

Comparação da análise simbólica da variabilidade da frequência cardíaca entre mulheres fisicamente ativas de meia-idade e idosas

Symbolic analysis comparison of heart rate variability in middle-aged and older physically active women

Leone Severino do Nascimento^{3,4}

Amilton da Cruz Santos^{1,3,4}

Aluísio Henrique Rodrigues de Andrade Lima³

Raphael Mendes Ritti-Dias^{2,3}

Maria do Socorro Brasileiro-Santos^{1,3,4}

Resumo

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é reconhecida como importante marcador da integridade do sistema autonômico cardíaco. O processo de envelhecimento promove uma série de alterações na estrutura e função cardiovascular. O objetivo do estudo foi comparar a modulação autonômica cardíaca em mulheres fisicamente ativas de meia-idade e idosas através da análise simbólica da VFC. A amostra foi composta por mulheres fisicamente ativas de meia-idade (entre 40 e 59 anos, n=18) e idosas (≥ de 60 anos, n=12) que tiveram o eletrocardiograma (DII) e a respiração (cinta pneumográfica) registrados durante 5 minutos em posição supina. A VFC foi avaliada pela análise simbólica dos intervalos R-R, que distribuiu estes intervalos em 6 níveis (0 a 5) e agrupou-os em triádes de poder simbólico que foram classificadas em 4 famílias segundo as variações de símbolos presentes na triáde: 0V% (sem variação – associada à modulação simpática), 1V% (uma variação – sem predominâncias), 2V% (duas variações – associada à modulação parassimpática). Na análise estatística utilizou-se o teste de *Mann-Whitney* com $p < 0,05$. Os grupos não apresentaram diferença significativa na média dos intervalos R-R ($p=0,219$), variância total ($p=0,421$), entropia de Shannon ($p=0,138$) e para o padrão 1V% ($p=0,138$). O padrão 0V% ($p=0,010$) foi mais acentuado no grupo de idosas e 2V% ($p=0,009$) foi significativamente superior no grupo de meia-idade. A análise simbólica da VFC indicou que mulheres idosas apresentaram maior modulação simpática e menor modulação parassimpática comparadas às mulheres de meia idade.

Palavras-chave

Sistema Nervoso; Frequência Cardíaca; Meia-Idade; Idoso; Exercício.

Abstract

Heart rate variability (HRV) is recognized as an important marker of cardiac autonomic system integrity. Aging process promotes a series of changes in cardiovascular function and structure. The aim of the study was to compare cardiac autonomic modulation in physically active middle age (between 40 and 59 years, n=18) and older (≥60 years, n=12) women from whom electrocardiogram (DII) and respiration (pneumobelt) were recorded for 5 minutes in supine position. HRV was evaluated by symbolic analysis of RR intervals, that distributed the RR intervals into 6 levels (0-5) and grouped them into sequences of 3 symbols that were classified in four families: 0V% (no variation – associated with sympathetic modulation), 1V% (one variation – no predominance), 2V% (two variation – associated with parasympathetic modulation). Statistical analysis used the Mann-Whitney test, and $p < 0.05$. The groups showed no significant difference in mean RR intervals ($p=0.219$), total variance ($p=0.421$), Shannon entropy ($p=0.138$) and the pattern 1V% ($p=0.138$). The pattern 0V% ($p=0.010$) was more pronounced in the older group and 2V% ($p=0.009$) was significantly higher in the group of middle age. The symbolic analysis of HRV indicates that older women have higher sympathetic modulation and smaller parasympathetic modulation compared to middle-aged women.

Keywords

Nervous System; Heart Rate; Middle Aged; Aged; Exercise.

INTRODUÇÃO

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) consiste na oscilação da duração dos intervalos RR entre os batimentos cardíacos. A análise da VFC é uma importante técnica não-invasiva para avaliar a integridade do sistema autonômico cardíaco¹. A VFC está diretamente relacionada a diversos marcadores fisiológicos como regulações químico e barorreflexa², autorregulação vascular³, regulação nos centros respiratórios e vasomotor⁴, além das regulações pelas aferências simpática e parassimpática⁵. A diminuição da VFC está associada com um pior prognóstico cardiovascular em indivíduos saudáveis⁶, indicando ineficiência do sistema nervoso autonômico. Em contrapartida, a alta VFC é sinal de mecanismos autonômicos eficientes⁷.

A VFC pode ser obtida por métodos lineares e não-lineares¹. Entre os métodos não-lineares estão a análise de flutuações depuradas de tendências, a função de correlação, o expoente de Hurst, a dimensão fractal, o expoente de Lyapunov⁸ e a análise simbólica⁹. Esta última, descrita por Porta et al.¹⁰, vem sendo utilizada em função de algumas características dos mecanismos de regulação cardiovascular apresentarem comportamento não-linear e que, portanto, não são identificados através dos métodos lineares⁹. Além disso, os resultados da análise simbólica permitem inferências similares para aplicabilidade prática da análise da VFC^{11,12}.

O controle autonômico da frequência cardíaca é influenciado por diferentes fatores. Melhores indicadores de VFC são encontrados entre as mulheres quando comparadas aos homens^{9,13,14}, independente da idade¹⁷, provavelmente, mas não exclusivamente, por componentes hormonais^{15,16}. O maior estado de condicionamento físico, com aumento da modulação vagal, é verificado entre as pessoas mais ativas comparadas às sedentárias e/ou pouco ativas¹⁸⁻²⁰. Além disso, sabe-se que indivíduos jovens apresentam melhores indicadores da VFC comparado aos mais idosos^{14,21,22}. Todavia, a maioria dos estudos trazem informações de VFC apenas de idades extremas: jovens e idosos, geralmente sem informações e comparações do período intermediário da vida e por técnicas de análises convencionais.

Desta forma, o objetivo do presente estudo foi comparar os indicadores de VFC entre mulheres de meia-idade e idosas saudáveis e fisicamente ativas utilizando o método não-linear através da análise simbólica.

MATERIAL E MÉTODOS

Considerações Éticas e Caracterização do Estudo

Conforme o que preconiza a resolução 196/96, que trata sobre as pesquisas que envolvem seres humanos, do Conselho Nacional de Saúde, este estudo foi previamente submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Lauro Wanderley da Universidade Federal da Paraíba CEP/HULW/UFPB.

Trata-se de um estudo de corte transversal com amostra composta por 30 mulheres, que foram divididas em dois grupos: mulheres adultas de meia-idade, com idades entre 40 e 59 anos (n=18) e mulheres idosas, acima de 60 anos (n=12). Como critérios de inclusão, as mulheres deveriam ter idade mínima de 40 anos, serem fisicamente ativas, saudáveis, estarem na pós-menopausa, não estar realizando terapia de reposição hormonal, não serem usuárias de bebidas alcoólicas, não apresentarem obesidade, hipo/hipernatremia ou hipo/hipertireoidismo.

Todas as mulheres participantes da amostra praticavam atividades físicas regulares em grupos de exercícios físicos de caminhada e ginástica aeróbica, oferecidos no Departamento de Educação Física da UFPB. As informações sobre o estado de

saúde das voluntárias, incluindo informação sobre ciclo menstrual e menopausa, foram obtidas através de consultas e exames clínicos (resultados verificados nos prontuários, mas não disponibilizados para divulgação na pesquisa) previamente realizados no Hospital Universitário Lauro Wanderley na UFPB.

Protocolo Experimental e Análise dos Dados

Todas as participantes da amostra foram submetidas a um protocolo experimental que consistia no registro do sinal de atividade elétrica cardíaca por um período de 5 minutos na posição supina, além de avaliação antropométrica da estatura e da massa corporal para o cálculo posterior do índice de massa corporal. Todas foram orientadas a não ingerir bebidas e alimentos a base de estimulantes (como cafeína e xantinas) no dia do experimento, não realizar atividades físicas no mesmo período e, além disso, foram orientadas a manter as atividades cotidianas.

No protocolo experimental, realizado no período da manhã entre 8 e 10 horas, as voluntárias chegaram ao laboratório e permaneceram deitadas na maca em posição supina por um período de 10 minutos de repouso absoluto antes do início do registro de sinais. Os eletrodos para realização do eletrocardiograma e a cinta respiratória para a pneumografia foram posicionadas no tórax. Para aquisição do sinal de frequência cardíaca foram colocados três eletrodos nas posições bipolares, derivação DII. O sinal de respiração foi obtido com uma cinta respiratória pneumográfica (pneumotrace II, Morro Bay, Califórnia, EUA)²², contendo sensores bilaterais que captam o sinal respiratório através da distensibilidade torácica, proveniente do padrão respiratório. Em tempo real, ambos os sinais foram coletados numa frequência de 500 hertz e armazenados em um computador no programa WINDAQ (DATAQ Instruments DI-200 Acquisition, Akron, Ohio, EUA).

Cada batimento cardíaco foi identificado através do software WINDAQ/DATAQ, que detecta automaticamente os intervalos R-R da onda do eletrocardiograma e da onda da frequência respiratória a cada batimento. Após a leitura automática foi realizada uma verificação por inspeção visual, para identificar e/ou corrigir possíveis marcações incorretas. Em seguida, foi gerada a série temporal do intervalo de pulso cardíaco (tacograma). O sinal de respiração foi utilizado para retirar distorções indesejadas no sinal de eletrocardiograma, numa fase prévia à construção do tacograma, visto que, a frequência respiratória é um importante modulador do controle autônomo cardiovascular em humanos²³.

A VFC foi avaliada a partir da análise simbólica da série dos intervalos R-R^{10,12,24}, que classificou os intervalos RR em 6 níveis (0 a 5) e agrupou-os em sequências de 3 símbolos (tríades). Essas tríades foram classificadas em 4 famílias: a) 0V% – padrão sem variação (3 símbolos iguais), que indica associação à modulação simpática; b) 1V% – padrão com uma variação (2 símbolos iguais e um subsequente diferente), que não indica associação à modulação simpática e parassimpática; c) 2LV% – padrão com duas variações iguais (3 símbolos formam rampas ascendentes ou descendentes) e 2UV%, padrão com duas variações diferentes (3 símbolos formam picos ou vales). Os resultados dos padrões 2LV% e 2UV% foram somados e apresentados como 2V% como realizado por Guzzetti e colaboradores²⁴, o que indica associação à modulação parassimpática. A variância total foi avaliada pelo método no domínio do tempo. A medida de entropia de Shannon, que indica a complexidade e/ou desordem das distribuições das informações da VFC também foi analisada. Para análise simbólica foi utilizado o *software* SYMBOLIC ANALYSIS (*fast version*), desenvolvido no Departamento de Ciências Pré-Clínica da Università Di Milano, Itália.

Análise Estatística

Foram utilizados os testes de Shapiro-Wilk e Levene, para análise da normalidade e homogeneidade de variância dos dados, respectivamente. Os dados não atenderam aos pressupostos da estatística paramétrica e por isso optou-se pelo teste inferencial não paramétrico de Mann-Whitney para comparação das variáveis antropométricas e variáveis do controle autonômico cardíaco entre as mulheres de meia idade e idosas. A relação da variável “idade” com as variáveis da análise simbólica foi testada através da correlação de *Spearman*. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

A tabela 1 mostra as características antropométricas do grupo de meia-idade (GMI) e grupo de idosas (GI). Foram observadas diferenças significantes entre os grupos nas variáveis massa corporal ($p=0,007$) e estatura ($p=0,043$).

Tabela 1 – Características antropométricas das mulheres de meia-idade (GMI) e idosas (GI) fisicamente ativas.

	GMI (n=18)	GI (n=12)	P
Idade, anos	54,1 (53,8~54,6)	68,9 (64,3~72,0)	<0,001*
Massa Corporal, kg	60,4 (60,0~60,5)	56,8 (52,8~59,4)	0,007*
Estatura, m	1,55 (1,54~1,56)	1,51 (1,49~1,54)	0,043*
IMC, kg/m ²	25,1 (25,0~25,3)	24,6 (23,6~26,3)	0,300

Dados apresentados em mediana e amplitude interquartil. *Diferença estatisticamente significativa.

A tabela 2 apresenta os dados referentes à medida de controle autonômico cardíaco avaliado pela análise simbólica. Os grupos não apresentaram diferença significativa nos intervalos R-R, variância total, entropia de Shannon e para a família de padrão 1V%. No entanto, as mulheres idosas apresentaram maior frequência do padrão 0V%, enquanto o grupo de meia-idade apresentou maior frequência do padrão 2V%.

Tabela 2 – Análise simbólica da série do intervalo R-R obtidas nas mulheres de meia-idade (GMI) e idosas (GI) fisicamente ativas.

	GMI (n=18)	GI (n=12)	P
Média R-R, ms	1030 (966~1140)	1085 (1025~1288)	0,219
Variância, ms ²	1580 (895~2677)	1990 (963~5298)	0,421
Entropia de Shannon	3,6 (3,5~3,8)	3,8 (2,8~3,7)	0,138
0V%	13,5 (7,4~22,5)	28,7 (19,6~45,0)	0,010*
1V%	49,0 (43,6~52,1)	45,0 (36,6~50,5)	0,138
2V%	36,5 (30,2~42,7)	23,3 (14,8~32,2)	0,009*

Dados apresentados em mediana e amplitude interquartil. *Diferença estatisticamente significativa.

O teste de *Spearman* (ρ) demonstrou correlação positiva e significativa entre idade e o padrão 0V% ($\rho=0,448$; $p=0,013$), bem como, correlação negativa e estatisticamente significativa entre idade e o padrão 2V% ($\rho=-0,467$; $p=0,009$).

DISCUSSÃO

O presente estudo comparou a modulação autonômica cardíaca através da análise simbólica da VFC entre mulheres fisicamente ativas de meia-idade e idosas. Os

resultados encontrados apontam para uma menor VFC nas idosas, evidenciada pelo aumento da modulação simpática e diminuição da modulação parassimpática cardíaca comparadas às mulheres de meia-idade.

Estudos anteriores tem buscado analisar o impacto do envelhecimento na regulação autonômica cardíaca de indivíduos jovens e idosos utilizando análises lineares no domínio do tempo ou no domínio da frequência^{14,21,22,25}. Paschoal e colaboradores²⁵ analisaram a VFC no domínio do tempo e da frequência com uma amostra de homens e mulheres saudáveis de diferentes faixas etárias, com idades entre 20 e 60 anos, e verificaram menor VFC no grupo de maior idade (51 a 60 anos) em comparação com os outros grupos. Além disso, Ribeiro e colaboradores²², utilizando a análise no domínio do tempo, compararam a modulação autonômica cardíaca entre mulheres jovens e menopausadas e observaram menores valores de modulação parassimpática em mulheres menopausadas, demonstrando mais uma vez o processo de modificação da modulação autonômica com a idade. Os resultados dos estudos que analisaram a VFC no domínio do tempo são similares aos observados no presente estudo com a análise simbólica. O que sugere que a análise simbólica fornece resultados similares às técnicas de análise da VFC já consagradas na literatura¹.

Da mesma forma que no presente estudo, Takahashi e colaboradores²⁶ utilizaram a análise simbólica da VFC em 44 sujeitos saudáveis divididos em grupos de jovens (20 a 30 anos) e idosos (60 a 70 anos). Os resultados evidenciaram que indivíduos idosos apresentam maior modulação simpática, refletida pela família 0V% comparados aos jovens, que por sua vez apresentam predominância da família 2LV% e 2UV% que refletem o maior controle parassimpático comparados aos idosos. Analisando em conjunto, as evidências desses estudos sugerem que a faixa etária parece influenciar na VFC, de forma que a maior modulação simpática cardíaca e menor modulação parassimpática cardíacas são observadas entre as idosas.

O aumento da modulação simpática e a conseqüente diminuição da VFC como foram observados nesse estudo através da predominância do padrão 0V%, estão associados com o pior prognóstico cardiovascular⁷ para as mulheres idosas; enquanto que, a maior modulação parassimpática entre as mulheres de meia-idade, identificada através da predominância do padrão 2V% é indicativo de mecanismos de regulação autonômica mais preservados²⁷. O aumento da modulação simpática entre mulheres idosas, mas também entre homens idosos, é evidenciado em outros trabalhos e tal diferença vem sendo diretamente relacionada à diminuição da modulação parassimpática^{15,17,22,25}. A acentuada modulação simpática evidenciada na análise simbólica no presente estudo não se refletiu na variância total dos intervalos RR, o que pode ser explicado no aspecto clínico das participantes (saudáveis), uma vez que a função e estrutura cardíacas estão preservadas. Portanto, nossos resultados sugerem que a análise simbólica parece ser um método de avaliação da VFC mais sensível para perceber os ajustes dos disparos dos ramos simpático e parassimpático em relação à análise linear de VFC, a variância total, usado no nosso estudo.

A entropia de Shannon diz respeito à complexidade da distribuição das informações, das quais derivam os padrões seriais da análise simbólica. O cálculo dos índices de complexidade é importante porque pode revelar situações patológicas, indicando perda de interação entre sistemas e subsistemas, ação de um sistema sobre outro, redução dos mecanismos de regulação, e ainda, função deprimida em órgãos¹¹. Entretanto, não foi possível identificar resultados significativamente diferentes entre os grupos na entropia de Shannon, sugerindo uma homogeneidade na distribuição dos padrões da VFC, tanto em mulheres de meia-idade, quanto idosas.

O presente estudo é precursor na avaliação do comportamento da modulação autonômica cardíaca em mulheres de meia-idade e idosas fisicamente ativas, sem história prévia de doença. Adicionalmente, foi utilizada uma ferramenta inovadora de avaliação do controle autonômico cardiovascular. Dois estudos na literatura trataram sobre o comportamento autonômico cardíaco e a idade. Antelmi e colaboradores¹⁷ verificaram a influência da idade (categorizada em 6 níveis) sobre a VFC no método de domínios do tempo e da frequência em ambos os gêneros com diferentes níveis de condicionamentos físicos. Seus resultados mostram que tanto a modulação parassimpática quanto a simpática diminuiu significativamente até a quarta década de vida, mas que não foram encontradas diferenças entre a faixa etária de meia-idade/intermediária e idosos. Já o estudo de Takahashi e colaboradores²⁶, apesar de verificar diferença significativa nos grupos de jovens e idosos com uso da análise simbólica, não avaliou a modulação autonômica cardíaca em faixas etárias intermediárias (meia-idade).

O estudo apresenta limitações como a conveniência de seleção da amostra; o não pareamento dos grupos por massa corporal e estatura, apesar de terem índice de massa corporal similares, e pareamento por condicionamento físico já que a rotina de atividades foi apenas relatada; além disso, por se tratar de um estudo de corte transversal, não é possível atribuir, exclusivamente, ao envelhecimento a causa da menor VFC. Vale salientar ainda, que nesse estudo não foram realizadas análises em grupos de mulheres jovens, entretanto, as diferenças de VFC entre jovens e idosos parecem bem fundamentadas na literatura.

A análise simbólica identificou, nesse estudo, resultados similares aos encontrados em estudos com análises lineares. Desta forma, sua aplicabilidade clínica da análise da VFC pode ser considerada a mesma: avaliação do sistema nervoso autônomo e predição do funcionamento do organismo, tanto em condições normais quanto patológicas^{8,11}. Está evidenciado que mulheres e homens têm modulação autonômica cardíaca diferenciada em todos os períodos da vida¹⁷, logo os resultados, aqui encontrados, se reportam ao gênero feminino. Além disso, mulheres em uso de medicamento de reposição hormonal parecem ter melhorada modulação vagal¹⁵, logo, os resultados se aplicam as que não fazem terapia de reposição hormonal.

No presente estudo, encontramos resultados que corroboram com os achados de outras pesquisas realizadas com mulheres idosas. Desta forma, além de reafirmar os achados pela análise simbólica, este estudo sugere que em mulheres menopausadas e fisicamente ativas, a idade é um dos fatores relacionados ao processo de modificação do controle autonômico cardíaco.

REFERÊNCIAS

1. 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. *Eur Heart J*. 1996;17:354-81.
2. Guyton AC, Harris JW. Pressoreceptor-Autonomic Oscillation: A Robable Cause of Vasomotor Waves. *Am J Physiol*. 1951;165:158-66.
3. Meyer JU, Lindbom L, Intaglietta M. Coordinated Diameter Oscillations at Arteriolar Bifurcations in Skeletal Muscle. *Am J Physiol*. 1987;253:H568-73.
4. Feldman JL, Smith JC, Ellenberger HH, et al. Neurogenesis of Respiratory Rhythm and Pattern: Emerging Concepts. *Am J Physiol*. 1990;259:R879-86.
5. Malliani A. Principles of Cardiovascular Neural Regulation in Health and Disease. Norwell: Kluwer Academic; 2000.
6. Tsuji H, Larson MG, Venditti FJ, Jr, et al. Impact of Reduced Heart Rate Variability on Risk for Cardiac Events. The Framingham Heart Study. *Circulation*. 1996;94:2850-5.

7. Pumpura J, Howorka K, Groves D, et al. Functional Assessment of Heart Rate Variability: Physiological Basis and Practical Applications. *Int J Cardiol.* 2002;84:1-14.
8. Vanderlei LCM, Pastre CM, Hoshi RA, et al. Noções Básicas de Variabilidade da Frequência Cardíaca e sua Aplicabilidade Clínica. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2009;24:205-17.
9. Perseguini NA. Análise Espectral e Simbólica da Modulação Autonômica Cardíaca em Repouso e em Resposta à Mudança Corporal de Idosos Saudáveis: Comparação entre Gêneros [Dissertação]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos; 2010.
10. Porta A, Guzzetti S, Montano N, et al. Entropy, Entropy Rate, and Pattern Classification as Tools to Typify Complexity in Short Heart Period Variability Series. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2001;48:1282-91.
11. Porta A, Di Rienzo M, Wessel N, Kurths J. Addressing the Complexity of Cardiovascular Regulation. *Philos Transact A Math Phys Eng Sci.* 2009;367:1215-8.
12. Porta A, Tobaldini E, Guzzetti S, et al. Assessment of Cardiac Autonomic Modulation During Graded Head-up Tilt by Symbolic Analysis of Heart Rate Variability. *Am J Physiol, Heart Circ Physiol.* 2007;293.
13. Neves VF, Perpétuo NM, Sakabe DI, et al. Análise dos Índices Espectrais da Variabilidade da Frequência Cardíaca em Homens de Meia Idade e Mulheres na Pós-Menopausa. *Rev Bras Fisioter.* 2006;10:401-6.
14. Zhang J. Effect of Age and Sex on Heart Rate Variability in Healthy Subjects. *J Manip Physiol Ther.* 2007;30:374-9.
15. Neves VFC, Silva de Sá MF, Gallo Jr. L, et al. Autonomic Modulation of Heart Rate of Young and Postmenopausal Women Undergoing Estrogen Therapy. *Braz J Med Biol Res.* 2007;40:491-9.
16. Mendes RG, Pantoni CBF, Barreto Martins LE, et al. Avaliação da Modulação Autonômica Cardíaca de mulheres e Homens Idosos. *Suplemento da Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo.* 2006;16:18-23.
17. Antelmi I, de Paula RS, Shinzato AR, 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.* 2004;93:381-5.
18. Davy KP, Miniclier NL, Taylor JA, et al. Elevated Heart Rate Variability in Physically Active Postmenopausal Women: A Cardioprotective Effect? *Am J Physiol.* 1996;271:H455-60.
19. Melo RC, Santos MD, Silva E, et al. Effects of Age and Physical Activity on the Autonomic Control of Heart Rate in Healthy Men. *Braz J Med Biol Res.* 2005;38:1331-8.
20. Oliveira AS, Santos AC, Brasileiro-Santos MS. Effects of Physical Activity on Cardiac Autonomic Modulation in the Elderly: Systematic Review. *ConScientiae Saúde.* 2011;10:380-6.
21. Kuo TB, Lin T, Yang CC, et al. Effect of Aging on Gender Differences in Neural Control of Heart Rate. *Am J Physiol.* 1999;277:H2233-9.
22. Ribeiro TF, Azevedo GD, Crescencio JC, et al. Heart Rate Variability Under Resting Conditions in Postmenopausal and Young Women. *Braz J Med Biol Res.* 2001;34:871-7.
23. Hirsch JA, Bishop B. Respiratory Sinus Arrhythmia in Humans: How Breathing Pattern Modulates Heart Rate. *Am J Physiol.* 1981;241:H620-9.
24. Guzzetti S, Borroni E, Garbelli PE, et al. Symbolic Dynamics of Heart Rate Variability: A Probe to Investigate Cardiac Autonomic Modulation. *Circulation.* 2005;112:465-70.
25. Paschoal MA, Volanti VM, Pires CS, Fernandes FC. Variabilidade da Frequência Cardíaca em Diferentes Faixas Etárias. *Rev Bras Fisioter.* 2006;10:413-9.
26. Takahashi AC, Porta A, Melo RC, et al. Aging Reduces Complexity of Heart Rate Variability Assessed by Conditional Entropy and Symbolic Analysis. *Intern Emerg Med.* 2011.
27. Brunetto AF, Silva BM, Roseguini BT, et al. Limiar Ventilatório e Variabilidade da Frequência Cardíaca em Adolescentes. *Rev Bras Med Esporte.* 2005;11:22-7.

Endereço para Correspondência
Maria do Socorro Brasileiro-Santos
Universidade Federal da Paraíba, Laboratório de Estudos do Treinamento Físico Aplicado à Saúde do Departamento de Educação Física, Cidade Universitária - João Pessoa - PB - Brasil CEP - 58051-900 Fone/Fax: 5583 3216 7212 Email: sbrasileiro@pq.cnpq.br

Recebido 14/02/2013
Revisado 25/03/2013
Aprovado 30/04/2013