

Universidade do Vale do Paraíba
Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento

MARTA MARIA DELFINO

**ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DURANTE A
CAMINHADA EM ESTEIRA ROLANTE, EM DIFERENTES INCLINAÇÕES
(DECLIVE E ACLIVE) EM INDIVÍDUOS NA FAIXA ETÁRIA DE 50 A 70 ANOS,
UTILIZANDO A TRANSFORMADA WAVELET CONTÍNUA**

São José dos Campos, SP

2006

MARTA MARIA DELFINO

**ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DURANTE A
CAMINHADA EM ESTEIRA ROLANTE, EM DIFERENTES INCLINAÇÕES
(DECLIVE E ACLIVE) EM INDIVÍDUOS NA FAIXA ETÁRIA DE 50 A 70 ANOS,
UTILIZANDO A TRANSFORMADA WAVELET CONTÍNUA.**

Dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade do Vale do Paraíba, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Alexis Lazo Osorio.

São José dos Campos, SP

2006

D891a

Delfino, Marta Maria

Análise da variabilidade da frequência cardíaca durante a caminhada em esteira rolante, em diferentes inclinações (declive e aclive), em indivíduos na faixa etária de 50 a 70 anos, utilizando a transformada de wavelet contínua ./ Marta Maria Delfino. São

José

dos Campos: UniVap, 2006.

1 disco laser, color

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento da Universidade do Vale do Paraíba, 2006.

1. Frequência Cardíaca 2. Teste de esforço 3. Estrutura etária 4. Fisioterapia I. Osório, Rodrigo Aléxis Lazo. Orient., II. Título

CDU: 615.8

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, por processo fotocopiadores ou transmissão eletrônica, desde que citada a fonte.

Aluna:

Data: 05 / 12 / 2006

“ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DURANTE A CAMINHADA EM ESTEIRA ROLANTE, EM DIFERENTES INCLINAÇÕES (DECLIVE E ACLIVE) EM INDIVÍDUOS NA FAIXA ETÁRIA DE 50 A 70 ANOS, UTILIZANDO A TRANSFORMADA WAVELET CONTÍNUA”

Marta Maria Delfino

Banca Examinadora:

Prof. Dr. **MAURÍCIO JOSÉ ALVES BOLZAM** (UNIVAP) _____

Prof. Dr. **RODRIGO ALEXIS LAZO OSÓRIO** (UNIVAP) _____

Prof. Dr. **CARLOS RODRIGUES DOUGLAS** (FAC. METODISTA) _____

Prof. Dr. Marcos Tadeu Tavares Pacheco
Diretor do IP&D - UniVap

DEDICATÓRIA

As pessoas mais valiosas da minha vida: meus pais, Antonio e Cida; meus irmãos, Ricardo, Robson e Âmilis, e principalmente, a minha pequena grande força, Brenda Letícia. Obrigada pelo pequeno rosto que resplandece uma enorme luz, fazendo com que qualquer dificuldade se torne pequena.

A vocês, razão da minha força e dessa conquista, meu eterno amor!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, fundamental em todas as horas. Por colocar em meu caminho pessoas especiais que contribuem para meu crescimento, sempre.

Agradeço a minha família pela paciência, compreensão e por terem me dado força no momento mais difícil da minha vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rodrigo Aléxis Lazo Osório, pela confiança em mim depositada.

A todos os professores que transmitiram seus necessários conhecimentos ao desenvolvimento desta pesquisa, em especial aos professores: Dr Maurício José Alves Bolzan pela força, paciência e profissionalismo e Dr Alderico de Paula Júnior pela ajuda e disposição no processamento dos sinais biológicos.

A minha querida amiga Vanessa Pelegrino pelo incentivo.

Aos colegas, Thais de Freitas, Ronildo Martins, Carlos Kelencz e Ingrid Munhoz. Sucesso a vocês!

A minha amiga Karla Marina pela amizade, paciência e companheirismo neste período de pesquisa. Grande exemplo de amiga e mãe. É determinada no que faz, e sabe fazer tudo perfeitamente.

Aos meus queridos voluntários pela disposição e compreensão.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio financeiro.

Os agradecimentos também se estendem àqueles que por uma razão sequer, passam pela minha vida, deixando passos em meu caminho. Aqueles que nunca subestimaram

minha capacidade, pelo contrário, confiaram e me incentivaram até o fim, neste árduo período de mestrado e pesquisa. Aqueles que foram capazes de compreender que este trabalho significa mais que um título de “Mestre” em minha vida, mas uma plena satisfação de que uma grande realização exige um grande esforço. A vocês, capazes de compreender isso, e que lutam ao meu lado, sem esmorecer, meus mais singelos agradecimentos.

ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DURANTE A CAMINHADA EM ESTEIRA ROLANTE, EM DIFERENTES INCLINAÇÕES (DECLIVE E ACLIVE), EM INDIVÍDUOS NA FAIXA ETÁRIA DE 50 A 70 ANOS, UTILIZANDO A TRANSFORMADA WAVELET CONTÍNUA

RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivo analisar a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) durante a caminhada em esteira rolante, em diferentes inclinações (declive e aclave), nos indivíduos sedentários e treinados na faixa etária de 50 a 70 anos, através da Transformada Wavelet Contínua (TWC). Participaram do estudo 12 voluntários, de ambos os sexos, divididos em dois grupos: sedentários e treinados. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Univap, sob o número H019/2006/CEP. Os voluntários permaneceram por 60 segundos em repouso seguidos pelas fases de caminhada inicial em plano horizontal (60seg), caminhada em declive (180seg), plano horizontal (60seg), aclave (180seg), recuperação ativa (180seg) e recuperação passiva (60seg). A frequência cardíaca foi monitorada durante a caminhada, e a pressão arterial foi aferida a cada 60 segundos. Esse procedimento foi realizado no grupo sedentário e treinado, sendo o último submetido a 36 sessões de treinamento de resistência muscular localizada. Para analisar a VFC, foi registrado o sinal eletrocardiográfico utilizando um notebook Pentium-2, com placa analógica-digital. Os dados foram transportados ao programa Matlab para extrair o intervalo RR (iRR). Em seguida, foi utilizada a Transformada Wavelet Contínua, usando a função "Morlet". Na análise dos resultados foi observado que o grupo sedentário apresentou um predomínio do sistema nervoso simpático na fase de repouso e recuperação passiva, constatada através da área (LF/HF), e o grupo treinado um predomínio do sistema nervoso parassimpático durante toda a caminhada, mostrando que não houve diferença estatisticamente significativa nas fases de aclave e declive entre os grupos. A Transformada Wavelet Contínua possibilitou uma análise tempo-frequencial do comportamento do Sistema Nervoso Autônomo através do escalograma de cores, se mostrando uma ferramenta eficaz na análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca.

Palavras-Chave: Variabilidade da Frequência Cardíaca; Transformada Wavelet Contínua; Sistema Nervoso Autônomo; Treinamento Físico.

ANALYSIS OF THE HEART RATE VARIABILITY DURING WALKING ON DIFFERENT TREADMILL INCLINATIONS (DOWNHILL AND UPHILL), ON INDIVIDUALS AGED 50 TO 70 YEARS OLD, BY USING CONTINUOUS WAVELET TRANSFORM

ABSTRACT

The current essay targets analyzing the heart rate variability during walking in the tread Mill, in different inclinations (ascend and descend) in sedentary and trained individuals in the age between 50 and 70 years old through Wavelet Transform. Participated of the study 12 volunteers, male and female, divided in two groups: Trained and Sedentary. The research has been approved by the Univap Committee of Ethics and Research, under registration number H019/2006/CEP. The volunteers remain in the rest state for 60 seconds followed by initial walking for 60 seconds (horizon), descend walking (80 sec), horizon walking (60 sec), ascend walking (180 sec), active recuperation (180) sec and passive recuperation (60 seconds). The heart rate has been monitored during walking, and the arterial pressure has been checked each 60 seconds. This Procedure has been done in the sedentary and trained group. The trained group undertook 36 muscular resistance training. For analyzing the heart rate variability an electrocardiograph signal has been recorded using a Pentium 2 notebook, with digital-analogic main board. Data input has been done in the program MATLAB to extract the range RR (IRR) Following this procedure, it has been used a Wavelet Transform. In the results analyses it was observed that the sedentary group presented predominance of the sympathetic nerve system in the rest state and passive recuperation, certified in the area (LF/HF), and the trained group the predominance the parasympathetic nerve system during all walking, showing there wasn't statistically major differences in the ascend and descend fases between the groups. The Wavelet Transform enabled an time-frequencies analyses of the Autonomous Nervous System (ANS) through the colors spectrogram, being one efficient tool for the analyses of heart rate variability.

Key words: Heart Rate Variability; Wavelet Transform; Autonomous Nervous System; Physical Activity.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Média dos valores da fase de repouso do grupo Sedentário e Treinado	22
TABELA 2: Média dos valores da fase de caminhada em plano horizontal.....	23
TABELA 3: Média dos valores da fase de declive (1%, 2%, 3%) do grupo Sedentário e Treinado.....	23
TABELA 4: Média dos valores da fase de caminhada em plano horizontal (60 segundos) do grupo Sedentário e Treinado.	24
TABELA 5: Média dos valores da fase de aclave (1%, 2%, 3%) do grupo Sedentário e Treinado.....	25
TABELA 6: Média dos valores da fase de recuperação ativa (180 segundos) do grupo Sedentário e Treinado	25
TABELA 7: Média dos valores da fase de recuperação passiva (60 segundos) do grupo Sedentário e Treinado	26
TABELA 8: Razão nas Diferentes Fases do Protocolo do Grupo Sedentário e Treinado.....	27
3%) do grupo Sedentário e Treinado.	

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Ineruações Cardíacas (GUYTON ; HALL 2002) 04
- Figura 2** – Ilustração do traçado eletrocardiográfico com suas respectivas ondas, segmentos e intervalos (SANCHES; MOFFA, 2001) 08
- Figura 3** – 3a: registro elétrico do iRR; 3b: escalograma do sinal eletrocardiográfico do voluntário sedentário durante o repouso (60seg) e caminhada na esteira em plano horizontal (600seg) ; 3c: GWS (*Global Wavelet Spectrum*). 28
- Figura 4** – 4a: registro elétrico do iRR; 4b: escalograma do sinal eletrocardiográfico do voluntário sedentário durante o período de declive em três porcentagens (1%, 2%, 3%) correspondendo a 180seg; em plano horizontal (60seg) e em aclave em três porcentagens (1%, 2%, 3%) durante 180seg. ; 4c: GWS (*Global Wavelet Spectrum*).
29
- Figura 5** –5a: registro elétrico do iRR; 5b: escalograma do sinal eletrocardiográfico do voluntário sedentário durante o período de recuperação, sendo esta dividida em recuperação ativa (180seg) e recuperação passiva (60seg) ; 5c: GWS (*Global Wavelet Spectrum*). 30
- Figura 6** – 6a: registro elétrico do iRR; 6b: escalograma do sinal eletrocardiográfico do voluntário treinado durante o repouso (60seg) e caminhada na esteira em plano horizontal (600seg); 6c: GWS (*Global Wavelet Spectrum*). 31
- Figura 7** – 7a: registro elétrico do iRR; 7b: escalograma do sinal eletrocardiográfico do voluntário treinado durante o período de declive em três porcentagens (1%, 2%, 3%) correspondendo a 180seg; em plano horizontal (60seg) e em aclave em três porcentagens (1%, 2%, 3%) durante 180seg. ; 7c: GWS (*Global Wavelet Spectrum*).
32
- Figura 8** – 8a: registro elétrico do iRR; 8b: escalograma do sinal eletrocardiográfico do voluntário treinado durante o período de recuperação, sendo esta dividida em recuperação ativa (180seg) e recuperação passiva (60seg) ; 8c: GWS (*Global Wavelet Spectrum*). 33

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

CEP – Comitê de Ética em pesquisa
Cm – Centímetros
DC – Débito Cardíaco
DF – Domínio da Frequência
DT – Domínio do tempo
ECG – Eletrocardiograma
FC – Frequência Cardíaca
GWS - Espectro de Ondeleita Global
HF – Baixa Frequência
Hz – Hertz
IRR – Intervalo RR
K⁺ - Íon Potasio
Kg - Kilogramas
LF – Alta Frequência
Matlab – Ambiente para processamento de sinais e cálculos com matrizes
MMII – Membros inferiores
Ms – milissegundos
Mv – Milivoltagem
Na⁺ - Íon Sódio
PA – Pressão Arterial
SA – Sinotrial
Seg – Segundos
SNA – Sistema Nervoso Autônomo
TRF – Transformada Rápida de Fourier
TRM – Treinamento de Resistência Muscular
TWC-Transformada Wavelet Contínua
VFC – Variabilidade da Frequência Cardíaca

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
2. OBJETIVO	03
3. REVISÃO DE LITERATURA	04
3.1 Sistema Nervoso Autônomo	04
3.2 Eletrocardiograma	05
3.3 Variabilidade da Frequência Cardíaca.....	08
3.4 Transformada Wavelet Contínua.....	10
3.5 Envelhecimento	13
3.6 Marcha Humana	14
3.7 Sistema Cardiovascular e o Treinamento Físico	15
4. MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1 Caracterização dos sujeitos	17
4.2 Materiais utilizados para a coleta	18
4.3 Procedimentos	19
4.4 Protocolo Experimental.....	19
4.5 Sessões do Treinamento de Resistência Muscular Localizada.....	20
4.6 Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca.....	21
4.7 Análise Estatística	21
5. RESULTADOS	22
6. DISCUSSÃO	34
7. CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
ANEXO A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE.....	46
ANEXO B – QUESTIONÁRIO	48
ANEXO C - Comitê de Ética em Pesquisa da UNIVAP.....	51

1. INTRODUÇÃO

O Sistema Nervoso Autônomo (SNA) através das vias simpáticas e parassimpáticas controlam o sistema cardiovascular agindo com a liberação de neurotransmissores que podem aumentar ou diminuir a frequência cardíaca (AUBERT; SPES; BECKERS, 2003).

A Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) permite uma avaliação não-invasiva da modulação autonômica sobre o coração através da quantificação de ondas de baixa frequência (LH) e alta frequência (HF) dos intervalos RR (iRR) do eletrocardiograma (ECG) (PINCHON et al, 2004). A energia em diferentes bandas de frequência corresponde à atividade de nervos simpáticos (0.04-0.15Hz) e parassimpáticos (0.15-0.4Hz). Portanto, a análise tempo-frequencial pode ser realizada utilizando a Transformada Wavelet Contínua (TWC), adequada para o exame de sinais não estacionários (AUBERT; SPES; BECKERS, 2003).

A TWC, um desenvolvimento relativamente recente, fornece uma técnica de processamento de sinal geral que pode ser usada em numerosas aplicações biomédicas. Os sinais eletrocardiográficos, seguidos de análises feitas com o emprego da VFC, podem oferecer informações importantes sobre o comportamento autonômico cardíaco, permitindo estabelecer a magnitude dos ajustes feitos em diferentes condições funcionais metabólicas (AUBERT; SPES; BECKERS, 2003; PASCHOAL et al., 2003). A VFC é uma das confiáveis e acessíveis fontes de informações sobre a integridade da modulação do SNA sobre o coração e tem sido investigada tanto em indivíduos saudáveis quanto no acompanhamento de atletas em diferentes fases de treinamento físico (NOVAIS et al, 2004; PASCHOAL et al., 2003).

O treinamento físico pode produzir alterações nos processos biológicos dos organismos vivos, originando ajustes fisiológicos dinâmicos que integram todos os sistemas. Esses ajustes dependem da eficácia dos sistemas cardiovascular, respiratório, sangüíneo e muscular, que

apresentam um declínio com o avançar da idade. O envelhecimento conduz a perda progressiva das aptidões físicas do organismo, aumentando o risco do sedentarismo, que é um importante fator de risco para doenças crônico-degenerativas (ALVES et al, 2004; JORDÃO NETO, 1997; MARÃES et al, 2003).

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; LOPES, 2004).

Há cerca de duas décadas a análise da marcha humana passou a se transformar num instrumento de grande utilidade nas mãos de físicos, engenheiros e fisioterapeutas. (WALL et al, 2001).

2. OBJETIVO

O presente estudo teve como objetivo analisar a Variabilidade da Frequência Cardíaca durante a caminhada em esteira rolante, em diferentes inclinações (declive e aclone), nos indivíduos sedentários e treinados na faixa etária de 50 a 70 anos, através da Transformada Wavelet.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 SISTEMA NERVOSO AUTONOMO (SNA)

O sistema cardiovascular é controlado por regulação autonômica através da atividade das vias nervosas simpáticas e parassimpáticas (FIGURA 1) (AUBERT; SPES; BECKERS, 2003).

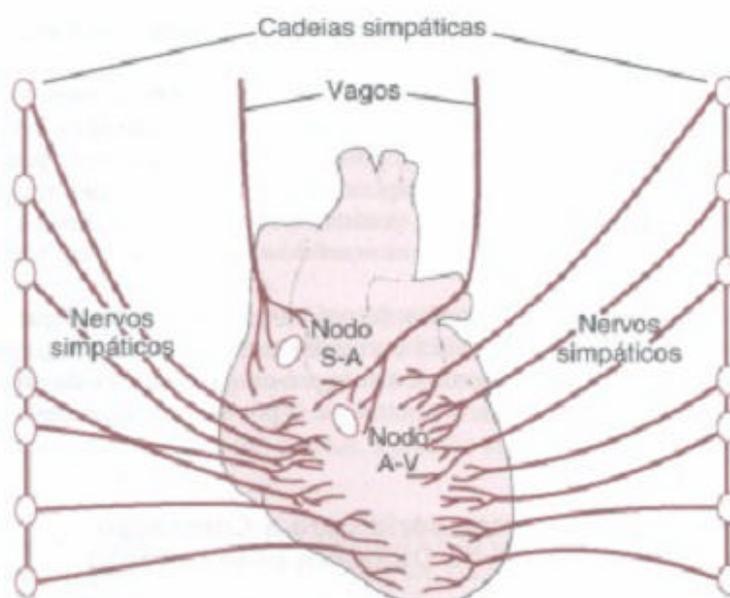


FIGURA 1: Inerções Cardíacas

Fonte: (Guyton ; Hall 2002).

O Sistema Nervoso Simpático participa da resposta do corpo ao estresse, excitando o coração, aumentando a frequência cardíaca e promovendo vasoconstrição. A taquicardia ocorre em decorrência da estimulação do nó sinoatrial (SA), excitado pela liberação do neurotransmissor noradrenalina (FOSS; KETEYIAN, 2000).

A estimulação simpática intensa pode aumentar a frequência cardíaca (FC), nos adultos jovens, de 70 batimentos/minuto para 180 a 200 e até 250 batimentos/minuto. Assim, aumenta a força de contração miocárdica e o débito cardíaco (DC) por duas a três vezes (GUYTON; HALL, 2002).

A reação cardiovascular varia como resultado a um estímulo. Deste modo, a prática do exercício físico promove um aumento da FC apresentando um predomínio do tônus simpático (FOSS; KETEVIAN, 2000).

Em contrapartida, o sistema nervoso parassimpático atua sobre o coração através dos nervos vagos, provocando uma bradicardia, em decorrência da atuação do neurotransmissor acetilcolina (AUBERT; SPES; BECKERS, 2003; DOUGLAS, 2002).

A regulação da função cardíaca, promovida pelo SNA, permite avaliar o desequilíbrio entre a atividade do tônus simpático e parassimpático. Durante atividade física, a FC aumenta na medida em que a atividade do sistema nervoso parassimpático diminui (PASCHOAL et al, 2003).

Uma das características mais notáveis do SNA é a rapidez e a intensidade com que pode alterar as funções viscerais.

3.2 ELETROCARDIOGRAMA

O registro gráfico da atividade elétrica do coração é denominado eletrocardiograma, onde essa atividade elétrica cria um campo elétrico que se propaga por todo o corpo. Como os líquidos corporais salinos proporcionam um excelente meio condutor, a seqüência de eventos elétricos antes e durante cada ciclo cardíaco pode ser captada na forma de alterações da voltagem por eletrodos colocados sobre a superfície cutânea (GUYTON; HALL, 2002; McARDLE; KATCH ;

KATCH, 1998).

A atividade elétrica da célula miocárdica compreende a sucessão cíclica de dois eventos: o potencial de repouso e o potencial de ação. No músculo ventricular o potencial da célula em repouso é cerca de -85mV a 90mV e tem seu valor aumentado para cerca de $+20\text{mV}$ durante cada batimento. O potencial de repouso da membrana da fibra sinusal tem negatividade máxima entre apenas -55 a -60mV , em comparação com -85 a 90mV para a fibra muscular ventricular (Figura 2) (GUYTON; HALL, 2002; SANCHES; MOFFA, 2001).

Os sinais elétricos cardíacos são transmitidos por meio de potenciais de ação, em três fases: a) fase de repouso: a membrana está polarizada negativamente. Nesta fase, canais rápidos de sódio (Na^+) estão inativos e vão se tornar carregados positivamente; b) fase de despolarização: a permeabilidade ao Na^+ aumenta muito, ou seja, vários canais de sódio (geralmente receptores) se abrem e, c) fase de repolarização: quando os canais de Na^+ se fecham, as bombas de sódio-potássio repolarizam novamente a célula. Quando os canais lentos de cálcio-sódio fecham, a permeabilidade da membrana para os íons de potássio (K^+) aumenta rapidamente e o potencial de ação volta para seu valor de repouso (GUYTON; HALL, 2002; SANCHES; MOFFA, 2001).

O estímulo elétrico tem origem no nó SA, o qual é uma estrutura oval e alongada, que se localiza posteriormente ao ângulo de união da veia cava superior com o átrio direito. Assim, a partir da despolarização espontânea do nó SA o estímulo elétrico prossegue de forma concêntrica em todas as direções, difundindo-se nos átrios e, conseqüentemente produzindo o primeiro sinal denominado “onda P” (SANCHES; MOFFA, 2001). Desta forma, a onda P representa a despolarização dos átrios e dura cerca de 0,15 segundos e antecede a contração atrial. Cada onda P é seguida pelo complexo QRS, cuja duração varia de 0,12 segundos a 0,20 segundos (Figura 2). Este complexo reflete as alterações elétricas causadas pela despolarização de ambos os ventrículos e, após esta despolarização ocorre a contração dos ventrículos (FIGURA 2)

(McARDLE; KATCH; KATCH, 1998; SANCHES; MOFFA, 2001).

Já em relação a repolarização das estruturas que sofreram a despolarização (átrios e ventrículos) esta ocorre da seguinte forma: a repolarização atrial que acompanha a onda P produz uma onda tão pequena que costuma ser obscurecida pelo grande complexo QRS. Já a repolarização dos ventrículos é representada pela onda T que ocorre durante a diástole ventricular. O período de despolarização relativamente longo do coração, de aproximadamente 0,20 a 0,30 segundos, é necessário para que possa receber outro impulso e contrair-se novamente (SANCHES; MOFFA, 2001; GUYTON; HALL, 2002).

Esse período refratário de repouso, ou curto intervalo de “tempo livre”, desempenha uma função importante, pois proporciona tempo suficiente para o enchimento ventricular entre cada batimento (SANCHES; MOFFA, 2001; McARDLE; KATCH; KATCH, 1998; HALLAKE, 1994). Portanto, a VFC pode ser estimada com base na série de intervalos entre os batimentos (iRR), por serem mais facilmente calculados como sendo os períodos entre ondas R consecutivas, ou iRR.

A figura 2 representa um traçado eletrocardiográfico, destacando as ondas P,Q,R,S e T, bem como o iRR.

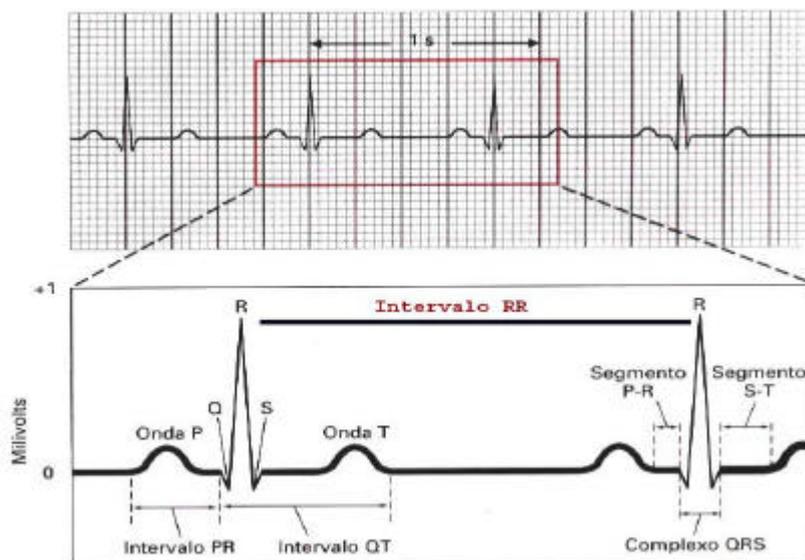


Figura 2– Ilustração do traçado eletrocardiográfico com suas respectivas ondas, segmentos e intervalos.
Fonte: Silverthorn,(2003, p.427.)

3.3 VARIABILIDADE DA FREQUENCIA CARDÍACA (VFC)

O coração não tem os batimentos regulares com intervalos fixos. O ritmo sinusal apresenta certo grau de variação que é esperado e comum em indivíduos sadios. Essa variação é provocada por alterações no controle do SNA; a modulação vagal ou parassimpática diminuindo a frequência cardíaca e a simpática aumentando-a (GRUPI et al, 1994).

O reconhecimento das variações de frequência remontam à antiguidade, sendo a primeira observação realizada, estudando a FC e a pressão arterial (PA), no século XVIII, efetuada por Stephens Hales (LONGO; FERREIRA; CORREIA, 1995).

Variabilidade da frequência cardíaca é definida como uma variação que ocorre entre batimentos cardíacos sucessivos em ritmo sinusal.

O estudo da VFC é um método que nos permite analisar o comportamento do SNA possibilitando uma avaliação não invasiva e seletiva da função autonômica. Vários trabalhos têm demonstrado que a diminuição da VFC pode ser um indicador prognóstico de algumas doenças cardíacas e sistêmicas (KITNEY; ROMPELMAN, 1980; REIS et al, 1998).

O SNA produz uma variação batimento a batimento no ritmo cardíaco cuja valorização, como parâmetro fisiológico, tem sido reconhecida somente na última década.(GRUPI et al, 1994).

A VFC pode ser determinada através do registro eletrocardiográfico, resultando em séries de tempo (intervalos RR) que são geralmente analisadas em domínios de tempo e frequência. (AUBERT; SPES; BECKERS, 2003).

A VFC pode ser designada por variações na duração dos intervalos RR (iRR), 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; FERREIRA; CORREIA, 1995).

Domínio do tempo são índices obtidos de um registro contínuo de eletrocardiograma (ECG), correspondendo à série de iRR indicando o grau da VFC, constituindo a mais simples e usual forma de avaliação da modulação autonômica (PUMPRLA et al, 2002; REIS et al, 1998).

No entanto, somente os intervalos entre batimentos de origem sinusal (normais) devem ser considerados, pois estes refletem esta modulação. Os batimentos de origem ectópica, nas formas de extras-sístoles ventriculares isoladas ou episódios de taquicardia ventricular devem ser detectados e removidos do sinal (ALBERTO; NADAL, 2002; PUMPRLA et al, 2002; TASK FORCE, 1996).

Os vários índices propostos para mensuração da VFC no domínio do tempo (DT) podem ser derivados de cálculos aritméticos, estatísticos e geométricos. (REIS et al, 1998).

As medidas no domínio da frequência (DF) são derivadas da análise da densidade do espectro de potência que descreve a distribuição da densidade (variância) em função da frequência (AUBERT; SPES; BECKERS, 2003; REIS et al, 1998).

A energia em diferentes bandas de frequência corresponde à atividade de nervos simpáticos (0.04-0.15Hz) e parassimpáticos (0.15-0.4Hz) (AUBERT; SPES; BECKERS, 2003).

A Transformada Wavelet Contínua (TWC), um desenvolvimento relativamente recente, fornece uma técnica de processamento de sinal geral que pode ser usada em numerosas aplicações biomédicas. Seu desenvolvimento foi originalmente motivado pelo desejo de analisar séries temporais não-estacionárias de maneira robusta, fato não permitido pela Transformada Rápida de Fourier (TRF). Portanto, esta análise tempo-frequencial é adequada para o exame de sinais não estacionários. As informações obtidas pela decomposição em ondas podem ser usadas para comparar diferenças de energia ou desvio padrão em cada um dos níveis de onda analisados (AUBERT; SPES; BECKERS, 2003).

3.4 TRANSFORMADA WAVELET CONTÍNUA

A Transformada em Ondeletas ou Wavelet trata-se de uma ferramenta matemática desenvolvida para o processamento de sinais não-estacionários. Entenda-se como característica não-estacionária as séries-temporais cujo seus momentos estatísticos variam em qualquer segmento tomado desta série (BOLZAN, 2004; TORRENCE; COMPO, 1998).

No século XIX, Joseph Fourier descobriu que poderia utilizar senos e cossenos para representar qualquer série temporal. Qualquer variável periódica pode ser analisada em função do tempo de observação ou em função da frequência na qual o evento ocorre. Os eventos biológicos

cíclicos não correspondem a uma onda senoidal pura, mas sim a ondas de formas complexas. (RIBEIRO; BRUM; FERRARIO, 1992; SILVA; EYNG, 2000).

Assim, a Transformada de Fourier tradicional, consiste em multiplicar o sinal inteiro por senos e cossenos de diferentes frequências, calculando a integral de cada um desses produtos. Pode ser considerada como um limite de uma combinação linear infinita de ondas senoidais e que encontra grandes aplicações no tratamento de sinais estacionários (BOLZAN, 2004).

No final da década de 70 a TWC passou a ter uma identidade própria. Nessa ocasião, o francês Jean Morlet, propôs uma modificação na TRF, para melhor tratar sinais geofísicos criando uma função matemática que leva seu nome (TORRENCE; COMPO, 1998). A função Morlet é bastante útil para analisar as várias frequências pertencentes ao sistema e identificar nelas uma relação entre tempo e frequência (BOLZAN, 2004).

A TWC, por sua vez, é uma transformada cujas funções de base são obtidas comprimindo ou dilatando uma wavelet-mãe e deslocando-a no tempo. Os espectogramas baseados em wavelets, ou “escalogramas”, pode ser obtida tomando o módulo da TWC e elevando-o ao quadrado (MOSHOU et al, 2005).

Há dois tipos de funções ondeletas: as *Discretas*, utilizadas para decomposição e filtragem de qualquer série temporal, e as *Contínuas*, que são comumente utilizadas para gerar escalogramas em um diagrama tridimensional, a relação existente entre as componentes de diferentes frequências em função do tempo. As ondeletas contínuas mais comuns são: a Morlet e a Chapéu Mexicano (BOLZAN, 2004).

Uma das vantagens básicas no uso de Wavelets é que um evento pode ser simultaneamente descrito, tanto no domínio da frequência quanto no domínio do tempo, diferentemente da TRF onde um evento é descrito somente no domínio da frequência (ASHKENAZY et al, 2002). Esta diferença permite uma análise de dados de diferentes maneiras,

em diferentes escalas.

Karlsson, Gerdle e Akay, (2001), compararam diferentes métodos de análise de sinais não-estacionários e concluíram que a transformada em ondeletas apresentava melhores resultados. Um dos resultados obtidos também através das ondeletas é o gráfico da média espectral das frequências, conhecido como Espectro de Ondeleta Global (GWS). É gerado através do cálculo da soma das energias existentes em cada intervalo de frequência (ou período), como uma forma similar do espectro de energia obtido via TRF (TORRENCE; COMPO, 1998).

No estudo de Ribeiro et al (1992) , eles propuseram uma análise do espectro de potência da variabilidade da frequência cardíaca para avaliar a influência do SNA sobre o sistema cardiovascular (RIBEIRO; BRUM.; FERRARIO, 1992)

A análise estatística do sinal RR traz informação sobre a dispersão dos intervalos, ou seja, faz uma medida dos iRR num dado intervalo de tempo. Já a análise espectral permite mensurar as influências simpáticas e parassimpática do sistema nervoso sobre a frequência cardíaca, uma vez que o ramo parassimpático tem resposta mais rápida que o simpático, tornando possível distinguir suas influências dividindo o espectro em faixas de frequência (CARVALHO, 2003).

Esta ferramenta tem sido aplicada nas mais diversas áreas do conhecimento, desde estudos sobre turbulência atmosférica, processamento de sinais biológicos e até sistemas hidrológicos (BOLZAN, 2004).

Portanto, a TWC trata-se de uma ferramenta matemática desenvolvida recentemente para o processamento de sinais biológicos, e por ser recente, vêm sendo pouco empregada em estudos na área da saúde.

3.5 ENVELHECIMENTO

Segundo Jordão Neto (1997), o envelhecimento é um processo biológico cuja alteração determina mudanças estruturais e funcionais no corpo humano. No ser humano esse processo ultrapassa o simples ciclo biológico, pois pode acarretar problemas sociais e psicológicos (VARGAS,1996).

O envelhecimento conduz a uma perda progressiva das aptidões funcionais do organismo, aumentando o risco do sedentarismo. Essas alterações, nos domínios biopsicossociais, põem em risco a qualidade de vida do idoso, por limitar a sua capacidade para realizar, com vigor, as suas atividades do cotidiano e colocar em maior vulnerabilidade a sua saúde (ALVES et al, 2004).

Para explicar o processo de envelhecimento, devemos considerar duas teorias: a teoria do envelhecimento primário e a teoria do envelhecimento secundário (SHUMWAY-COOK.; WOOLLACOTT, 2003). A primeira ocorre em decorrência da morte neuronal, que por sua vez, leva o indivíduo idoso a apresentar déficits funcionais devido à perda de força muscular, flexibilidade e deteriorização do equilíbrio. Já a teoria do envelhecimento secundário justifica o processo de envelhecimento, a partir de fatores externos, como modo de vida e patologias (SOUZA; SGUIZZATTO, 1998).

São várias as modificações funcionais que ocorrem com o envelhecimento, entre elas, as modificações químicas capazes de alterar o funcionamento do órgãos, cartilagens, ossos e membrana das células em geral. Assim, essas mudanças trazem um processo de envelhecimento normal. O processo de envelhecimento vem acompanhado de um maior declínio da performance cardiovascular, massa muscular, força e composição corporal, acompanhado de uma diminuição da atividade física (JORDÃO NETO, 1997).

Portanto, a maneira como as pessoas se movem e suas habilidades de realizar atividades físicas alteram-se com o passar dos anos. Atualmente, tem-se aumentado o número de trabalhos realizados a fim de estudar o efeito das alterações fisiológicas nos idosos, devido ao número crescente dos mesmos. Porém, pouca atenção tem sido dada aos idosos com diferentes históricos de prática de exercícios físicos (DAVINI et al, 2004).

3.6 MARCHA HUMANA

A marcha (que também pode ser chamada de andar, deambular ou caminhar) é considerada uma tarefa funcional que exige interações complexas e coordenação entre muitas das principais articulações do corpo, em especial das dos membros inferiores. É um padrão cíclico de movimentos corporais que se repete indefinidamente a cada passo. (BARR; BACKUS, 2003; INMAN; RALSTON; TODD, 1998).

Cada passada representa um ciclo completo da marcha, a qual tem início quando um dos pés toca o solo e termina quando este mesmo pé volta a tocar o solo. Dois passos, um passo direito e passo esquerdo equivalem a uma passada. O comprimento do passo é a distância entre o ponto onde o calcanhar de um membro contacta com o solo, e o ponto em que o calcanhar do membro oposto contacta com o solo. A fase de apoio constitui 60% do ciclo da marcha e os 40% restantes, representa o período de balanço. (ADAMS; PERRY, 1998; GAGE, 1990; LEHMANN, 1983; PERRY, 1992).

Para o andar, faz-se necessário dois requisitos básicos. O primeiro deles é a contínua força de reação do solo a qual estamos submetidos e o segundo é o movimento periódico de cada um dos pés de uma posição de apoio para uma de balanço. Esses elementos originam movimentos

corporais específicos universalmente observados durante a locomoção e são necessários para qualquer forma de marcha bípede, não importando o quanto estejam distorcidos por incapacidades físicas (HAMILL; KNUTZEN, 1999; INMAN; RALSTON; TODD, 1998).

Há cerca de duas décadas a análise da marcha humana passou a se transformar num instrumento de grande utilidade nas mãos de físicos, engenheiros e fisioterapeutas. Isto porque a marcha apresenta um papel primordial quando se levam em consideração as atividades da vida diária. Para a realização da marcha, se faz necessário desenvolvimento e amadurecimento do sistemas músculo –esquelético e nervoso (NORKIN, 1998; WHITTLE, 1996; WALL et al, 2001).

Ocorrem mudanças no sistema muscular com o passar dos anos, levando os indivíduos a apresentarem uma redução na capacidade aeróbica e anaeróbica, assim como na capacidade músculo-esquelética (INMAN; RALSTON; TODD, 1998; SCHULTZ, 1992).

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 e na necessidade de se utilizar apoio para o deslocamento. (FARINATTI; LOPES, 2004).

3.7 SISTEMA CARDIOVASCULAR E O TREINAMENTO FÍSICO

Sabe-se que a prática do exercício físico regular representa um importante fator para reduzir índices de morbimortalidade cardiovascular. A atividade física está associada às mudanças hemodinâmicas e altera as condições cardiovasculares. Essas alterações, dependem do tipo e da intensidade do exercício. (AUBERT; SPES; BECKERS, 2003) .

Durante o exercício físico, ocorrem alterações complexas nos processos biológicos dos organismos vivos, originando grande número de ajustes fisiológicos dinâmicos que integram todos os sistemas. Esses ajustes dependem da eficácia dos sistemas cardiovascular, respiratório, sanguíneo e muscular (MARÃES et al, 2003; FOSS; KETEVIAN , 2000).

Os ajustes cardiovasculares no exercício representam uma combinação e integração de fatores químicos locais e neurais. Os fatores neurais consistem de: comando central, reflexos originados na contração muscular e o barorreflexo. O comando central é a ativação cérebro-cortical do sistema nervoso simpático que produz aumento da FC, contração miocárdica e vasoconstrição periférica (AUBERT; SPES; BECKERS, 2003).

A prática do exercício físico, além de combater o sedentarismo, 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, especialmente, as afecções cardiovasculares, sendo principal causa de morte nos idosos (ALVES et al, 2004).

Desta forma, estudo da VFC durante o exercício físico pode permitir uma análise adicional e não-invasiva do controle neural da FC durante esse comportamento (ALONSO et al, 1998).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização dos sujeitos

A amostra foi constituída por 12 indivíduos de ambos os sexos, na faixa etária de 50 a 70 anos. No dia da coleta, foi aplicado um questionário clínico. (ANEXO B).

O presente protocolo de pesquisa foi submetido à revisão ética pelo “Comitê de Ética em Pesquisa – CEP” da UNIVAP nº H013/2006/CEP (ANEXO C). Para a realização dos procedimentos, os voluntários assinaram um “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido” autorizando a participação no estudo (ANEXO B).

Para o respectivo estudo, foi levado em consideração os seguintes critérios de inclusão e exclusão:

Inclusão:

- Os sujeitos deveriam apresentar-se na faixa etária de 50-70 anos;
- Ser saudável e estar apto a participar do estudo;
- O grupo que realizou o treinamento deveria respeitar os horários e a duração do mesmo(três vezes por semana, durante três meses);
- Os indivíduos que se comprometeram a fazer parte do grupo de sedentários, não poderiam realizar atividade física durante o mesmo período de três meses.

Exclusão

- Sujeitos portadores de Labirintite;
- Sujeitos que apresentassem lesões ósteomusculares e/ou neurotendíneas;
- Sujeitos portadores de doenças respiratória, em crise;

- 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) investigadas através de um questionário clínico (ANEXO B).

4.2 Materiais Utilizados para a Coleta

- 1 Esfignomanômetro da marca Diasist;
- 1 Estetocópio da marca Diasist;
- Um sistema Gaitway Instrumented Treadmill, composto por uma esteira rolante TROTTER 685, com duas plataformas de força piezoelétricas Kistler;
- Um computador contendo o software Gaitway;
- Notebook Pentium-2, da Extenser; Placa analógica-digital DATAQ DI-194RS; monitor ACTIVE ECAFIX;
- Etiquetas adesivas para fixação dos eletrodos;
- Eletrodos
- Gel
- Álcool para limpeza do local onde serão colocados os eletrodos;
- Lenços de Papel;
- Fita adesiva;
- Lâmina de Barbear (para tricotomia local);
- Questionário (Dados pessoais e clínicos);
- Pacote MATLAB;

4.3 Procedimentos

No dia da coleta, a PA foi aferida inicialmente em repouso, durante a caminhada (a cada 1 minuto) e na fase de recuperação. Foi utilizado um monitor cardíaco ACTIVE ECAFIX, a fim de coletar o sinal eletrocardiográfico e monitorar a FC. A coleta do sinal eletrocardiográfico foi gravada utilizando um Notebook Pentium-2, da Extenser; Placa analógica-digital DATAQ DI-194RS.

Após a coleta dos sinais vitais iniciais, o participante vestiu um colete de segurança e se dirigiu até a esteira, para verificar o peso, calibrar o equipamento, ajustar o colete de segurança ao sistema anti-quedas e acoplar os eletrodos do monitor cardíaco. Após esses procedimentos, o participante iniciou a caminhada.

As coletas foram realizadas no Laboratório de Biodinâmica da Faculdade de Fisioterapia (bloco 7) da Universidade do Vale do Paraíba.

4.4 Protocolo Experimental

Fase de repouso

Duração: 60 seg (em posição ortostática)

Caminhada inicial em plano horizontal

Duração: Caminhada em plano horizontal durante 16 minutos, aproximadamente.

Caminhada com inclinação da esteira (declive)

Duração: 1% - 1 minuto (60seg)

2% - 1 minuto (60seg)

3% - 1 minuto (60seg)

Caminhada em plano horizontal

Duração: 1 minuto (60seg)

Caminhada com inclinação da esteira (active)

Duração: 1% - 1 minuto (60seg)

2% - 1 minuto (60seg)

3% - 1 minuto (60seg)

Recuperação Ativa - Plano horizontal

Duração: 3 minutos (180 seg)

Recuperação passiva (posição ortostática)

Duração: 1 minuto (60 seg)

O mesmo procedimento foi realizado após 36 sessões de treinamento de Resistência Muscular Localizada.

4.5 Sessões do Treinamento de Resistência Muscular Localizada (TRM)

Após a adaptação dos indivíduos aos aparelhos, a sessão foi dividida da seguinte forma:

- 05 minutos de exercícios gerais para aquecimento (caminhada na esteira rolante).
- 05 minutos de alongamentos (membros superiores, tronco e membros inferiores).
- 40 minutos de treinamento propriamente dito (aparelhos de musculação).
- 05 minutos de alongamentos (membros superiores, tronco e membros inferiores).
- 05 minutos de exercícios de soltura (volta a calma, que consistira de movimentos de balanço das extremidades do corpo).

Os exercícios de alongamentos foram realizados de forma passiva, uma vez que este tipo de treinamento de flexibilidade oferece uma maior proteção contra lesões musculares . Os exercícios resistidos foram realizados com 03 séries e 10 repetições, com pausas de no mínimo 01 minuto e no máximo 02 minutos de descanso entre as séries e de no máximo 03 minutos entre os grupos musculares.

4.6 Análise da VFC

Foi utilizado um software DATAQ, acoplado ao laptop, como interface para realizar a coleta do sinal eletrocardiográfico durante a caminhada.

Os dados coletados foram convertidos para sinal digital sendo transformado em uma versão TXT. Em seguida, foram transportados ao programa MATLAB 6.1 para ser extraído o intervalo RR(iRR) do sinal bruto, utilizando a função “*extrairr*”.

A próxima etapa foi realizada através da Transformada Contínua de Wavelet, utilizando-se função “*Morlet*”.

4.7 Análise Estatística

A análise estatística foi realizada baseada nos dados do gráfico GWS (*Global Wavelet Spectrum*). De acordo com os valores, foi utilizado o Teste de Mann Whitney e nível de significância $p < 0,05$.

5. RESULTADOS

Neste estudo foram avaliados 12 voluntários, de ambos os sexos, na faixa etária de 50 a 70 anos, divididos em dois grupos: sedentários e treinados. Os indivíduos do grupo treinado, submeteram-se a 36 sessões de treinamento de resistência muscular localizada.

Os valores médios, com seus respectivos desvios padrão, dos dados antropométricos do grupo, foram: idade ($61,1 \pm 5,6$ anos), peso ($64,4 \pm 10,09$ Kg) e altura ($1,6 \pm 0,09$ cm).

Serão apresentados os dados estatísticos do estudo, gerados através do gráfico GWS, em seguida, os gráficos representando a Transformada Wavelet do sinal eletrocardiográfico, permitindo uma avaliação visual através do escalograma de cores.

TABELA 1: Média dos valores da fase de repouso do grupo Sedentário e Treinado.

SNA	SEDENTÁRIOS (X da área)	TREINADOS (média da área)	VALOR DE P (média)
SIMPÁTICO	0,07227	0,02931	0,2944
PARASSIMPÁTICO	0,05894	0,04961	0,4091
RAZÃO	1,2	0,5	0,1201

SNA= Sistema Nervoso Autônomo; valor de p ($p=0,05$)
 $p=0,05$

Os resultados apresentados na TABELA 1 mostram que na condição de repouso (60seg), não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre as áreas simpáticas e parassimpáticas, dos grupos sedentários e treinados. Ao analisar a razão observa-se um predomínio simpático para o grupo sedentário e predomínio parassimpático para o grupo treinado, porém não apresenta diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre ambos.

TABELA 2: Média dos valores da fase de caminhada em plano horizontal inicial (600 segundos) do grupo Sedentário e Treinado.

SNA	SEDENTÁRIOS (média da área)	TREINADOS (média da área)	VALOR DE P (média)
SIMPÁTICO	0,028896667	0,007488333	*0,0206
PARASSIMPÁTICO	0,031798333	0,011366667	0,0898
RAZÃO	0,9	0,65	0,1970

SNA= Sistema Nervoso Autônomo; valor de p(p=0,05)

* p <0,05

Os resultados apresentados na TABELA 2 mostram que na fase da caminhada em plano horizontal (600seg), houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) na área simpática dos grupos sedentários e treinados. Porém, a área parassimpática não apresentou diferença estatisticamente significativa nos grupos. Ao analisar a razão observa-se um predomínio parassimpático para o grupo sedentário e grupo treinado, porém não apresenta diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre ambos.

TABELA 3: Média dos valores da fase de declive (1%, 2%, 3%) do grupo Sedentário e Treinado.

SNA	SEDENTÁRIOS (média da área)	TREINADOS (média da área)	VALOR DE P (média)
SIMPÁTICO	0,06871564	0,010451233	*0,0206
PARASSIMPÁTICO	0,077006667	0,050503333	0,2424
RAZÃO	0,8	0,2	*0,0011

SNA= Sistema Nervoso Autônomo; valor de p (p=0,05)

* p <0,05

Os resultados apresentados na TABELA 3 mostram que na condição de declive, sendo um minuto para cada percentual de inclinação, houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) na área simpática, porém a área parassimpática não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) nos grupos sedentários e treinados. A razão indica que houve predomínio da atividade do sistema nervoso parassimpático tanto nos indivíduos sedentários como no grupo treinado, podendo observar uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$), sendo a razão do grupo sedentário mais próxima de 1, que do grupo treinado.

TABELA 4: Média dos valores da fase de caminhada em plano horizontal (60 segundos) do grupo Sedentário e Treinado.

SNA	SEDENTÁRIOS (média da área)	TREINADOS (média da área)	VALOR DE P (média)
SIMPÁTICO	0,037983333	0,013371667	0,0898
PARASSIMPÁTICO	0,099813333	0,028611667	0,0898
RAZÃO	0,3	0,4	0,1201

SNA= Sistema Nervoso Autônomo; valor de p ($p = 0,05$)
 $p > 0,05$

Os resultados apresentados na TABELA 4 mostram que no plano horizontal (60seg) não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) para a área simpática e parassimpática dos grupos sedentários e treinados. No entanto, a razão indica que houve um predomínio parassimpático tanto no grupo de sedentários como nos treinados, não apresentando diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre eles.

TABELA 5: Média dos valores da fase de aclave (1%, 2%, 3%) do grupo Sedentário e Treinado.

SNA	SEDENTÁRIOS (média da área)	TREINADOS (média da área)	VALOR DE P (média)
SIMPÁTICO	0,023866667	0,014736667	0,12
PARASSIMPÁTICO	0,073645	0,031995	0,12
RAZÃO	0,32	0,4	0,4686

SNA= Sistema Nervoso Autônomo; valor de p (p=0,05)
p>0,05

Os resultados apresentados na TABELA 5 mostram que na condição de aclave, período correspondente a 180 seg de caminhada em aclave em três porcentagens sendo um minuto para cada, não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) para as áreas simpática e parassimpática dos grupos sedentários e treinados. No entanto, a razão indica que houve um predomínio do sistema parassimpático em ambos os grupos, mas não houve uma diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre eles.

TABELA 6: Média dos valores da fase de recuperação ativa (180 segundos) do grupo Sedentário e Treinado.

SNA	SEDENTÁRIOS (média da área)	TREINADOS (média da área)	VALOR DE P (média)
SIMPÁTICO	0,023426667	0,00570667	*0,0076
PARASSIMPÁTICO	0,026631258	0,019718333	*0,1201
RAZÃO	0,8	0,2	*0,0011

SNA= Sistema Nervoso Autônomo; valor de p (p=0,05)
* p < 0,05

Os resultados apresentados na TABELA 6 mostram que na recuperação ativa (180seg) houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) para a área simpática dos grupos sedentários e treinados, porém, a área parassimpática não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) quando comparado os grupos. A razão indica um predomínio parassimpático em ambos os grupos, apresentando diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre eles.

TABELA 7: Média dos valores da fase de recuperação passiva (60 segundos) do grupo Sedentário e Treinado.

SNA	SEDENTÁRIOS (média da área)	TREINADOS (média da área)	VALOR DE P (média)
SIMPÁTICO	0,04899298	0,013376667	*0,0325
PARASSIMPÁTICO	0,025095	0,023469773	0,1970
RAZÃO	1,9	0,5	*0,0325

SNA= Sistema Nervoso Autônomo; valor de p ($p=0,05$)

* $p < 0,05$

Os resultados apresentados na TABELA 7 mostram que na recuperação passiva (60seg) houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) para a área simpática dos grupos sedentários e treinados, porém, a área parassimpática não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) quando comparado os grupos. A razão indica um predomínio simpático no grupo dos sedentários e parassimpático no grupo de treinados, apresentando, portanto uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre eles.

TABELA 8: Razão nas Diferentes Fases do Protocolo do Grupo Sedentário e Treinado.

GRUPOS	FASES						
	Repouso	P. Horizontal Inicial	Declive	Plano Horizontal	Aclive	R.Ativa	R.Passiva
SEDENTÁRIOS	1,2	0,9	0,8	0,3	0,3	0,8	1,9
TREINADOS	0,5	0,6	0,2	0,4	0,4	0,2	0,5

Paralelo aos dados estatísticos, os resultados da coleta foram analisados utilizando também o escalograma Wavelet. Nesta visualização gráfica da série temporal, o eixo y é dedicado a escala de frequência, enquanto o eixo x é dedicado à escala de tempo, e por fim, um terceiro eixo representa uma escala de intensidade de energia (representado por cores no diagrama).

Neste estudo, utilizando uma análise tempo-frequencial, pôde-se obter os valores do gráfico GWS, e através destes, estudar o predomínio da área do sistema nervoso simpático e parassimpático, e sua razão.

As figuras apresentadas a seguir representam a Transformada Wavelet, do sinal eletrocardiográfico, durante todo protocolo experimental do grupo sedentário e grupo treinado, permitindo a amostra da dispersão da frequência em diferentes cores.

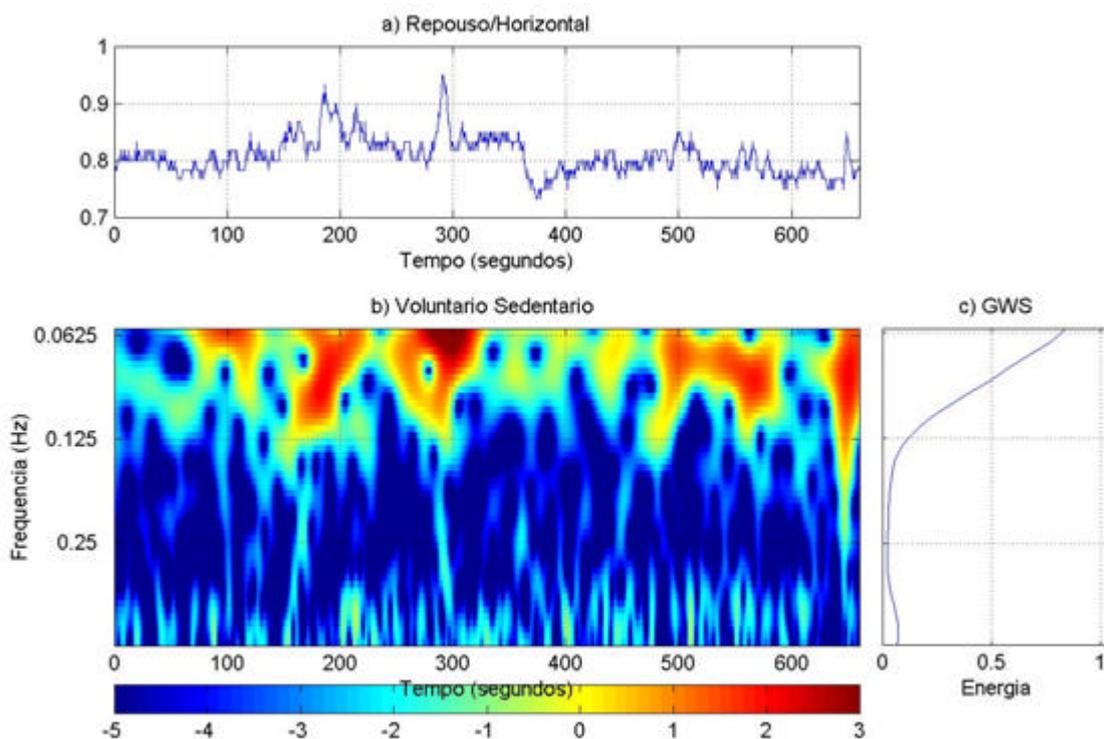


Figura 3 – Figura 3: (3a) registro elétrico do iRR do voluntário sedentário durante a fase de repouso (60s.) e caminhada na esteira em plano horizontal (600s.); (3b) escalograma do sinal eletrocardiografico; (3c) GWS (*Global Wavelet Spectrum*).

A figura 3 apresenta a visualização gráfica de um voluntário sedentário durante o repouso e a caminhada em plano horizontal. Observa-se que durante o repouso a intensidade de energia é baixa (coloração azulada). De acordo com o início da caminhada, a intensidade de energia apresenta-se progressivamente maior, fato este que sugere um aumento do esforço físico.

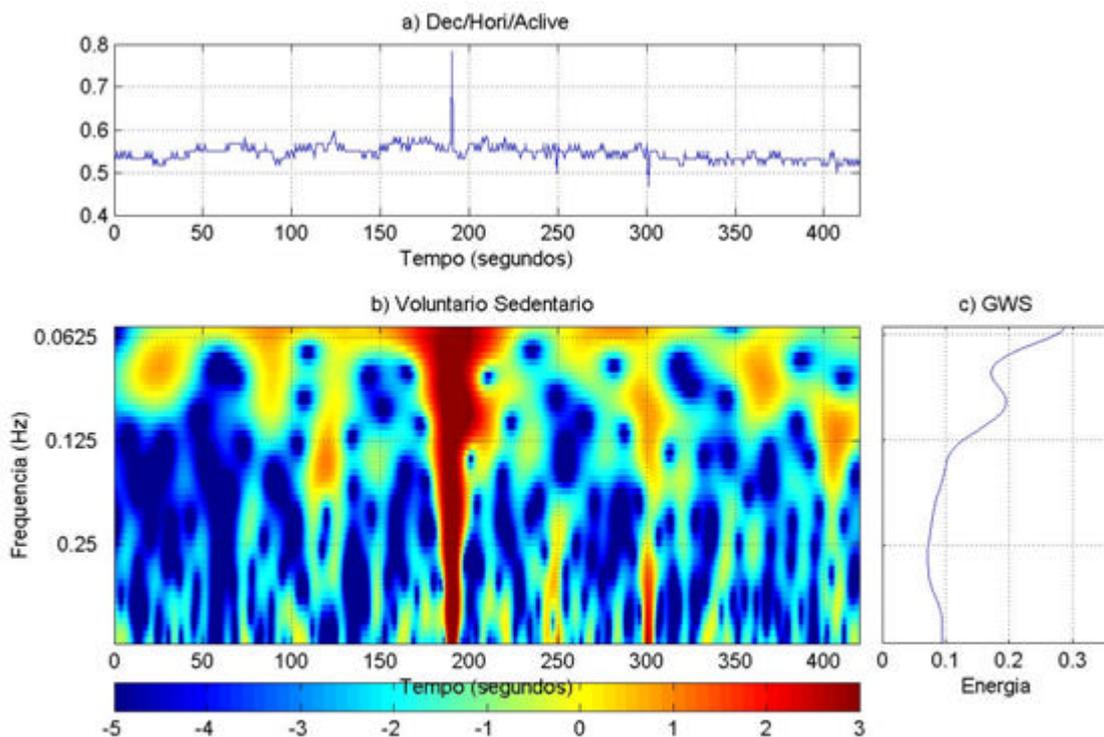


Figura 4 – Figura 4: (4a) registro elétrico do iRR do voluntário sedentário durante o período de declive em três porcentagens (1%, 2%, 3%) correspondendo a 180s.; em plano horizontal (60s.) e em active em três porcentagens (1%, 2%, 3%) durante 180s.; (4b) escalograma do sinal eletrocardiografico.; (4c) GWS (*Global Wavelet Spectrum*).

A figura 4 apresenta o voluntário sedentário durante a caminhada em diferentes porcentagens, sendo os primeiros 180seg, representado por uma alteração na esteira em declive durante esta fase, pode-se observar uma discreta intensidade de energia, porém a mesma apresenta-se progressivamente maior na alteração da esteira para plano horizontal.

Na fase do active, a intensidade de energia diminui, porém com picos variando durante a fase.

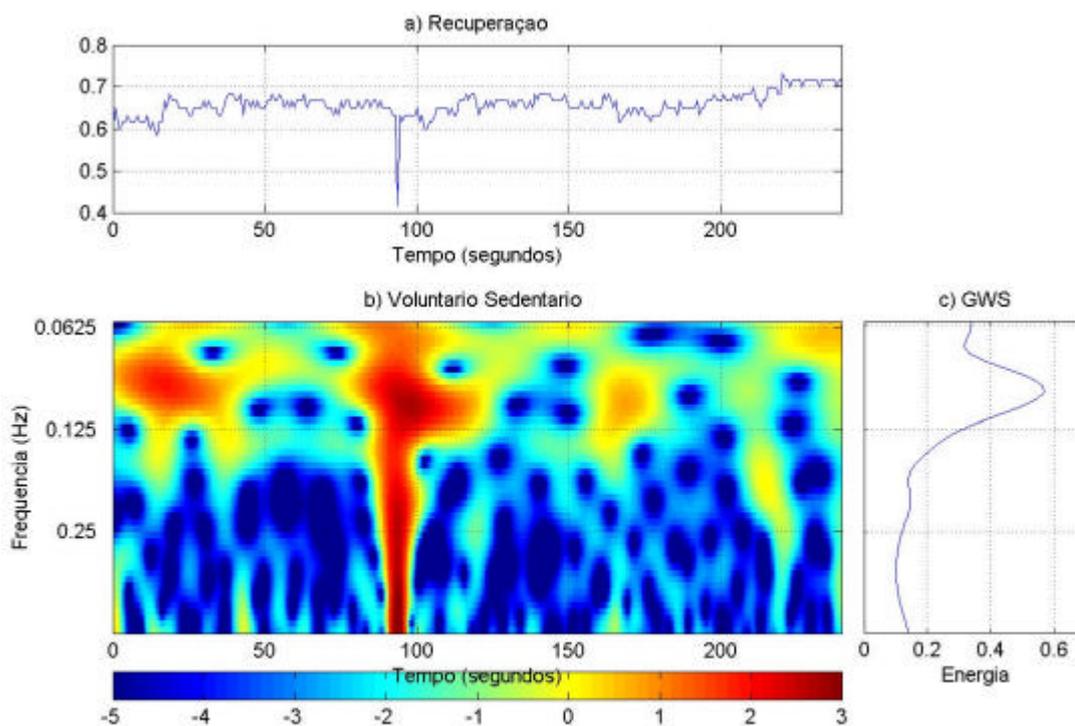


Figura 5 – Figura 5: (5a) registro elétrico do iRR do voluntário sedentário durante o período de recuperação, sendo esta dividida em recuperação ativa (180s.) e recuperação passiva (60.g); (5b) escalograma do sinal eletrocardiográfico; (5c) GWS (*Global Wavelet Spectrum*).

A figura acima apresenta o período de recuperação, sendo os primeiros 180seg. de recuperação ativa, ou seja, o paciente permanece caminhando na esteira em plano horizontal, porém a velocidade da mesma vai sendo gradativamente reduzida retornando a velocidade inicial. Nesta fase nota-se que o voluntário apresenta um aumento na intensidade de energia, mas, no entanto, essa intensidade vai sendo reduzida aos poucos. Esta redução se torna evidente na fase de recuperação passiva, apresentando uma coloração mais azulada.

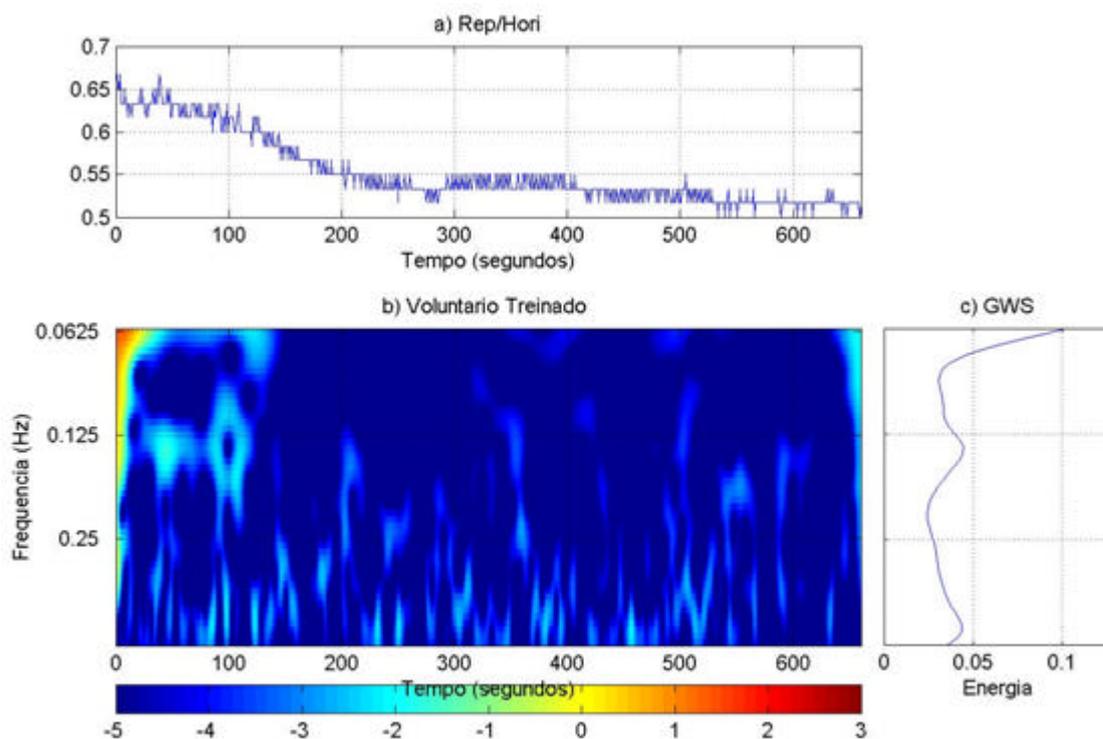


Figura 6 – Figura 6: (6a) registro elétrico do iRR do voluntário treinado durante o repouso (60s.) e caminhada na esteira em plano horizontal (600s.); (6b) escalograma do sinal eletrocardiográfico; (6c) GWS (*Global Wavelet Spectrum*).

Na figura 6 pode-se observar que o voluntário após período de treinamento, não apresentou aumento da intensidade de energia, sendo visualizado pela coloração azulada. Está de acordo com a média do grupo que apresentou um predomínio da atividade do sistema nervoso parassimpático.

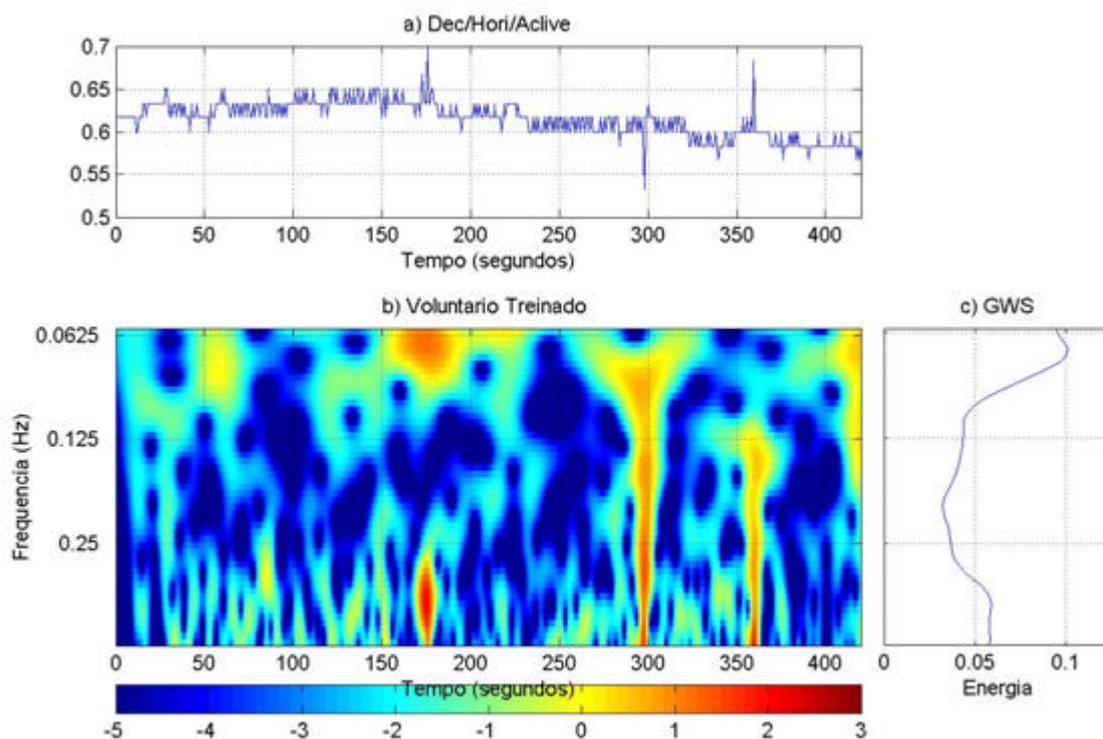


Figura 7 – Figura 7: (7a) registro elétrico do iRR do voluntário treinado durante o período de declive em três porcentagens (1%, 2%, 3%) correspondendo a 180s.; em plano horizontal (60s.) e em active em três porcentagens (1%, 2%, 3%) durante 180s.; (7b) escalograma do sinal eletrocardiográfico (7c) GWS (*Global Wavelet Spectrum*).

A figura 7 apresenta o voluntário treinado durante a caminhada em diferentes porcentagens, sendo os primeiros 180seg, representados por um declive. O voluntário apresentou baixa intensidade de energia nesta fase. Esta intensidade de energia discretamente alterou-se no início do plano horizontal, mas retornando a coloração azulada durante o restante da caminhada, incluindo a fase de active.

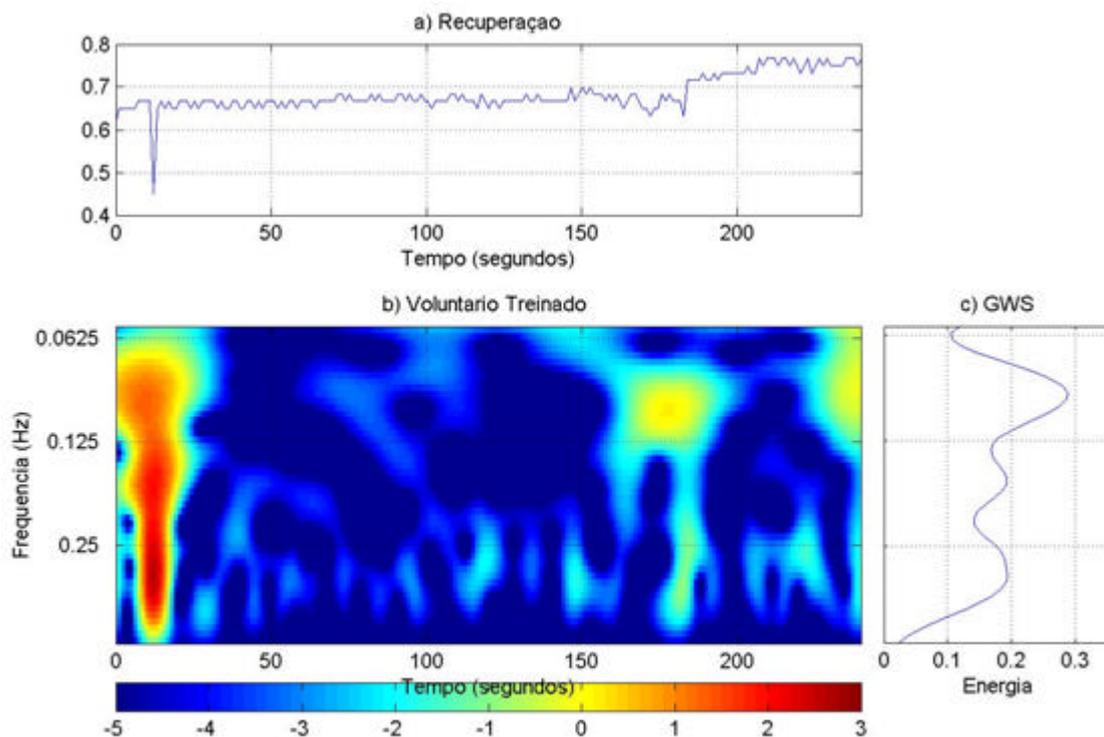


Figura 8 – Figura 8: (8a) registro elétrico do iRR do voluntário treinado durante o período de recuperação, sendo esta dividida em recuperação ativa (180s.) e recuperação passiva (60s.); (8b) escalograma do sinal eletrocardiográfico; (8c) GWS (*Global Wavelet Spectrum*).

O voluntário apresentou um aumento na intensidade de energia no início da recuperação ativa, mas se estabilizou no restante do percurso da caminhada na esteira em plano horizontal. Ao iniciar a recuperação passiva, permanecendo na posição ortostática, apresenta baixa intensidade de energia, com predomínio do sistema nervoso parassimpático.

6. DISCUSSÃO

A VFC foi utilizada neste estudo para analisar o comportamento do SNA em indivíduos sedentários e treinados, durante uma caminhada na esteira, usando, portanto, uma análise tempo-frequencia.

Catai et al (2002), em seu estudo, afirma que uma forma de caracterizar o balanço simpato-vagal seria a utilização da razão (LF/HF), que reflete as interações absolutas e relativas entre os componentes simpáticos e parassimpáticos do sistema nervoso autônomo do coração.

Segundo Task Force (1996), sob condições de repouso, ocorre um predomínio da atividade vagal. Esse fenômeno é explicado por Barbosa et al (2004) onde relata que a influência parassimpática excede os efeitos simpáticos pelo fato da liberação do neurotransmissor acetilcolina, antagonizar os efeitos adrenérgicos. Porém, esses dados contrariam nossos achados, onde na fase de repouso, o grupo sedentário apresentou predomínio da atividade nervosa simpática.

De acordo com Aubert, Spes e Beckers (2003), durante o pré-teste, a descarga simpática aumenta inibindo os impulsos do nervo vagal para o coração. A inibição do sistema nervoso parassimpático e o predomínio da atividade simpática na medula oblonga provocam um aumento na frequência cardíaca e na contractilidade miocárdial.

O grupo treinado, durante o repouso, apresentou através da média um predomínio parassimpático. Fletcher et al (1995), conclui que o treinamento físico modula o SNA, provocando aumento da atividade parassimpática e concomitante redução da atividade simpática, manifestada pela menor frequência cardíaca e pressão arterial de repouso.

Ao iniciar a caminhada em plano horizontal, os grupos estudados apresentaram um predomínio parassimpático. Este estudo sugere que durante uma atividade de baixa intensidade,

não houve diferença no comportamento do SNA no grupo treinado em relação ao grupo sedentário, pois ambos apresentaram valores que sugerem um predomínio parassimpático. Perini et al (2002) em seu estudo, realizou análises espectrais de energia durante o exercício em diferentes intensidades (baixo, médio e alto), descobrindo que não houve mudança na energia relativa a baixa intensidade, concordando com os resultados aqui obtidos.

Nas modificações da esteira (declive e aactive), o grupo sedentário apresentou predomínio da atividade nervosa parassimpática, assim como o grupo treinado.

Os achados referentes ao grupo treinado condizem com a literatura, que segundo Aubert, Spes e Beckers (2003), a boa aptidão física e o treinamento com exercícios físicos regulares induzem adaptação do sistema nervoso autônomo, que é mais comumente observado na forma de um declínio da FC basal. É admitido que o tônus vagal cardíaco aumente em indivíduos treinados aos comparados aqueles não treinados. Em relação ao grupo sedentário, os achados não se enquadram com a literatura, que segundo Ribeiro (2005), durante a prática da atividade física, a modulação autonômica da FC é obtida pela retirada vagal e aumento da atividade simpática. Segundo o *I Consenso Nacional de Reabilitação Cardiovascular (1997)*, exercícios de ritmo fixo como, por exemplo, caminhada em velocidade constante por 10min, acarretam modificações dos níveis fisiológicos de repouso, obtendo uma fase de equilíbrio do sistema, que uma vez alcançados, tendem a se manter constante (*steady-state*). Este resultado sustenta a afirmação feita por Aubert; Spes; Beckers, (2003), que a relação do recuo parassimpático e aumento da atividade nervosa simpática durante o exercício dinâmico depende da intensidade do exercício.

Considerando a caminhada uma atividade física de baixa intensidade, nossos achados vão de encontro com Paschoal et al (2003), que em seu estudo com exercício dinâmico de baixa intensidade, observou que a redução da atividade vagal sobre o nó sinoatrial foi

significativamente maior, sugerindo que ação nervosa parassimpática pode ter sido mais importante que a ação simpática nesse nível de intensidade de esforço.

Na fase de recuperação ativa, os grupos sedentário e treinado continuaram com um predomínio parassimpático. Durante essa fase, a velocidade da caminhada foi sendo reduzida gradativamente, justificando o predomínio da atividade vagal em ambos os grupos, estando de acordo com estudo feito por Arai et al (1989), com análise espectral, onde afirma que ocorre maior participação vagal no início da recuperação.

Porém, na recuperação passiva, o grupo sedentário apresentou um predomínio simpático. Este resultado sugere que os indivíduos sedentários apresentem durante a recuperação, uma redução na capacidade física, levando em consideração também, os mecanismos hemodinâmicos, possivelmente uma diminuição do retorno venoso, alteração no débito cardíaco, provocando um aumento na FC. Este resultado está de acordo com Tulppo et al (2001), que mostrou um declínio progressivo da atividade parassimpática durante a recuperação.

De acordo com Alves et al (2004), o processo de envelhecimento vem acompanhado de um maior declínio da performance cardiovascular, massa muscular, força e composição corporal, acompanhado de uma diminuição da atividade física.

Em contraste com o grupo sedentário, o grupo treinado apresentou um predomínio parassimpático durante a fase de recuperação passiva, evidenciando a importância do treinamento físico.

De acordo com Almeida e Araújo (2003), a “American Heart Association” recomenda que os indivíduos realizem exercícios físicos na maioria dos dias da semana, se possível todos os dias, com intensidade variando de acordo com sua aptidão física.

Portanto, nossos resultados corroboraram aqueles encontrados por Middleton e De Vito (2005) que encontraram efeito parassimpático inferior para indivíduos treinados, quando

comparados aos sedentários. Ainda, Melanson E Freedson (2001), afirmam em seu estudo que o programa de treinamento de resistência em sedentários aumentou a atividade nervosa parassimpática após 12 semanas. Isto foi provado por aumento significativo na energia de HF após o treinamento.

Além dos valores numéricos obtidos através do gráfico GWS, onde se pode estudar as áreas do SNA, a Transformada Wavelet Contínua propicia uma análise visual das diferentes fases do protocolo experimental, através do escalograma de cores. Este escalograma mostrado na figuras 3b, 4b, 5b 6b, 7b e 8b, permitiu em nosso estudo verificar a intensidade de energia apresentada pelos indivíduos durante o teste.

Nossos achados evidenciam a hipótese que os sistemas nervosos simpático e parassimpático são os mediadores primários da modulação autonômica da FC durante exercício físico.

Yataco et al (1997) sustenta a hipótese de que o declínio da VFC associada a idade, é devido em grande parte ao estilo de vida e não somente ao envelhecimento, sugerindo que a prática de atividade física regular pode ser capaz de retardar o declínio fisiológico, sustentado pelos poucos estudos de VFC realizado em atletas seniores.

7. CONCLUSÃO

Os resultados encontrados nos permitem concluir que:

A análise da VFC através da Transformada Wavelet possibilitou a análise do comportamento do SNA durante a caminhada.

A Transformada Wavelet se mostrou uma ferramenta eficaz no processamento e análise de sinais, permitindo uma análise tempo-frequência da atuação do SNA.

Durante as fases de declive e aclone, os grupos não apresentaram diferenças significantes na atuação do SNA, apresentando ambos um predomínio da atividade nervosa parassimpática.

No grupo treinado foi caracterizado o predomínio dos sistema parassimpático durante todas as fases do protocolo experimental.

Nas fases de repouso e recuperação passiva observou-se um predomínio da atividade do sistema nervoso simpático no grupo sedentário

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, J.M.; PERRY, J. Análise da Marcha. In: ROSE, J; GAMBLE, J; **Marcha Humana**. São Paulo: Premier, 1998.p.147-159.
- ALBERTO, A. C.; NADAL, J. Sistema para análise no domínio do tempo da variabilidade do ritmo cardíaco em cardiopatia chagásica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA, 18, 2002, São José dos Campos, **Anais...** São José dos Campos: UNIVAP, 2002. p.516- 519.
- ALMEIDA, M.B.; ARAÚJO, C.G.S. Efeitos do treinamento aeróbico sobre a frequência cardíaca. **Rev Bras.Med.Esporte**. v.9, n.2, mar/abr, 2003.
- ALONSO, D. O. et al. Comportamento da frequência cardíaca e da sua variabilidade durante as diferentes fases do exercício físico progressivo máximo. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, São Paulo, v.71, n.6, p.2-10, dez.,1998
- 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.
- ARAI Y. et al. Modulation of cardiac autonomic active during and immediately after exercise. **Am. J. Physiol.**, v. 256, (1 Pt 2), p.132-141, 1989.
- ASHKENAZY, Y. et al. **Discrimination of the Healthy and Sick Cardiac Autonomic Nervous System by a New Wavelet Analysis of Heartbeat Intervals**, maio de 2002.
- AUBERT, .A.E.; SPES, B.; BECKERS, F. Heart Rate Variability in Athletes. **Sports Med**. v. 33, n. 12, p. 889-919, 2003.
- BARBOSA, E.C et al. Repolarização precoce no eletrocardiograma do atleta. Bases iônicas e modelo vetorial. **Arq. Bras. Cardiol**. São Paulo , v.82, n.1 , Jan 2004.
- BARR, A.E; BACKUS, S.I. Biomecânica da marcha. In: NORDIM, M.; FRANKEL, V.H. **Biomecânica básica do sistema músculo-esquelético**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. p.379-396.
- BOLZAN, M. J. A. Análise da transformada em ondas aplicadas 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**. Dissertação (Mestrado Faculdade de Tecnologia), Universidade de Brasília, 2003.
- CATAI, A.M. et al. Effects of aerobic exercise training on heart variability during wakefulness and sleep and cardiorespiratory responses of young and middle-aged healthy men. **Braz. J. Med. Biol. Res.**, v 35, n.6, p.741-752, 2002.

I CONSENSO NACIONAL DE REABILITAÇÃO CARDIOVASCULAR (Fase Crônica). **Arq. Bras. Cardiol.** v.69 n.4 São Paulo oct. 1997

DAVINI, R. et al. Frequência cardíaca de repouso e modulação parassimpática cardíaca em atletas idosos e idosos fisicamente ativos. **Rev. Ciência Médica**, v.13, n.4, p. 307-315, out./dez., 2004.

DOUGLAS, C.R. **Tratado de Fisiologia aplicado à saúde**. 5. ed. São Paulo: Robe Editorial, p. 1582, 2002.

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.

FLETCHER, G.F. et al. Exercise standards. A Statement for healthcare professionals from the **American Heart Association**. **Circulation**, v.91, p.580-613, 1995.

FOSS, M. L.; KETEVIAN S. J. **Bases fisiológicas do exercício e do esporte**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

GAGE, J.R. An overview of normal walking. In: **Gait analyses**.1990. p.291- 303.

GRUPI, C. J.; et al. Variabilidade da Frequência Cardíaca: significado e aplicação clínica. **Rev Ass. Med. Brasil**, v. 40, n.2, p. 129-36, 1994.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Tratado de Fisiologia Médica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.973, 2002.

HALLAKE, J. O eletrocardiograma normal do adulto. In: **Eletrocardiograma**. São Paulo: Medsi, 1994. Cap.11, p.113-123.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K.M. **Bases Biomecânicas do movimento humano**. São Paulo: Manole, p. 532, 1999.

INMAN, V.T.; RALSTON, H.J.; TODD, F. A locomoção humana. In ROSE, J; GAMBLE,J. **Marcha Humana**. São Paulo: Premier, 1998.p.1-21.

JORDÃO NETO, A. **Gerontologia básica**. São Paulo: Lemos, 1997

KARLSSON, B.J.S; GERDLE, B.; AKAY, M; analyzing surface myoelectric signals recording during isokinetic contractions using wavelets. **IEEE Eng Med Biol Mag**; v.20, p.97-105, 2001.

KITNEY, R.I.; ROMPELMAN, O. **The study of Heart Rate Variability**. University of Oxford. Clarendon Press, 1980.p 59-107.

LEHMANN, J.F. Push-off and propulsion of the body i normal and abnormal gait. **Clinical Orthopaedics and Related Research**. v. 288, p.97-108, 1983.

LONGO, A.; FERREIRA, D.; CORREIA, M.J. Variabilidade da Frequência Cardíaca. **Rev. Port. Cardiol.** v.14, n. 3. p. 241-262, 1995.

MARÃES, V. R. F. S. et al. Determinação e validação do limiar de anaerobise a partir dos métodos de análise da frequência cardíaca e de sua variabilidade. **Rev. Soc. Cardiologia Estado de São Paulo**, Supl. A, v.13, n.4, p.1-15, Jul./Ago., 2003.

McARDLE W. D.; KATCH F. I.; KATCH V. L.; **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

MELANSON, E.L; FREEDSON, P.S. The effect of endurance training on resting heart rate variability in sedentary adult males. **Eur.J.Appl Physiol**. v.85, n.5, p.442-449, 2001.

MIDDLETON, N.; DE VITO, G. Cardiovascular autonomic control in endurance-trained and sedentary young women. **Clin Physiol Funct Imaging**. V.25, p.83-89, 2005.

MOSHOU, D. et al. **Dynamic muscle fatigue detection using self-organizing maps**. [s.l.]:Elsevier, 2005. p. 391-398.

NORKIN, C.C. Análise da Marcha. In: **Reabilitação física: avaliação e tratamento**. São Paulo, Editora Manole, p. 225-249, 1998.

NOVAIS, L. D. et al. Avaliação da variabilidade da frequência cardíaca em repouso de homens saudáveis sedentários e de hipertensos e coronariopatas em treinamento físico. **Rev. Bras. de Fisioterapia**, v.8, n.3, p.207-213, 2004.

PASCHOAL, M. A. et al. Controle autonômico cardíaco durante a execução de atividade física dinâmica de baixa intensidade. **Rev. Soc. Cardiologia de São Paulo**, Supl. A, v.13, n.5, p.1-11, set./out., 2003.

PERINI, R. et al. Aerobic training and cardiovascular responses at rest and during exercise in older men and women. **Med.Sci.Sports.Exerc**. v.34, p.700-708, 2002.

PERRY, J. Gait Cycle. In: **Gait analyses: Normal and Pathological Function**. New Jersey: Thorofare, 1992, p.3 – 7.

PICHON, A. P. et al. Spectral analysis of heart rate variability during exercise in trained subjects. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. p.1702-1708, June, 2004. Disponível em: <<http://www.acsm-msse.org>> Acesso em: 27 nov. 2005.

PUMPRLA, J. et al. Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. **International Journal of Cardiology**, v.84, p.1-14, 2002.

REIS, A F et al. Disfunção Parassimpática, Variabilidade da Frequência Cardíaca e Estimulação Colinérgica após Infarto Agudo do Miocárdio.**Arq Bras Cardiologia**, v.70, n.3, 1998.

RIBEIRO, J. P.; MORAES FILHO, R. S. Variabilidade da frequência cardíaca como instrumento de investigação do sistema nervoso autônomo. **Rev. Bras. Hipertensão**, v.12, n.1, p.14-20, 2005.

- RIBEIRO, M. P.; BRUM, J. M.; FERRARIO, C. M. Análise espectral da frequência cardíaca. Conceitos básicos e aplicação clínica. **Arq. Bras. de Cardiologia**, v.59, n.3, 1992.
- SANCHES, P.C.R; MOFFA P. J. Atividade elétrica normal do coração. In: **Eletrocardiograma normal e patológico**. 7.ed. São Paulo: Roca, 2001. c.2, p.27-53.
- SCHULTZ, A.B. Mobility impair in the elderly: challenges for biomechanics research. **J. Biomech.** v.25, p. 519-528, 1992.
- SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. **Controle Motor**. Teoria e aplicações práticas. São Paulo: Manole,2003.
- SILVA, A.V.; EYNG, J. Wavelets e Wavelets Packets. Seminário de Visão Computacional – CPGCC, 2000. Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/~visao/2000/Wavelets#2>. Acesso em: 08 ago. 2006.
- SILVERTHORN, D. U. **Fisiologia humana: uma abordagem integrada**. 2.ed. Barueri: Manole, 2003.
- SOUZA, C.A.; SGUIZZATTO, G.T. Aspectos Anatômicos e fisiológicos do envelhecimento. **Act.Ortop.Brás.** v.6, n.1, p.11-14,1998.
- 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.P. A Pratical Guide to Wavelet Analysis. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v.79, n.1, p.61-78, 1998.
- TULPPO, M.P et al. Effects of exercise and passive head-up tilt on fractal and complexity properties of heart rate dynamics. **Am J Physiol Heart Circ Physiol.**, v.280, p.1081-1087, 2001.
- VARGAS, H.S. A depressão no idoso – Fundamentos. In: CORREA, A.C.O. **Envelhecimento, Depressão e Doença de Alzheimer**. Belo Horizonte: Health.1996.
- YATACO, A.R et al. Heart rate variability and cardiovascular fitness in senior athletes. **Am. J. Cardiol.**, v.80, n.10, p.1389-1391, 1997.
- WALL, J.C. et al. **Movimento funcional humano**. São Paulo: Manole, 2001. p.93-106.
- WHITTLE, M.W. Clinical gait analysis: A review. **Human Movement Science**, v.15, p. 369-387, 1996.

ANEXO A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO EM PESQUISA (TCLE)

Nome do Voluntário: _____

Endereço: _____

Telefone para contato: _____

Cidade: _____

As informações contidas neste prontuário foram fornecidas pela Pós-graduanda Marta Maria Delfino, objetivando firmar acordo escrito mediante o qual, o voluntário da pesquisa autoriza a participação com pleno conhecimento da natureza dos procedimentos e riscos a que se submeterá, com a capacidade de livre arbítrio e sem qualquer coação.

1-Título: “Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca durante a caminhada em esteira rolante, em diferentes inclinações (declive e aclone), em indivíduos sedentários e treinados na faixa etária de 50 a 70 anos, utilizando a Transformada Wavelet Contínua”.

2-Objetivo: O presente estudo teve como objetivo analisar a Variabilidade da Frequência Cardíaca durante a caminhada em esteira rolante, em diferentes inclinações (declive e aclone), nos indivíduos sedentários e treinados na faixa etária de 50 a 70 anos, através da Transformada Wavelet.

3-Justificativa: Esse estudo visa analisar a resposta do Sistema Nervoso Autônomo frente ao treinamento físico, junto à população idosa, sendo esta mais propensa ao desenvolvimento de patologias cardiovasculares e musculares.

4- Procedimento em Fase Experimental: Serão avaliados 20 indivíduos na faixa etária de 50 a 70 anos, sedentários e treinados, não portadores de fatores de risco para cardiopatia. Todos realizarão o teste de Caminhada na esteira, em diferentes inclinações (declive e aclone).

5- Desconforto ou Riscos Esperados: Os voluntários não serão submetidos a riscos durante o período experimental, podendo possivelmente ocorrer falta de equilíbrio e desconforto inicial até que o mesmo se adapte a caminhada na esteira.

6- Informações: Os voluntários têm a garantia que receberão respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento de qualquer dúvida quanto aos procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados com a pesquisa em questão. Também os pesquisadores supracitados assumem o compromisso de proporcionar informação atualizada obtida durante o estudo, ainda que esta possa afetar a vontade do indivíduo em continuar participando.

7- Retirada do Consentimento: Os voluntários têm a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo.

8- Aspectos Legais: Elaborados de acordo com as diretrizes e normas regulamentadas de pesquisa envolvendo seres humanos atendendo à Resolução no 196, de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde do Ministério de Saúde – Brasília – DF.

9- Garantia de Sigilo: Os pesquisadores asseguram a privacidade dos voluntários quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa.

10- Formas de Ressarcimento das Despesas Decorrentes da Participação na Pesquisa: Não serão ressarcidas despesas com eventuais deslocamentos.

13. Consentimento do Voluntário

Nome do Voluntário: _____

Endereço: _____

Telefone para contato: _____

Cidade: _____

Declaro ser voluntário da pesquisa, intitulada como “Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca durante o teste de caminhada em esteira, em indivíduos na faixa etária de 50 a 70 anos, utilizando a Transformada Wavelet” a ser realizada no Laboratório de Biodinâmica, Bloco 07, na Universidade do Vale do Paraíba - S.J.C; e ter pleno conhecimento da natureza dos procedimentos e riscos a que me submeterei, com a capacidade de livre arbítrio e sem qualquer coação.

Assinatura do voluntário ou responsável

Documento de Identificação

ANEXO B**QUESTIONÁRIO****DADOS PESSOAIS**

Nome Completo: _____

RG: _____

Data de Nascimento: __/__/____ Sexo: Masculino () / Feminino ()

Endereço: _____ Complemento: _____

Bairro: _____ Cidade: _____

Telefone: _____ Estado Civil: _____

Escolaridade: _____ Profissão: _____

Estatura (m): _____ Peso (N): _____

Lado Dominante (MMII): _____

QUESTIONÁRIO CLÍNICO

1. Já caminhou ou costuma caminhar em esteira com e sem inclinações? Sim () / Não ()

Com qual frequência? _____

Há quanto tempo caminhou pela última vez? _____

2. Pratica alguma atividade física? Sim () / Não ()

Qual? _____

Há quanto tempo? _____

Com qual frequência? _____

3. Já sofreu alguma lesão óssea, muscular, ligamentar e/ou articular? Sim () / Não ()

Qual/Quais? _____

Há quanto tempo? _____

Gerou alguma seqüela? _____

4. Tem ou já teve algum problema de coluna? Sim () / Não ()

Qual? _____

Em que região? _____

5. Possui alguma doença cardíaca ou respiratória? Sim () / Não ()

Qual? _____

Há quanto tempo? _____

Faz algum tipo de tratamento? _____

6. Apresenta alteração de pressão arterial: Sim () / Não ()

7. Está atualmente em algum tipo de tratamento? Sim () / Não ()

Qual? _____

Para que? _____

8. Utiliza algum medicamento: Sim () / Não ()

Qual/Quais? _____

9. Já fez alguma cirurgia? Sim () / Não ()

Qual/Quais? _____

Há quanto tempo? _____

10. Sente alguma dor? Sim () / Não ()

Onde? _____

Em que situações ela surge? _____

Qual o horário em que ela está mais forte? _____

Como é essa dor? _____

Qual a profundidade dessa dor? _____

ATIVIDADES DE VIDA DIÁRIA

<u>S – Sim</u>	<u>N - Não</u>	Dor	Falseio	Incômodo	Local

Correr		
Saltar		
Agachar		
Ajoelhar		
Levantar da posição sentada		
Praticar esportes? (qual? _____)		
Outros: _____		

ANEXO C



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UNIVAP

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo n.º H019/2006/CEP, sobre “*Estudo do comportamento da variabilidade da frequência cardíaca durante o teste de caminhada em esteira, em diferentes inclinações (active e declive) em indivíduos na faixa etária de 50 a 70 anos, submetidos ao treinamento de resistência muscular localizada*”, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Rodrigo Alexis L. Osorio, está de acordo com os Princípios Éticos, seguindo as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos, conforme Resolução n.º 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e foi **aprovado** por esta Comissão de Ética em Pesquisa.

Informamos que o pesquisador responsável por este Protocolo de Pesquisa deverá apresentar a este Comitê de Ética um relatório das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação.

São José dos Campos, 02 de maio de 2006

PROF. DR. LANDULFO SILVEIRA JUNIOR
Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa da Univap