

# ANÁLISE DA MODULAÇÃO AUTONÔMICA DA FREQUÊNCIA CARDÍACA EM HOMENS SEDENTÁRIOS JOVENS E DE MEIA-IDADE

## *Analysis of Autonomic Modulation on Heart Rate in Young and Middle-aged Sedentary Men*

Michel Silva Reis<sup>1</sup>

Marlene Aparecida Moreno<sup>2</sup>

Daniel Iwai Sakabe<sup>3</sup>

Aparecida Maria Catai<sup>4</sup>

Ester da Silva<sup>5</sup>

### Resumo

O objetivo foi avaliar e comparar a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) de homens jovens e de meia-idade. Foram estudados 13 jovens (GJ) com 22±2 anos e 13 homens de meia-idade (GMI) com 54±3,25 anos, saudáveis e sedentários. Em repouso, nas posições supina e sentada, foi realizada, em tempo real, a captação da frequência cardíaca e dos intervalos R-R (ms) do eletrocardiograma, durante 15 min. Os dados foram analisados nos domínios do tempo (DT), pelos índices RMSSD (ms) e pNN50 (%); e da frequência (DF), pelas bandas de baixa (BF) e alta frequências (AF), em unidades normalizadas (un), e a razão BF/AF. O teste *t-Student* foi aplicado com  $p < 0,05$ . Os resultados em mediana na posição supina e sentada dos GJ e GMI foram: RMSSD (ms) 36.84, 29.27 e 21.74, 19.04; pNN50 16.45, 8.67, e 13.0, 1.62; BFun 28, 45.49 e 45.47, 53.23; AFun 71.99, 54.50 e 54.53, 46.77; BF/AF 0.38, 0.83 e 0.83, 1.14, respectivamente. Os dados no DT e DF, na comparação intragrupo, apresentaram diferenças significantes apenas no GJ. Já intergrupos, o GJ apresentou maiores valores do RMSSD, pNN50 e da AFun, enquanto a BFun e BF/AF mostraram-se diminuídas, na postura supina ( $p < 0,05$ ). Na posição sentada, foi observada diferença significativa apenas do RMSSD. Isto sugere que menor VFC observada no GMI pode ser atribuída à atenuação da atividade vagal no nodo sinusal, com o envelhecimento. Já no GJ, maior VFC na posição supina pode estar relacionada ao predomínio parassimpático e aos desvios hidrostáticos do sangue com a mudança postural.

**Palavras-chaves:** variabilidade da frequência cardíaca, repouso, homens jovens, homens de meia-idade.

<sup>1</sup> Fisioterapeuta, bolsista de apoio técnico a pesquisa científica – CNPq. Faculdade de Ciências da Saúde – Curso de Fisioterapia - Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) – Piracicaba, SP.

<sup>2</sup> Fisioterapeuta, doutoranda em Fisioterapia pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), docente do Curso de Fisioterapia da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) – Piracicaba, SP.

<sup>3</sup> Fisioterapeuta, doutorando em Ciências Médicas (Obstetrícia e Ginecologia) pela Universidade de São Paulo (USP) – Ribeirão Preto, SP.

<sup>4</sup> Fisioterapeuta, doutora em Ciências Biológicas (Fisiologia) pela Universidade de Campinas (UNICAMP), docente dos cursos de graduação e pós-graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) – São Carlos, SP.

<sup>5</sup> Fisioterapeuta, doutora em Ciências Biológicas (Fisiologia) pela Universidade de Campinas (UNICAMP), docente dos cursos de graduação e pós-graduação em Fisioterapia da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) – Piracicaba, SP.

Correspondência para: Michel Silva Reis, Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) – Mestrado em Fisioterapia, Rodovia do Açúcar, km 156, Bloco 7, sala 54. CEP: 13.400-911. Piracicaba – SP. Telefone: (16) 9112-9126.

Email: michelsilre@hotmail.com

## Abstract

The purpose was to investigate the heart rate variability (HRV) of young (YM) and middle-aged (MAM) healthy and sedentary men. Thirteen YM,  $22 \pm 2$  years and thirteen MAM,  $54 \pm 3.25$  years, were submitted to a resting ECG in the supine and sitting positions over 15 min, R-R intervals (ms) were calculated on a beat-to-beat basis from the ECG recording in real time. The HRV were analyzed by the time (TD), through RMSSD (ms) and pNN50 (%) indexes; and by the frequency domains (FD), expressed as normalized units (nu) of low (LF) and high frequencies (HF) and the LF/HF ratio. The Student-t test was applied with  $p < 0.05$ . The results in the supine and sitting position for YM and MAM were: RMSSD 36.84, 29.27 e 21.74, 19.04; pNN50 16.45, 8.67, e 13.0, 1.62; LFnu 28, 45.49 e 45.47, 53.23; HFnu 71.99, 54.50 e 54.53, 46.77; LF/HF 0.38, 0.83 e 0.83, 1.14, respectively. The TD and FD analysis, in intra-group compare, only YM presented statistical differ in the postures studied. The inter-group compare, YM showed higher values of RMSSD, pNN50, HFnu and lower of LFnu and LF/HF than MAM in the supine ( $p < 0.05$ ). In the sitting, significant differ only in the RMSSD was observed. In conclusion, the reduction of HRV in MAM, suggest a lower parasympathetic modulation on heart rate with increasing age. In relation to YM, the higher values of HRV in the supine position can be attributed to predominance in parasympathetic modulation and to changes in the blood flow with the postura change.

**Keywords:** heart rate variability, resting conditions, young men, middle-aged men.

## Introdução

O processo natural do envelhecimento leva a um declínio lento e progressivo dos sistemas orgânicos que estão relacionadas às alterações na matriz protéica extracelular, sobretudo do colágeno, responsáveis pelo aumento da rigidez pericárdica, valvar, miocárdica e da parede vascular. Além disso, tem sido referido que ocorre modificação na modulação autonômica da frequência cardíaca que é decorrente das mudanças estruturais e funcionais da sensibilidade dos tecidos, do sistema de condução cardíaca, dos vasos sanguíneos e dos barorreceptores, assim como pela

diminuição do enchimento ventricular, que refletirão na hemodinâmica cardiovascular. (FRANÇA et al., 1996; GREGOIRE et al., 1996; PUGH et al., 2002; UMETANI et al., 2004).

A modulação da frequência cardíaca está na dependência da integração dos componentes simpático e parassimpático, que determinam de maneira variável as oscilações de seus batimentos. Essas oscilações temporais entre duas contrações ventriculares consecutivas correspondem aos intervalos R-R (iR-R) do eletrocardiograma (ECG), que designamos por variabilidade da frequência cardíaca (RIBEIRO et al., 1992, LONGO et al., 1995).

Nesse sentido, a variabilidade da frequência cardíaca pode ser analisada no domínio do tempo pelo índice da raiz quadrada da somatória do quadrado da diferença entre os iRR consecutivos no registro do ECG, dividido pelo número de iRR em um tempo determinado menos um (RMSSD) e pela porcentagem de intervalos RR adjacentes com diferença de duração maior que 50 ms (pNN50) e no domínio da frequência, através da decomposição do espectro de potência em bandas de baixa frequência, entre 0,04 e 0,15 Hz, e alta frequência, entre 0,15 e 0,4 Hz, tem sido considerada como uma importante ferramenta para avaliar a modulação autonômica da frequência cardíaca (ANTILA, 1979, LONGO et al., 1995; TASK FORCE, 1996).

Tem sido referido na literatura que a variabilidade da frequência cardíaca tende a sofrer uma redução com o envelhecimento, e está relacionada com a maior probabilidade da incidência das doenças cardiovasculares que são as principais causas de morte e responsáveis pelos altos gastos em saúde pública (TASK FORCE, 1996; TULPPO et al., 1998; BAUERNSCHIMITT et al., 2003; ANTELMÍ et al. 2004).

Assim, torna-se necessário o estudo da variabilidade da frequência cardíaca, com a finalidade de avaliar as alterações adaptativas do treinamento físico aeróbio regular que ocorrem na modulação autonômica da frequência cardíaca de indivíduos idosos.

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi analisar e comparar a variabilidade da frequência cardíaca na condição de repouso nas posições supina e sentada em homens jovens e de meia-idade.

## Material e Métodos

Foram estudados 26 voluntários do sexo masculino, saudáveis, sedentários (classificação

aeróbia “fraca”, de acordo com a American Heart Association), não fumantes e não usuários de medicamentos, divididos em dois grupos: 13 jovens com idade de  $22 \pm 2$  anos e 13 de meia-idade com  $54 \pm 3,25$  anos.

Os voluntários foram submetidos a anamnese (coleta dos dados pessoais, história clínica atual e pregressa, antecedentes familiares para doenças cardiovasculares, hábitos de vida); exames complementares (triglicerídeos, colesterol total e frações LDL colesterol, HDL colesterol e VLDL colesterol, urina tipo I, ácido úrico, creatinina, uréia, hemograma completo e glicemia); avaliação fisioterapêutica (avaliação postural e de provas musculares) e avaliação clínica e cardiovascular, através do ECG convencional e teste ergométrico máximo, com objetivo de selecionar os voluntários saudáveis.

Os participantes foram esclarecidos sobre a relevância do trabalho, dos procedimentos experimentais e assinaram um termo de consentimento formal, conforme as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa sob o parecer nº 065/2002.

A pesquisa foi realizada em um laboratório no mesmo período do dia (entre 14 h e 18 h), com climatização do ambiente com temperatura entre 22°C e 24°C e umidade relativa do ar entre 53% e 60%. Os voluntários foram familiarizados com o ambiente experimental e com o pessoal envolvido.

Para a véspera e no dia do teste, cada voluntário recebeu as seguintes orientações: evitar consumo de bebidas estimulantes (chá, café, bebidas alcoólicas...), não fumar, não realizar atividade física, realizar refeições leves e ter uma noite de sono adequada (pelo menos 8 horas).

Para a coleta dos dados, os voluntários foram monitorizados na derivação DI modificada com o eletrodo negativo no manúbrio esternal (vermelho), o positivo no quinto espaço intercostal na linha axilar anterior esquerda referente a V5 (amarelo) e o eletrodo neutro no quinto espaço intercostal direito (preto). Os sinais do ECG foram captados a partir do monitor cardíaco de 1 canal (ACTIVE) e processados por meio de um conversor analógico digital Lab. PC+ (National Instruments, CO.), que constitui uma interface entre o monitor cardíaco e o microcomputador. A frequência cardíaca foi obtida e calculada a partir dos iR-R do

ECG que foram registrados utilizando-se um programa de processamento de sinais desenvolvido por Silva et al (1994), em repouso nas posições supina e sentada por 15 minutos. Durante a coleta, os voluntários foram orientados a não falar e não se movimentar.

A variabilidade da frequência cardíaca nas condições de repouso supina e sentada foi analisada no domínio do tempo e da frequência. A análise no domínio do tempo foi realizada a partir dos índices RMSSD dos iR-R em ms (Equação 1) e pNN50 dos iR-R (%). Os dados foram analisados a partir de cálculos matemáticos desenvolvidos no aplicativo “S-plus for Windows 6.1. Professional Edition, MathSoft, Inc (2003)”.

Já na análise no domínio da frequência, inicialmente foi realizada uma inspeção visual da distribuição dos iR-R (ms) no período de 15 minutos de repouso em ambas as posições e selecionavam-se então os trechos com maior estabilidade do sinal.

A análise no domínio da frequência consistiu da aplicação de um modelo matemático auto-regressivo aos dados de frequência cardíaca da série temporal. A ordem do modelo auto-regressivo foi definida pelo critério de Yule-Walker, implementado por meio de algoritmos específicos desenvolvidos para este fim no aplicativo “S-plus for Windows 6.1. Professional Edition, MathSoft, Inc (2003)”.

Por meio da aplicação deste modelo foram identificadas 3 bandas de densidade espectral de potência, a saber: muito baixa frequência, baixa frequência e alta frequência.

Em nosso estudo utilizamos as duas bandas de frequência que melhor representam as atuações dos componentes simpático e vagal sobre o controle da frequência cardíaca, ou seja, banda de baixa frequência (BF), que corresponde à faixa de frequência de 0,04 a 0,15 Hz, atribuída ao balanço simpato-vagal e a banda de alta frequência (AF), que corresponde a faixa de 0,15 a 0,4 Hz, atribuída à atividade vagal (PYETAN et al., 2003).

Estes componentes foram determinados em unidades absolutas, medidas em densidade espectral de potência ( $ms/Hz$ ) e expressos em unidades normalizadas (un), ou seja, BFun e AFun; ainda, tais componentes foram expressos como a razão entre as áreas absolutas de baixa e alta frequência, ou seja, razão BF/AF.

Na análise estatística foram utilizados o teste t de Student pareado para as comparações intragrupos e o teste t de Student não-pareado nas análises intergrupos, com nível de significância estabelecido em  $\alpha=5\%$ . Os dados foram apresentados em valores medianos.

## Resultados

Na Tabela 1, observamos, na comparação entre os grupos na postura supina, que o grupo jovem apresentou maior variabilidade da frequência cardíaca em relação ao grupo de meia-idade, evidenciado pelos valores dos índices RMSSD, pNN50 e da banda AFun, sendo a diferença entre os grupos estatisticamente significativa ( $p<0,05$ ); além disso, a banda BFun e a razão BF/AF estão significativamente ( $p<0,05$ ) diminuídas no grupo jovem em relação ao grupo de meia-idade. Já na posição sentada, existe diferença significativa ( $p<0,05$ ) apenas na comparação realizada no domínio do tempo do índice RMSSD dos iR-R, que é maior no grupo jovem em relação ao grupo de meia-idade.

Pela análise visual da resposta da frequência cardíaca, em batimentos por minuto, captada batimento a batimento e em tempo real, em repouso, nas posições supina e sentada (Figura 1), verifica-se que na posição sentada a frequência cardíaca apresenta maiores valores em relação à posição supina.

Na comparação intragrupos, verifica-se na Tabela 1, pela análise no domínio do tempo, que os dados da posição supina em relação à sentada do grupo jovem apresentaram maiores valores, estatisticamente significantes ( $p<0,05$ ), dos índices RMSSD e pNN50. Na análise no domínio da frequência, observa-se que os dados da banda AF são maiores e os da banda BF e da razão BF/AF menores na posição supina em relação à sentada, sendo a diferença entre as posturas estatisticamente significantes ( $p<0,05$ ). Já no grupo de meia-idade os dados dos índices RMSSD e pNN50 dos iR-R, e os das bandas baixa frequência, alta frequência e da razão BF/AF não apresentaram diferenças significativas ( $p>0,05$ ) entre as posturas estudadas.

## Discussão

A modulação autonômica da frequência cardíaca é, em parte, responsável pela sua variabi-

lidade. Em indivíduos saudáveis, a estimulação dos nervos parassimpáticos está associada com a redução da frequência cardíaca e maior variabilidade da frequência cardíaca, enquanto que a do simpático contribui para o seu aumento associado à diminuição de sua variabilidade (LONGO et al., 1995; TASKE FORCE, 1996).

Alguns autores, em estudos que analisaram e compararam a variabilidade da frequência cardíaca em repouso entre indivíduos jovens e de meia-idade, observaram sua diminuição através da redução dos valores dos índices RMSSD, RMSM e pNN50 nos indivíduos de meia-idade, nas análises realizadas no domínio do tempo (UMETANI et al., 1998; RIBEIRO et al., 2002; ANTELMÍ et al., 2004; MARÃES et al., 2004).

No que se refere à análise realizada no domínio da frequência, os trabalhos mostraram aumento dos valores da banda BF, que reflete a modulação simpática sobre o nodo sinusal, em indivíduos de meia-idade (RIBEIRO et al., 1992; LONGO et al., 1995; TASKE FORCE, 1996; ANTELMÍ et al., 2004).

No presente trabalho, a análise dos índices temporais (RMSSD e pNN50) mostrou que o grupo jovem apresenta maior variabilidade da frequência cardíaca em relação ao grupo de meia-idade, na posição supina. Já na posição sentada, foi observado aumento apenas do índice RMSSD. Isto sugere que o envelhecimento exerce influência sobre a variabilidade da frequência cardíaca, e dessa forma maior probabilidade do indivíduo ser acometido por doenças cardiovasculares.

Neste sentido, trabalhos com os de Stratton et al. (2003) e Antelmi et al. (2004) têm associado a diminuição da variabilidade da frequência cardíaca, no processo de envelhecimento, com a redução da atividade vagal sobre o nodo sinusal. Outros estudos como os de Gregoire et al. (1996), Pugh et al. (2002) e Umetani et al. (2004) referem que a modificação na modulação autonômica da frequência cardíaca, com o envelhecimento, são decorrentes das mudanças estruturais e funcionais da sensibilidade dos tecidos, do sistema de condução cardíaca, dos vasos sanguíneos e dos barorreceptores, assim como pelo aumento da rigidez miocárdica e pela diminuição no enchimento ventricular, que refletirão na hemodinâmica cardiovascular.

Outro fator que influencia a variabilidade da frequência cardíaca é a mudança postural. Na

condição de repouso, ambos sistemas, simpático e parassimpático, estão tonicamente ativos, com predominância dos efeitos da estimulação vagal. Portanto, o estudo da variabilidade da frequência cardíaca em repouso nas posições supina e sentada permite identificar possíveis alterações do balanço simpato-vagal sobre o nodo sinusal (MALLIANI et al., 1991; LONGO et al., 1995; TASK FORCE, 1996; SAKABE et al., 2004).

A mudança postural, da posição supina para sentada, ativa ou passiva, desencadeia ajustes rápidos no sistema cardiovascular em resposta ao desvio hidrostático causado pelo deslocamento do sangue das extremidades superiores para as inferiores, diminuição do débito cardíaco e da pressão arterial, ativação dos receptores arteriais e cardiopulmonares e integração das informações periféricas e centrais (GELBER et al., 2002; ACHORYA et al., 2004).

Siebert et al. (2004), avaliando a modulação do balanço simpato-vagal sobre o nodo sinusal, por meio da análise da variabilidade da frequência cardíaca no domínio da frequência na transição da postura supina para de pé, observaram aumento dos valores da banda BF. Os autores do referido estudo atribuíram o predomínio da ativação simpática à estimulação adrenérgica, ao mecanismo de Frank-Starling e à ativação do sistema renina-angiotensina-aldosterona e de outros neuro-hormônios.

No presente trabalho, observamos que os voluntários jovens apresentavam maior variabilidade da frequência cardíaca na posição supina em relação à posição sentada, com modificação dos valores obtidos nas análises no domínio do tempo e da frequência. Esses resultados estão de acordo com dados encontrados na literatura, reportados por Malliani et al. (1997), Achorya et al. (2004) e Marães et al. (2004), que verificaram maior variabilidade da frequência cardíaca na posição supina comparativamente a posição sentada. No entanto, entre os indivíduos de meia-idade, não foram observadas modificações da variabilidade da frequência cardíaca nas análises realizadas, corroborando com os achados de Sakabe et al. (2004).

Dessa forma, a avaliação da modulação do balanço simpato-vagal sobre o nodo sinusal, em repouso e em diferentes faixas etárias, permite a estratificação de risco de populações para doenças cardiovasculares, possibilitando uma adequada intervenção preventiva e/ou curativa pela Fisioterapia cardiovascular.

## Considerações Finais

Nossos resultados sugerem que a diminuição da variabilidade da frequência cardíaca, observada nos homens de meia-idade em relação aos jovens pode ser atribuída à atenuação da atividade vagal na modulação autonômica da variabilidade da frequência cardíaca, decorrente do processo de envelhecimento. Em relação aos jovens, devido aos desvios hidrostáticos provocados pelo sangue com a mudança postural, a variabilidade da frequência cardíaca é maior na posição supina, pelo predomínio da modulação parassimpática sobre o nodo sinusal, comparativamente à posição sentada.

## Referências Bibliográficas

- ACHARYA U., R.; KANNATHAL, N.; HUA, L. M., et al. Study of heart rate variability signals at sitting and lying postures. **J. Bodywork Mov Therapies**, 2004 (no prelo).
- ANTELM, I.; DE PAULA, R.S.; SHINZATO, A.R.; et al. Influence of age, gender, body mass index, and functional capacity on heart rate variability in a cohort of subjects without heart disease. **Am. J. Cardiol.**, v. 93, p. 381-385, 2004.
- ANTILA, K. Quantitative characterization of heart rate during exercise. **Scand. J. Clin. Lab. Invest.**, v. 80, p. 153-155, 1979.
- BAUERNSCHMITT, R.; MALBERG, H.; WESSEL, N.; et al. Impairment of cardiovascular autonomic control in patients early after cardiac surgery. **Euro. J. Card-thor Sug.**, v. 25, p. 320-326, 2003.
- FRANÇA, C.C.; PASCHOAL, S.M.P.; PINTO, E.T.C.; Atividade física e resposta cardiovascular no idoso. **Rev. Bras. Med.**, v. 53, n. 12, 1996.
- GELBER, D.A.; PFEIFER, M.; DAWSON, B. et al. Cardiovascular autonomic nervous system tests: determination of normative values and effects of confounding variables. **J. Auton. Nerv. Syst.**, v. 62, p. 40-44, 2002.
- GREGOIRE, J.; TUCK, S.; YAMAMOTO, Y. et al. Heart rate variability at rest and exercise of age, gender and physical training. **Can. J. Appl. Physiol.**, v. 21, n. 6, p. 445-470, 1996.

- LONGO, A.; FERREIRA, D.; CORREIA, M.J. Variabilidade da frequência cardíaca. **Rev. Port. Cardiol.**, v. 14, n. 3, p. 241-262, 1995.
- MALLIANI, A.; PAGANI, M.; FURLAN, R. et al. Spectral analysis to assess increased sympathetic tone in arterial hypertension. **Hypertension**, v. 17, p. 36-42, 1991.
- MALLIANI, A.; PAGANI, M.; FURLAN, R. et al. Individual recognition by variability of two different autonomic profiles related to posture. **Circulation**, v. 96, p. 4143-4145, 1997.
- MARÃES, V.R.F.S., SANTOS, M.D.B., CATAI, A.M. et al. Modulação do sistema autônomo na resposta da frequência cardíaca em repouso e à manobra de valsalva com incremento da idade. **Rev. Bras. Fisiot.** v. 8, n. 2, p. 97-103, 2004.
- PUGH, K.G.; WEI, J.Y. Clinical implications of physiological: changes in the aging heart. **Drugs & Aging**, v. 18, n. 4, p. 263-276, 2001.
- PYETAN, E.; TOLEDO, E.; ZORAN, O. et al. Parametric description of cardioac vagal control. **Autonomic neuroscience: basic e clinical**, v. 109, p. 42-52, 2003.
- RIBEIRO, M.P.; BRUM, J.M., FERRARIO, C.M. Análise espectral da frequência cardíaca: conceitos básicos e aplicação clínica. **Arq. Bras. de Cardiol.**, v. 59, n. 2, 1992.
- RIBEIRO, T.F.; AZEREDO, G.D.; CRESCÊNCIO, J.C. et al. Heart rate variability under resting conditions in postmenopausal and young woman. **Braz. J. Med Biol. Res.** v. 35, n. 6, p.741-752, 2002.
- SAKABE, D.I.; CATAI, A.P.; NEVES, V.F.C. et al. Análise da modulação do coração durante condições de repouso em homens de meia-idade e mulheres pós-menopausa. **Rev. Bras. Fisioter.**, v. 8, n. 1, p. 89-95, 2004.
- SIEBERT, J.; DRABIK, P.; LANGO, R. et al. Stroke volume variability and heart rate power spectrum in relation to posture changes in healthy subjects. **Med. Sci. Minit.**, v. 12, n. 2, p. MT31-37, 2004.
- SILVA, E.; CATAI, A.M.; TREVELIN, L.C.; et al. Design of computerized system to evaluate the cardiac function during dynamic exercise. In: ANNALS OF THE WORLD CONGRESS ON MEDICAL PHYSICS AND BIOMEDICAL ENGINEERING, 1., 1994, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: Physics in Medicine and Biology, 1994, p. 409.
- STRATTON, J.R.; LEVY, W.C.; CALDWELL, J.H. et al. Effects of aging on cardiovascular responses to parasympathetic withdrawal. **J.Am.Coll. Cardiol.**, v. 41, p. 2077-2083, 2003.
- Task Force of the European Society of Cardiology of the North American Society of Pacing Electrophysiology. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. **Circulation**, v. 93, p. 1043-1065, 1996.
- TULPPO, M.P.; TIMO, H.; MAKIKALLIO, T.H. et al. Vagal modulation of heart rate during exercise: effects of the age and physical fitness. **Am. J. Physiol.**, v. 274, n. 2, p. H424-H429, 1998.
- UMETANI, K.; SINGER, D.H.; McCARTY, R. et al. Twenty-four hour time domain heart rate variability and heart rate: relations to age and gender over nine decades. **J. Am. Coll. Cardiol.**, v. 31, p. 593-601, 1998.

Recebido em: 04/11/2004  
Aprovado em: 15/01/2005

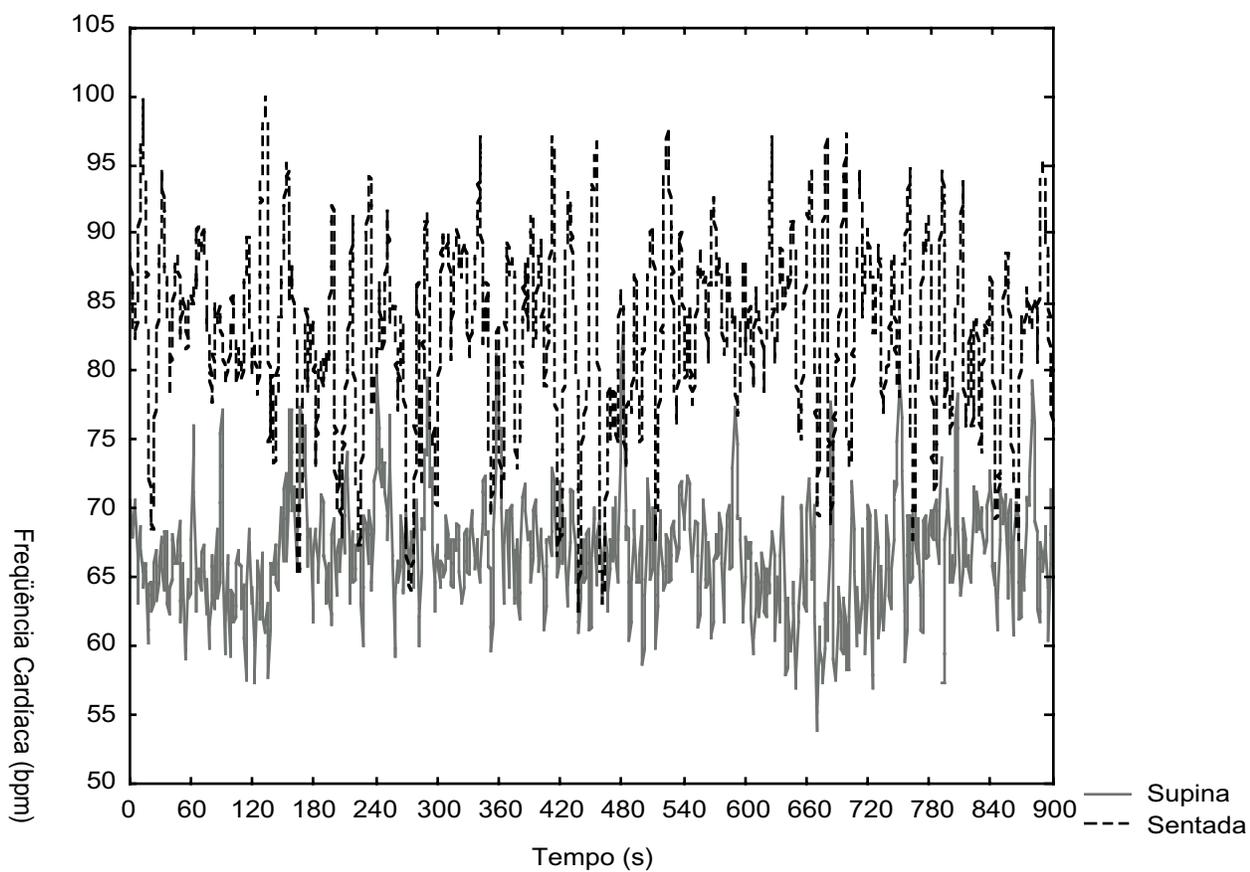
*Tabela 1. Valores das análises realizadas: no domínio do tempo pelos índices RMSSD em ms e pNN50; e no domínio da frequência, pelas bandas de baixa (BF - 0,04 a 0,15 Hz) e alta (AF 0,15 a 0,4 Hz) frequência, expressas em unidades normalizadas (un), dos grupos jovem e de meia-idade estudados, nas posições supina e sentada.*

		Grupo Jovem		Grupo Meia-Idade	
		Supina	Sentada	Supina	Sentada
Domínio do Tempo	RMSSD (ms)	36,84	29,27*	21,74 <sup>†</sup>	19,04 <sup>§</sup>
	pNN50 (%)	16,45	8,67*	13,00 <sup>†</sup>	1,62
	BF (un)	28,00	45,49*	45,47 <sup>†</sup>	53,23
Domínio da Frequência	AF (un)	71,99	54,50*	54,53 <sup>†</sup>	46,77
	BF/AF	0,38	0,83*	0,83 <sup>†</sup>	1,14

\*p<0,05 Grupo jovem: supina X sentada; <sup>†</sup>p<0,05 Grupo jovem X Grupo meia-idade: supina; <sup>§</sup> p<0,05 Grupo jovem X Grupo meia-idade: sentada

### Equação 1

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



*Figura 1. Ilustração da frequência cardíaca obtida por meio da captação dos iR-R do eletrocardiograma, em tempo real, batimento a batimento, em condições de repouso nas posições supina e sentada, durante 900 segundos.*