

# ESTUDO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA EM IDOSOS SEDENTÁRIOS E TREINADOS, ATRAVÉS DA TRANSFORMADA WAVELET.

*Delfino, M. M.<sup>1</sup>, Conceição, K. M. G. S.<sup>2</sup>, Martins, R.A.<sup>3</sup>, Freitas, T.H.<sup>4</sup>, Kawaguchi, L.Y.A.<sup>5</sup>, Osorio R. A. L.<sup>6</sup>*

<sup>1</sup> UNIVAP/ IP&D, marta@univap.br

<sup>2</sup> UNIVAP/IP&D, kmsimoes@univap.br

<sup>3</sup> UNIVAP/IP&D, ronildomartins@ig.com.br

<sup>4</sup> UNIVAP/IP&D, tishelena@univap.br

<sup>5</sup> UNIVAP/IP&D, leandrok@univap.br

<sup>6</sup> UNIVAP/IP&D, ralo@univap.br

**Resumo-** O estudo da Variabilidade da Frequência Cardíaca (HRV) é um método não invasivo muito utilizado na avaliação do equilíbrio do sistema nervoso simpático e parassimpático. A atividade física está associada às mudanças hemodinâmicas e altera as condições de carga do coração. O sedentarismo, que tende a acompanhar o envelhecimento, é um importante fator de risco para as doenças cardiovasculares. O objetivo deste estudo é comparar a relação dos sistemas simpático e parassimpático de indivíduos treinados e sedentários, durante um teste de caminhada, através da Transformada em Ondeletas. O estudo foi realizado com 12 indivíduos na faixa etária de 50 a 70 anos, divididos em grupos de sedentários e treinados. Na análise dos resultados pode-se notar a diferença do predomínio parassimpático dos indivíduos treinados e sedentários, sendo possível verificar a influência da atividade física no ANS. Com base nos resultados, a Transformada Wavelet mostrou-se uma ferramenta prática e eficaz para análise tempo-frequencial da HRV.

**Palavras-chave:** Variabilidade da Frequência Cardíaca, Sedentarismo, Envelhecimento, Treinamento Físico, Transformada Wavelet.

**Área do Conhecimento:** Ciências da Saúde

## Introdução

O estudo da Variabilidade da Frequência Cardíaca (HRV) é um método não invasivo muito utilizado na avaliação do equilíbrio do sistema nervoso autônomo (ANS) (REBELO, 1997). A HRV pode ser designada por variações na duração dos intervalos RR, que ocorrem na dependência da atividade dos sistemas nervosos simpático e parassimpático; e seu estudo vem sendo utilizado para reconhecer e caracterizar patologias que afetam o controle autonômico do coração (LONGO, 1995). Nos últimos 20 anos têm se verificado através de pesquisas uma forte relação entre o sistema nervoso autônomo e mortalidade cardiovascular, tornando-se, portanto alvo de muitos pesquisadores. A HRV permite análises aprofundadas neste mecanismo de controle. Ele pode ser facilmente determinado através de registros eletrocardiográfico (ECG), resultando em séries de tempo (intervalos RR) que são geralmente analisadas em domínios de tempo e frequência. (AUBERT, 2003).

A prática do exercício físico regular representa um importante fator para reduzir

índices de mortalidade cardiovascular. As respostas cardiovasculares a atividade física dependem do tipo e da intensidade do exercício. (AUBERT, 2003). Além de combater o sedentarismo, o exercício físico também contribui de maneira significativa para a manutenção da aptidão física, principalmente no idoso. O sedentarismo, que tende a acompanhar o envelhecimento, é um importante fator de risco para as doenças crônico-degenerativas (ALVES, et al, 2004). O processo de envelhecimento parece associar-se a modificações desfavoráveis na forma de andar, no aumento do tempo necessário para se percorrer uma certa distância, na necessidade de se utilizar apoio para o deslocamento. Parece existir, portanto, uma relação entre a manutenção da capacidade de marcha e o nível de independência funcional das pessoas idosas (FARINATTI, P.T.V; LOPES, LNC, 2004).

A Transformada Wavelet trata-se de uma ferramenta matemática desenvolvida para o processamento de sinais não-estacionários (TORRENCE & COMPO, 1998). Tem sido aplicada nas mais diversas áreas do

conhecimento, desde estudos sobre turbulência atmosférica, processamento de sinais biológicos e até sistemas hidrológicos. O uso desta ferramenta se faz necessário devido ao fato de que as séries-temporais tomadas de qualquer sistema físico possuem características não-estacionárias (BOLZAN, 2004).

O objetivo do presente estudo é comparar a relação dos sistemas simpáticos e parassimpáticos de indivíduos treinados e sedentários, durante um teste de caminhada, através da Transformada em Ondeletras.

## **Materiais e Métodos**

Como sujeitos da pesquisa, foram selecionados 12 indivíduos, na faixa etária de 50 a 70 anos, divididos em dois grupos, sendo 6 treinados e 6 sedentários. O teste de caminhada na esteira rolante foi realizado no laboratório de Biodinâmica, da clínica de Fisioterapia da Univap, localizada no bloco Sete, em todos os sujeitos da pesquisa. Durante o teste os pacientes foram monitorados através do eletrocardiograma para registro do sinal elétrico.

O presente protocolo de pesquisa foi submetido à revisão ética pelo "Comitê de Ética em Pesquisa – CEP" da UNIVAP nº H019/2006/CEP. Para a realização dos procedimentos foi exigido o "Termo de Consentimento Livre e Esclarecido" de todos os sujeitos participantes do protocolo de investigação.

Para realização da pesquisa foram utilizados os seguintes materiais:

- Sistema Gaitway Instrumented Treadmill, composto por uma esteira rolante TROTTER 685, com duas plataformas de força piezoelétricas Kistler;

- Eletrocardiógrafo digital acoplado a um Laptop, com Software DATAQ;

- Software MATLAB 6.1

- Etiquetas adesivas para fixação dos eletrodos;

- Álcool para limpeza do local onde serão colocados os eletrodos;

- Giletes descartáveis para fazer a tricotomia local;

- Lenços de papel;

Os critérios de inclusão como requisito para compor o grupo foram:

- Os sujeitos deveriam apresentar-se na faixa etária de 50-70 anos;

- Ser saudável e estar apto a participar do estudo;

- Sem distinção de sexo, raça e credo.

- Ser ativo e independente.

Foram adotados como critério de exclusão os seguintes itens:

- Sujeitos portadores de Labirintite;

- Sujeitos que apresentem lesões osteomusculares e/ou neurotendíneas;

- Sujeitos com qualquer tipo de lesão nos MMII e/ou alguma doença ou seqüela neurológica, cardíaca ou ortopédica relevante (que pudesse influenciar na coleta dos dados ou prejudicar o voluntário).

## **Protocolo Experimental do Exame**

No local do exame, inicialmente foi aferida a pressão arterial (PA) dos respectivos pacientes, em seguida foi feita a colocação dos eletrodos do ECG para monitoramento cardíaco, sendo que o sistema de registro eletrocardiográfico escolhido durante o teste foi a Derivação MC5, segundo o Conselho Nacional de Ergometria (1995).

Foi acoplado o colete de segurança no mesmo que se dirigiu para esteira. Já posicionado, foi iniciada a caminhada de 660 segundos em plano horizontal.

A interpretação e tratamento dos intervalos RR no domínio da frequência, foi realizado através do software Matlab 6.1.

Para realizar o tratamento matemático dos dados foi utilizada a Transformada Wavelet, Contínua (CWT), utilizando a função Morlet, que trata-se de uma ferramenta matemática desenvolvida para o processamento de sinais. A CWT é obtida deslocando a wavelet mãe no tempo, e variando sua escala a cada instante no tempo, de modo a separar os diferentes níveis de detalhe do sinal, varrendo toda a faixa de frequência deste sinal. Para obter o escalograma, se eleva ao quadrado o módulo do resultado da CWT (CARVALHO, 2003).

## **Resultados**

A Transformada em Ondeletras propicia uma alternativa matemática para o estudo da Variabilidade da Frequência Cardíaca através do escalograma, que apresenta seus resultados através das diferentes tonalidades das cores, representando diferentes níveis de gasto de energia. Nesta visualização gráfica de uma série-temporal, o eixo y é dedicado a escala de frequência, o eixo x é dedicado à escala de tempo, e por fim, um terceiro eixo dedicado à intensidade de energia (comumente representado por cores em um diagrama).

A figura 1b representa o escalograma de um indivíduo sedentário durante o teste de caminhada em plano horizontal. Pode-se observar a atividade do sistema nervoso simpático, representado pela

faixa de frequência de 0,04 à 0,15 e do sistema nervoso parassimpático, com a faixa de 0,15 à 0,4. Nota-se o predomínio do sistema nervoso simpático durante toda a caminhada, com variações de picos de gasto energético relacionado com o condicionamento físico do indivíduo. A figura 1c representa o espectro de ondeleta global, ou GWS, através deste, pode-se observar um predomínio simpático, atingindo 0.8 da escala de energia, enquanto o parassimpático atingiu apenas 0.1.

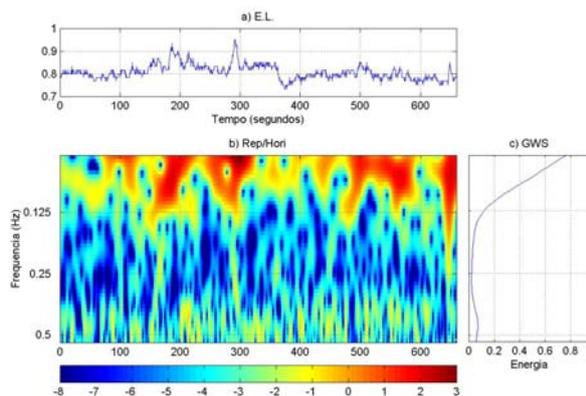


Figura 1: (1a) registro elétrico do iRR; (1b) escalograma do sinal eletrocardiográfico do indivíduo sedentário; (1c) GWS (*Global Wavelet Spectrum*).

A figura 2b representa o escalograma de um indivíduo treinado durante o teste de caminhada. Pode-se observar que a atividade do sistema nervoso simpático predomina durante todo o teste. Na figura 2c a atividade simpática atingiu 0.1 do gráfico GWS, enquanto a atividade vagal foi muito baixa que não chegou a ser registrada.

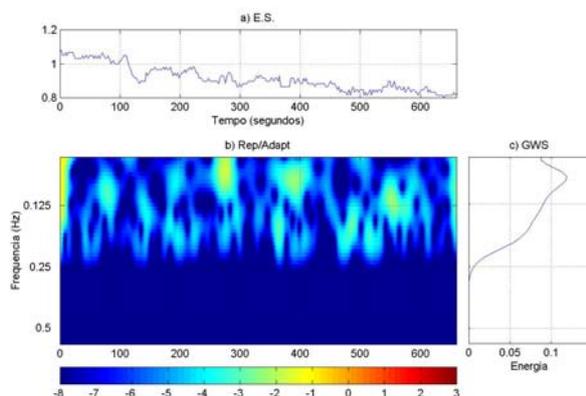


Figura 2: (2a) registro elétrico do iRR; (2b) escalograma do sinal eletrocardiográfico do indivíduo treinado; (2c) GWS (*Global Wavelet Spectrum*).

## Discussão

O presente estudo realizado com indivíduos idosos treinados e sedentários, utilizou a transformada wavelet para identificar a atuação do ANS durante o teste de caminhada, possibilitando a análise da HRV através do ECG.

Dados experimentais mostraram que a atividade vagal previne a fibrilação ventricular advinda de isquemia induzida depois do exercício (VANOLI et al., 1991; SCHWARTZ; BILLMAN; STONE, 1984). Portanto, a prática regular de exercício físico promove a proteção antecipatória contra mortes repentinas pelo melhoramento da função vago cardiovascular (HULL et al., 1994). Pode-se verificar em nossos resultados, que a atividade física altera o funcionamento do ANS, aumentando a atuação do parassimpático, deixando o indivíduo mais condicionado a determinado esforço, diminuindo seu gasto energético.

De acordo com Whitaker (2006) o sistema parassimpático apresenta uma influência marcante durante o repouso, e o sistema simpático atua com mais influência durante exercícios, onde há elevação da frequência cardíaca.

Os resultados obtidos no estudo apontaram uma forte influência do sistema nervoso simpático durante a atividade física (caminhada) em ambos os grupos, porém a intensidade desta atividade foi diferente entre os dois grupos. Verifica-se através do GWS, que o indivíduo sedentário apresentou uma influência simpática de 0.8 de acordo com a escala energética, enquanto que o indivíduo treinado apresentou uma atuação simpática de 0.1.

É interessante notar que o valor obtido na atuação do sistema nervoso parassimpático do indivíduo sedentário é muito próximo do valor do sistema nervoso simpático do indivíduo treinado comprovando a hipótese de que o treinamento físico diminui a atividade simpática.

Deste modo, o sistema simpático estimula as ações corporais que são necessárias durante uma situação emergencial ou estressante, considerando o exercício físico uma forma positiva de estresse (FOSS; KETEYIAN, 2000).

Conforme observado, o sistema nervoso parassimpático apresenta maior influência durante o teste do indivíduo sedentário, pois este atua retraindo o sistema nervoso simpático que apresenta um maior predomínio. Já no indivíduo treinado, como o sistema nervoso simpático apresenta uma atuação mais sutil, o sistema nervoso parassimpático não chegou a ser registrado no gráfico devido sua baixa intensidade de energia.

A maior deficiência do escalograma é sua difícil visualização, com pouca clareza na banda correspondente à atividade parassimpática, devido a sua baixa frequência (CARVALHO, 2003).

## Conclusão

Este estudo permitiu concluir que a atividade física exerce uma notável influência sobre o ANS, aumentando a atuação do sistema nervoso parassimpático como observado no indivíduo treinado, possibilitando um melhor condicionamento físico.

Conclui-se também que na ausência da prática de atividade física, há uma elevada influência tanto do sistema nervoso simpático quanto do parassimpático, constatando um fator de risco, principalmente em indivíduos na faixa etária de 50 a 70 anos.

A Transformada Wavelet mostrou-se uma ferramenta prática e eficaz para análise tempo-frequencial da HRV.

Com isso conclui-se que os critérios estudados mostraram-se compatíveis com a literatura.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Professor Doutor Maurício Bolzan, que contribuiu muito para a realização deste trabalho.

## Referências

- ALVES, R.V. et al. Aptidão física relacionada à saúde de idosos: influência da hidroginástica. **Rev Bras Med Esporte**. v.10, n.1, Jan/Fev, 2004.
- AUBERT, A. E.; SEPS B.; BECKERS F. Heart rate Variability in athletes. **Sports Med.**, v.33, n.12, p.889-919, 2003.
- BOLZAN, M. J. A. (2004) Análise da transformada em ondeletas aplicada em sinal geofísico, **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 1, p. 37 41.
- CARVALHO, J.L. A Ferramenta para análise tempo-frequencial da Variabilidade da Frequência Cardíaca. 2003. Dissertação (Mestrado Faculdade de Tecnologia), Universidade de Brasília.
- FARINATTI, P.T.V; LOPES, LNC. Amplitude e cadência do passo e componentes da aptidão muscular em idosos: um estudo correlacional multivariado. **Rev. Bras. Med. Esporte**. V.10, n.5, Set/Out, 2004.
- FOSS, M. L.; KETEYIAN S. J. **Bases fisiológicas do exercício e do esporte**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
- HULL, S. S. et al. Exercise training confers anticipatory protection from sudden death during acute myocardial ischemia. **Circulation**, v.89, n.2, p.548-552, 1994.
- LONGO, A ; FERREIRA, D.; CORREIA, M. J. Variabilidade da Frequência Cardíaca. **Rev. Port. Cardiol**. V.14, n.3, p. 241-262, 1995.
- REBELO, A N.; et al. O Controle autonômico da Frequência Cardíaca é alterada pelo Destreino? **Rev. Port. Cardiol**. V.16, n.6, p. 535-541, 1997.
- SCHWARTZ P. J.; BILLMAN, G. E; STONE, H. L. Autonomic mechanisms in ventricular fibrillation induced by myocardial ischemia during exercise in dogs wit healed myocardial infarction. An experimental preparation for sudden cardiac death. **Circulation**, v.69, n.4 p.790-800, 1984.
- TASK FORCE of European Society of cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Reat rate variability. Standarts of measurement, physiological Interpretation, and clinical use. **Eur. Heart. J.**, v.17, p.354-381, 1996.
- TORRENCE, C.& COMPO, G.(1998) A Practical Guide to Wavelet Analysis, *Program in Atmospheric and Oceanic Sciences*, University of Colorado, Boulder, Colorado.
- VANOLI, E. et al. Vagal stimulation and prevention of sudden death in conscious dogs with a healed myocardial infarction. **Circ. Res.**, v.68, n.5, p.1471-1481, 1991.
- WHITAKER, K.E., "Variabilidade da freqüência cardíaca em jogadores de futsal submetidos a um teste de potência anaeróbica-Wingate". 2006. , Dissertação (Mestrado, Departamento de Cardiologia), Universidade do Vale do Paraíba.