição. Barueri: Manole, 2007.

[Fitzgerald MD](#), [Tanaka H](#), [Tran ZV](#), [Seals DR](#). Age-related declines in maximal aerobic capacity in regularly exercising vs sedentary women: a meta-analysis. J Appl Physiol 1997, 83: 160-167.

Fonseca AM, Halbe MW. Fisiologia do climatério. In: Halbe HW. Tratado de Ginecologia. 1ª edição. São Paulo: Rocca, 1998. 1236-1242 p.

Gambassi G, Lapane K, Sgadari A et al. Prevalence, clinical correlates, and treatment of hypertension in elderly nursing home residents. Arch Intern Méd 1998;23(158):2377-85.

Giannini SD, Forti N, SerroAzul LG. Arteriosclerose: considerações acerca de sua problemática no idoso. Arq Bras Cardiol. 1984; 42: 79-81.

Green JS, Stanforth PR, Gagnon J, Leon AS, Rao DC, Skinner JS, et al. Menopause, estrogen, and training effects on exercise hemodynamics: the HERITAGE study. Med Sci Sports Exerc. 2002; 34(1): 74-82.

Gregoire J, Tuck S, Yamamoto Y, Hughson RL. Heart rate variability at rest and exercise: influence of age, gender, and physical training. Can J Appl Physiol.1996; 21(6): 455-470.

Godoy M, Mantovanini JA, Santana RFT. Teste de esforço na mulher. Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo. 2001; 11(3): 621-632.

[Gökçe M](#), [Karahan B](#), [Yilmaz R](#), [Orem C](#), [Erdöl C](#), [Ozdemir S](#). Long term effects of hormone replacement therapy on heart rate variability, QT interval, QT dispersion and frequencies of arrhythmia. [Int J Cardiol](#).2005; 99(3):373-379.

Grossmann P, Wilhelm FH, Spoerle M. Respiratory sinus arrhythmia, cardiac vagal control and daily activity. Am J Physiol. 2004; 287: H728-H734.

Hagberg JM, Ferrell RE, McCole SD, Wilund KR, Moore GE. VO2 max is associated with ACE genotype in postmenopausal women. J Appl Physiol. 2008, 1842-1846.

Halbe HW. Tratado de Ginecologia. 3a Edição, São Paulo: Roca, 1999. 2600p.

Hardy E, Alves G, Osis MJD. Climatério: implicações sociais. Femina 1992; 20:313-20.

[Hunter GR](#), [Newcomer BR](#), [Weinsier RL](#), [Karapondo DL](#), [Larson-Meyer DE](#), [Joanisse DR](#), et al. Age is independently related to muscle metabolic capacity in premenopausal women. J Appl Physiol. 2002, 93:70-76.

I Diretriz Brasileira sobre Prevenção de Doenças Cardiovasculares em Mulheres Climatéricas e a Influência da Terapia de Reposição Hormonal (TRH) da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC) e da Associação Brasileira do Climatério (SOBRAC) Arq Bras Cardiol. 2008; 91(supl.1):1-23.

II Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Teste Ergométrico. Arq Bras Cardiol. 2002; 78 (supl II): 1-18.

IV Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial. Arq Bras Cardiol. 2004; 82 (suplemento IV).

Jones, AM; Carter H. The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. Sports Med. 2000; 29(6):373-86.

Calvoso Jr RC, Aldrighi JM, Negrão CE, Trombetta IC, Ramires JAF. Efeito do estradiol sobre as respostas cardiopulmonar e metabólica em mulheres normotensas após a menopausa submetidas à cicloergoespirometria. Arq Bras Cardiol. 2005; 84(1): 15-19.

Katyal S, Freeman M, Miller JA, Thomas SG. Short-term aerobic training and circulatory function in women: age and hormone-replacement therapy. Clin Sci. 2003; 104: 267-273.

Lakatta E G, Levy D. Arterial and cardiac aging major shareholders in cardiovascular disease enterprises. Part I: aging arteries” A set up for vascular disease. Circulation. 2003a; 107: 139-146.

Levy WC, Maichel BA, Steele NP, Ledere KM, Stratton JR. Biomechanical efficiency in dedreased in heart failure during low-level steady state and maximal ramp exercise. Eur J heart fail 2004; 6: 917-926.

Liu CC, Kuo TB, Yang CC. Effects of estrogen on gender-related autonomic differences in humans. Am J Physiol Heart Circ Physiol. 2003; 285(5): H2188-H2193.

Lynch NA, Ryan AS, Berman DM, Sorkin JD, Nicklas BJ. Comparasion of VO<sub>2</sub> max and disease risk factors between perimenopausal and postmenopausal women. Menopause. 2002; 9(6):456-462.

Malliani A, Pagani M, Lombardi F, Cerutti S. Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. *Circulation*. 1991; 84: 1482-92.

Maia IG. Avaliação da função autonômica do coração pela variabilidade da frequência cardíaca. In: *Eletrofisiologia clínica e intervencionista das arritmias cardíacas*. 1ª Edição. Rio de Janeiro: Revinter, 1997.

Melo RC, Santos MDB, Silva E, Quitério RJ, Moreno MA, Reis MS. et al. Effects of age and physical activity on the autonomic control of heart rate in healthy men. *Braz J Med Biol Res*. 2005; 38(9): 1331-1338.

Mercuro G, Podda A, Pitzalis L, Zoncu S, Mascia M, Melis GB, et al. Evidence of a role of endogenous estrogen in the modulation of autonomic nervous system. *Am J Cardiol*. 2000; 85(6): 787-789, A9.

Mercuro G, Saiu F, Deidda M, Mercuro S, Vitale C, Rosano GM. Impairment of physical exercise capacity in healthy postmenopausal women. *Am Heart J*. 2006; 151(4): 923-927.

[Monahan KD](#), [Dinenno FA](#), [Seals DR](#), [Clevenger CM](#), [Desouza CA](#), [Tanaka H](#). Age-associated changes in cardiovagal baroreflex sensitivity are related to central arterial compliance. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2001; 281: H284-H289.

Mosca L, Manson JE, Sutherland SE, Langer RD, Manolio T, Barrett-Connor E. Cardiovascular disease in women: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. Writing Group. *Circulation* 1997; 96(7): 2468-2482.

Neves VFC, Silva de Sá MF, Gallo Jr L, Catai AM, Martins LEB, Crescêncio JC et al. Autonomic modulation of heart rate of young and postmenopausal women undergoing estrogen therapy. *Braz J Med Biol Res.* 2007; 40: 491-499.

Neves VFC. Efeito da terapia estrogênica sobre o controle autonômico da frequência cardíaca e a capacidade aeróbia de mulheres saudáveis. [Tese]. São Carlos: UFSCar, 2007.

Ouzounian S, Christin-Maitre, S. What is menopause? *Rev Prat.* 2005; 55: 363-368.

Paffenbarger RS Jr, Hyde RT, Wing AL, Lee IM, Jung DL, Kampert JB. The association of changes in physical-activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. *N Engl J Med* 1993; 328(8): 538-545.

Palatini P. Need for a revision of the normal limits of resting heart rate. *Hypertension.* 1999; 33(2): 622-625.

Parazzini F, Negri E, La Vecchia C. Reproductive and general lifestyle determinants of age at menopause. *Maturitas.* 1992; 15:141-149.

Paschoal MA, Polessi EA, Simioni FC. Avaliação da variabilidade da frequência cardíaca em mulheres climatéricas treinadas e sedentárias. *Arq Brás Cardiol.* 2008; 90 (2): 80-86.

Paterson M, Cunningham DA, Koval JJ, Croix CMST. Aerobic fitness in a population of independently living men and women aged 55-86 years. *Med Sci Sports Exerc.* 1999; 31(12):1813-1820.

Perini R, Fisher N, Veicsteinas A, Pendergast DR. Aerobic training and cardiovascular responses at rest and during exercise in older men and women. *Med Sci Sports Exerc.* 2002; 34(4): 700-708.

[Pikkujämsä SM](#), [Mäkikallio TH](#), [Airaksinen KE](#), [Huikuri HV](#). Determinants and interindividual variation of R-R interval dynamics in healthy middle-aged subjects. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2001, 280: H1400-H1406.

Reland S, Ville NS, Wong S, Gauvrit H, Kervio G, Carré F. Exercise heart rate variability of older women in relation to level of physical activity. *J Geront.* 2003, 58A(7): 585-591.

Ribeiro TF, Azevedo GD, Crescêncio JC, Marães VRFS, Papa V, Catai AM, et al. Heart rate variability under resting conditions in a postmenopausal and young women. *Bras J Med Biol Res.* 2001; 34 (7): 871-877.

Rossi R, Grimaldi T, Origliani G, Fantini G, Coppi F. Modena MG. Menopause and cardiovascular risk. *Pathophysiol Haemost Thromb.* 2002; 32: 325-328.

Sakabe DI, Catai AM, Neves VFC, Oliveira L, Silva de Sá MF, Azevedo GD et al. Análise da modulação autonômica do coração durante condições de repouso em homens de meia idade e mulheres pós-menopausa. *Rev Bras Fisioter.* 2004; 8(1): 89 – 95.

Sakabe DI. Efeitos do treinamento físico sobre a modulação autonômica da frequência cardíaca e a capacidade aeróbia de mulheres pós-menopausa sem o uso e em uso de terapia hormonal. [Tese]. São Paulo: USP; 2007.

Santos MCS, Rebelo ACS, Zuttin RS, César MC, Catai AM, Silva E. Influência do uso de contraceptivos orais nos níveis lipídicos e nas respostas

cardiorrespiratórias de mulheres saudáveis sedentárias. Rev Bras Fisioter. 2007; 12(3): 188-194.

Sato N, Miyake S, Akatsu J, Kumashiro M. Power spectral analysis of heart rate variability in healthy young women during the normal menstrual cycle. Am Psychosom Med. 1995; 57(4): 331-5.

[Schiller BC](#), [Casas YG](#), [Desouza CA](#), [Seals DR](#). Maximal aerobic capacity across age in healthy Hispanic and Caucasian women. J Appl Physiol. 2001; 158: 391-397.

Silva E, Catai AM, Trevelin LC, Guimarães JO, Silva Jr. LP, Silva LMP, et al. Design of a computerized system to evaluate the cardiac function during dynamic exercise. In: World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, Rio de Janeiro, 1994; 409-409 p.

Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Circulation. 1996; 93(5): 1043-1065.

Tebexreni AS, Lima EV, Tambeiro VL, Barros-Neto TL. Protocolos tradicionais em ergometria, suas aplicações práticas “versus” protocolo de rampa. Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo. 2001; 11(3): 519-528.

Toth MJ, Gardner AW, Ades PA, Poehlman ET. Contribution of body composition and physical activity to age-related decline in peak  $VO_2$  in men and women. J Appl Physiol. 1994; 77:163-177.

Ueda M. A 12-week structured education and exercise program improved climacteric symptoms in middle-aged women. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci* 2004; 23(5): 143-148.

Uchoa E. Contribuições da antropologia para uma abordagem das questões relativas à saúde do idoso. *Cad Saúde Públ.* 2003; 3: 849-53.

Vuksanovic V, Gal V. Nonlinear and chaos characteristics of heart period time series: healthy ages and postural change. *Auton Neurosci.* 2005; 121: 94-100.

Walsh RA. Cardiovascular effects of the aging process. *Am J Med.* 1987; 82(1B): 34-40.

Wasserman K, Hansen JE, Sue D, Whipp BJ, Casaburi R. Principles of exercise testing and interpretation. 3ª edição. Philadelphia: Williams & Wilkins, 1999.

Wells CL, Boorman MA, Riggs DM. Effect and age menopausal status on cardiorespiratory fitness in masters women runners. *Med Sci Sports Exerc.* 1992; 24: 1147-1152.

Wilmore JC, Costill DL. Fisiologia do esporte e do exercício. 2ª edição. São Paulo: Manole, 2002.

Woo JS, Derleth C, Stratoon JR, Levy, WC. The influence of age, gender, and training on exercise efficiency. *J of Am Coll of Cardiol.* 2006, 47(5): 1049-1057.

Zhang L, Bai W, Guo J, Zheng S, Zhao J. Effect of hormone replacement therapy on heart rate variability in postmenopausal women. *Chinese Medical.* 2000; 113 (7): 592-597.

## **ANEXO**

Parecer do Comitê de Ética



## **APÊNDICE**

Termo de consentimento formal e esclarecido

