

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE MEDICINA  
DOUTORADO EM CIÊNCIAS MÉDICAS  
LABORATÓRIO CARDIOVASCULAR**

**TESE DE DOUTORADO**

**EFEITOS DO INCREMENTO DO NÚMERO DE PASSOS  
DIÁRIOS SOBRE A FUNÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA  
E O DESEMPENHO FÍSICO NO LIMAR ANAERÓBICO,  
EM INDIVÍDUOS NORMAIS SEDENTÁRIOS**

**Luiz Guilherme Grossi Porto**

Brasília, novembro de 2007

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE MEDICINA  
DOUTORADO EM CIÊNCIAS MÉDICAS  
LABORATÓRIO CARDIOVASCULAR**

**TESE DE DOUTORADO**

**EFEITOS DO INCREMENTO DO NÚMERO DE PASSOS  
DIÁRIOS SOBRE A FUNÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA  
E O DESEMPENHO FÍSICO NO LIMAR ANAERÓBICO,  
EM INDIVÍDUOS NORMAIS SEDENTÁRIOS**

**Tese de doutorado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em Ciências  
Médicas da Faculdade de Medicina, como  
requisito para obtenção do título de Doutor  
em Ciências Médicas – Área de  
concentração: Ciências Aplicadas em  
Saúde.**

Aluno: Luiz Guilherme Grossi Porto

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Junqueira Jr.

“Andar é o melhor remédio para o ser humano”  
*Aforismo atribuído a Hipócrates*

“O correr da vida embrulha tudo, a vida é assim: esquenta e esfria,  
aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta.  
O que ela quer da gente é coragem”  
*Guimarães Rosa*

## **AGRADECIMENTOS**

Momento conquistado... A tese está pronta e paro para refletir sobre essa longa jornada. Do crescimento pessoal e profissional, passando pelas angústias das ausências junto à família, hoje confirmo minha impressão de quatro anos atrás. Fazer um curso de doutorado reflete uma opção de vida. Melhor, pior, quem saberá? Apenas uma opção.

Agradecer traz sempre conforto e tranquilidade ao espírito. Expressar gratidão com palavras é inquietante e talvez plenamente possível somente aos poetas. É no silêncio de mais uma madrugada que busco inspiração. O momento requer sossego e paz de espírito.

Agradeço a Deus pela oportunidade. Cursar o doutorado, em uma universidade pública e gratuita, da qualidade da Universidade de Brasília, na Faculdade de Medicina, é oportunidade rara, da qual tenho a clareza de seu significado e a correspondente responsabilidade adquirida.

Aos **voluntários** meu agradecimento fundamental. Pessoas que dispuseram de seu precioso tempo para contribuir voluntariamente comigo e/ou com a ciência. Que o trabalho produzido possa lhes retribuir a disponibilidade. Obrigado!

Aos técnicos do Laboratório de Fisiologia do Exercício, **Lúcia Kobayashi** e **Harley Azevedo Junior**, pela presteza e colaboração na execução dos testes ergoespirométricos.

À Sra. **Maria da Graça Sousa**, técnica do Laboratório Cardiovascular, pelo incentivo constante e pelo jeito amável de ser, tornando mais alegre nosso ambiente de trabalho.

Ao Sr. **João Ronaldo de Andrade Rocha**, técnico do Laboratório Cardiovascular, pelo zelo dos equipamentos e pela colaboração na organização dos materiais para realização dos testes de função autonômica cardíaca.

Ao acadêmico de Educação Física, **Satir Lara Junior**, pelo ágil auxílio na tabulação de dados dos testes ergoespirométricos.

Ao Dr. **Daniel França de Vasconcelos** do Serviço de Cardiologia do Hospital Universitário de Brasília, pela realização das avaliações ecocardiográficas dos voluntários. Ao Daniel, colega de turma, obrigado pelo convívio, na esperança de várias outras bacalhoadas... Pessoa singular, cativante e detentora de uma bondade contagiante. Carrego em meu currículo - categoria “Qualis A Pessoal” - o orgulho de ter sido seu colega de turma e de ser seu amigo na vida.

Aos professores **Ricardo Luiz de Melo Martins** e **Pedro Luiz Tauil**, da Faculdade de Medicina. Em todos meus empreendimentos acadêmicos devo-lhes um sincero agradecimento. O estímulo inicial de ambos foi fundamental. São exemplos nos quais buscarei contínua motivação.

Agradecimento especial à Dra. **Maria da Conceição Bezerra Cavalcanti**, diretora do Serviço Médico do Tribunal Superior do Trabalho, por seu exemplo de conduta profissional. A seriedade de seu trabalho é contagiante. Obrigado sobretudo pela confiança e pelo apoio, que foram marcantes em minha atuação profissional e essencial ao bom andamento desta pesquisa. Por tudo, muito obrigado.

Ao professor Dr. **Paulo César de Jesus**, do Departamento de Clínica Médica – Cardiologia, pelas valorosas contribuições no exame de qualificação, com destaque ao árduo trabalho desenvolvido na correção minuciosa da versão preliminar da tese. Obrigado também pelas discussões científicas e filosóficas no dia-a-dia do laboratório. Em minha carreira docente é certamente um referencial de qualidade.

À professora Dra. **Keila Elizabeth Fontana**, da Faculdade de Educação Física, pela co-orientação deste trabalho, especialmente na discussão e construção do método da avaliação física empregado. Esse novo vínculo acadêmico agora constituído é para mim motivo de orgulho e de crescimento profissional. Que essa reaproximação acadêmica seja o início de muitas pesquisas a serem desenvolvidas em conjunto.

Ao professor Ms. **Guilherme E. Molina**, colega de profissão, com quem tenho a satisfação de trocar angústias e desafios relativos à Educação Física. Um dos grandes frutos que estou colhendo com o doutorado é o estreitamento de nossa amizade. Obrigado pelas importantes contribuições na definição do protocolo de avaliação física, bem como pela enorme disponibilidade na condução dos testes ergoespirométricos.

Ao professor **Guilherme Rocco**, mestrando da Faculdade de Educação Física, pela ajuda na execução dos testes ergoespirométricos e contribuição na definição do protocolo de avaliação física.

Aos professores Dr. **Iran Junqueira de Castro** e Dr. **Luiz César dos Santos**, então diretor da Faculdade de Educação Física e coordenador dos laboratórios AFIM, respectivamente, pela autorização para o desenvolvimento parcial desta pesquisa no Laboratório de Fisiologia do Exercício.

À **D. Myriam e ao Sr. Lofrano** (*in memoriam*), agradeço o carinho, o respeito e a confiança. Do Sr. Lofrano guardo a sabedoria em saber ser feliz, mesmo nos momentos mais difíceis. Ele era Ph.D. nisso. Para a senhora, D. Myriam, meu agradecimento pelo convívio e pelos ensinamentos na busca da competência, da retidão de caráter e de comportamento. Agradeço-lhe especialmente pelo enorme carinho com que nos ajuda a criar o Bruno e a Amanda. Saber que nas minhas ausências a senhora estava por perto, ensinando, brincando e sorrindo como os meninos, era motivo de muita tranquilidade. Tenha a certeza de que muito me ajudou. Obrigado! (por mim, pela Adriana e pelos meninos)

A você **Rodrigo**, cunhado-amigo-filho..., obrigado por nossa relação única. Nesse período do doutorado, o crescimento do Bruno e o nascimento da Amanda e minha enorme carga de trabalho, nos impuseram um menor convívio. Não seria bem o caso de agradecer, pois ninguém deve pedir sacrifício a quem ama. Mesmo assim, agradeço por sua capacidade de continuar a se desenvolver, alegrando-nos com suas conquistas. Espero estar chegando próximo do ponto sobre o qual nos questionou, ainda quando adolescente: “quando é que vocês vão estudar menos?”... Menos não deve ser o caso, mas o equilíbrio talvez esteja mais próximo... Obrigado!

Obrigado aos meus irmãos. Ao **Serginho** pela torcida contínua e calorosa, com a cumplicidade de quem já vivenciou a pós-graduação. Ao **André** pelo pronto-socorro de informática e pelo carinho e energia positiva para o sucesso dessa empreitada. Obrigado também pela oportunidade do encontro de seus filhos, Matheus e Lucas, com os meus. Laços de sangue que facilmente se converteram em amizade. Obrigado “especial” para você minha querida irmãzinha, **Daniela**. Portozinha, obrigado pela sabedoria e força, por tudo que me ensina e por me fazer um ser humano melhor. Obrigado irmãzinha!

Obrigado ao **Eduardo, cunhado e amigo**, pela atualização futebolística. Como saber das conquistas do Vasco nesse período? Agradeço por seu crescimento e amadurecimento, que muito me ajudaram. Que o Vasco nos dê as alegrias que você merece.

Às minhas queridas avós, **Vó Tela e Vó Neyde** (*in memoriam*), pela torcida e pelas orações diárias. Saibam que a grandeza de vocês, enquanto mães e mulheres de muita força, contribui diretamente para o sucesso desse meu trabalho. Obrigado pelos exemplos de vida em seus mais de 90 anos de sabedoria, amor e carinho constantes.

*Aos meus pais, Sérgio Dayrell Porto e Maria Stela Grossi Porto.*

Muito obrigado por eu ser quem sou. Lembro-me agora que, aos dezessete anos, quando fiz vestibular, minhas primeiras opções foram Comunicação (do Professor Sérgio) e Sociologia (da Professora Maria Stela). A insegurança da juventude certamente me direcionou nessas escolhas, mas sem dúvida estava guiada pelos exemplos de dentro de casa, que muito me orgulham. Alcançar esse título é motivo de muita alegria, pois sempre o tive como um referencial pelo exemplo de vocês. Muitas vezes me pego pensando, nas madrugadas de estudo, em quantas vezes assisti a mesma cena protagonizada por vocês. Hoje, com o privilégio de fazê-lo em um silencioso computador, mas como esquecer a velha Olivetti 22 no meio da noite a tagarelar...

Obrigado pelos exemplos de dedicação ao estudo e, sobretudo, pelo referencial da criação que me deram e por me fazerem uma pessoa feliz. Será enorme orgulho receber o título de doutor na mesma universidade do Professor Sérgio e da Professora Maria Stela, por onde transitei desde menino.

Obrigado pelo amor!

*Aos meus filhos **Bruno e Amanda**.*

Mais que um agradecimento, uma homenagem. Vocês são minha fonte de inspiração de todo dia. Enquanto vocês se desenvolvem eu cresço! Sei que andei muito ausente nesses últimos tempos. O Bruno já andou até dizendo que não gosta de tese e a Amanda anda falando com as bonecas que vai sair para fazer a tese dela.

Obrigado pelas alegrias mais puras, genuínas e integrais que vocês me proporcionam todos os dias. Peço a Deus sabedoria, saúde e paz para saber criá-los para serem pessoas boas e felizes.

Bruno e Amanda, obrigado pela felicidade e pelo amor de todo dia.

Obrigado filho! Obrigado filha!

*À minha amada **Adriana**.*

Obrigado por sua cumplicidade contínua e pelo amor demonstrado a cada dia. Nossa cumplicidade se resume na capacidade que desenvolvemos de nos confundirmos um com o outro, sem perdermos, no entanto, nossos próprios brilhos. Obrigado por estar sempre ao meu lado e me transformar diariamente.

Adriana, do “você” com “c cedilha” ao doutorado, agradeço por estar sempre comigo. Concluo este doutorado graças a você e ao amor que tem por mim. Obrigado pela oportunidade de adormecer e despertar ao seu lado. Seu amor me regenera e me impulsiona a cada dia.

É com meu coração sorrindo que te digo:

Obrigado, Garota!!!!



*Ao Professor Junqueira,*

Agradecer na medida exata do muito que o senhor me ensinou é tarefa impossível. Na ausência das palavras perfeitas, entendo que a melhor maneira de agradecê-lo pela competência e dedicação é fazendo da melhor forma aquilo a que me propus. Assim foi esta tese, Professor. Que meu empenho e seu o produto final sejam capazes de singelamente lhe gratificar profissional e espiritualmente.

Entre tantas coisas que me ensinou, aprendi que na vida acadêmica podemos aceitar como verdadeiro o ditado: “diga-me com quem andas e direi quem tu és” ( $p < 0,0001\dots$ ). Obviamente que respeitando-se a premissa de “andar” com um Professor, na acepção mais ampla desta palavra. Ser seu orientando é para mim motivo de muito orgulho. Privilégio de poucos, que carrego comigo e pretendo honrar a cada nova pesquisa e no dia-a-dia da docência. Isso incluirá especial destaque às belas lembranças das discussões no laboratório (técnicas algumas vezes e filosóficas sempre), os encontros informais e, sobretudo, a atitude de SER PROFESSOR.

Para encerrar essa ausência de palavras recheada de tantas letras, reafirmo que, sem dúvida, entre nós se formou o elo entre Mestre e discípulo. Caberá a mim, no futuro próximo e duradouro, fazer o mesmo, dando seqüência à excelência de formação que o senhor sempre me passou.

Só me resta dizer, muito carinhosamente, Obrigado Professor!

# SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	1
<b>ABSTRACT</b> .....	2
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	3
I – Visão panorâmica da regulação cardiovascular .....	7
II – Organização morfo-funcional do sistema nervoso autônomo .....	8
III – Avaliação clínica da função autonômica cardíaca .....	12
IV – Função autonômica cardíaca e exercício / atividade física .....	20
V – Considerações técnico-metodológicas sobre o pedômetro e sua aplicabilidade na promoção de um estilo de vida ativo .....	27
VI – Capacidade física e limiar anaeróbico como indicadores de saúde .....	31
<b>OBJETIVOS</b> .....	35
<b>HIPÓTESES</b> .....	37
<b>INDIVÍDUOS, MATERIAIS e MÉTODOS</b> .....	39
I – Indivíduos estudados .....	39
II – Classificação do nível de atividade física .....	40
III – Caracterização da amostra .....	41
IV – Critérios de inclusão e/ou exclusão dos indivíduos e/ou registros .....	46
V – Aspectos metodológicos gerais .....	48
VI – Caracterização da função autonômica cardíaca .....	53
VII – Caracterização do desempenho físico por meio da ergoespirometria ...	55
VIII – Protocolo experimental utilizado .....	62
IX – Aquisição do sinal, processamento e variáveis analisadas .....	68
X – Análise estatística dos dados .....	75
<b>RESULTADOS</b> .....	77
I – Análise do número de passos/dia acumulados nas duas fases do estudo e a caracterização do perfil do número de passos/dia, conforme o dia da semana .....	82
II – Comparações das variáveis funcionais e antropométricas no repouso supino e ortostático, nas três avaliações instituídas .....	86
III – Análises da função autonômica cardíaca, considerando-se sua reprodutibilidade, a comparação seriada frente à intervenção, o efeito da adoção ativa da postura ortostática e a comparação do grau das modificações ocorridas .....	91
III.I – Reprodutibilidade das análises temporal e espectral da variabilidade da frequência cardíaca .....	91
III.I.I – Índices Temporais derivados das séries de 5	91

minutos de intervalos R-R do ECG, obtidos por meio do freqüencímetro Polar .....	
III.I.II – Índices Espectrais derivados das séries de 5 minutos de intervalos R-R do ECG, obtidos por meio do freqüencímetro Polar .....	97
III.II – Comparações dos índices temporais e espectrais das análises da variabilidade da freqüência cardíaca, medidos seriadamente no repouso supino e na postura ortostática .....	105
III.II.I – Índices Temporais derivados das séries de 5 minutos de intervalos R-R do ECG, obtidos por meio do freqüencímetro Polar .....	105
III.II.II – Índices Espectrais derivados das séries de 5 minutos de intervalos R-R do ECG, obtidos por meio do freqüencímetro Polar .....	110
III.III – Comparação dos efeitos do ortostatismo ativo em cada uma das avaliações, bem como da comparação da magnitude de seu efeito nas três avaliações seriadas instituídas .....	115
III.III.I – Efeitos da mudança postural ativa, em cada avaliação, e a comparação da magnitude da resposta ao ortostatismo nos índices temporais da variabilidade da freqüência cardíaca .....	115
III.III.II – Efeitos da mudança postural ativa, em cada avaliação, e a comparação da magnitude da resposta ao ortostatismo nos índices espectrais da variabilidade da freqüência cardíaca .....	119
IV – Comparações das variáveis funcionais avaliadas nos dois testes ergoespirométricos e do <i>Polar Fitness Test</i> , medidos nas três avaliações seriadas instituídas .....	128
V – Correlações entre índices temporais e espectrais da variabilidade da freqüência cardíaca com a quantidade de passos/dia e com variáveis ergoespirométricas .....	135
V.I – Correlação entre índices da função autonômica cardíaca e os incrementos absoluto e relativo do número de passos diários .....	135
V.II – Correlações entre índices da função autonômica cardíaca - FAC e variáveis ergoespirométricas .....	136
V.III – Correlações entre o número de passos/dia e variáveis ergoespirométricas .....	136
V.IV – Correlações entre a FC de repouso e o percentual de incremento da FC até atingir o limiar anaeróbico (LA) .....	136
<b>DISCUSSÃO</b> .....	138
I – Características da amostra .....	138
II – Intervenção proposta e características da função autonômica cardíaca..	139
III – Perfil do número de passos/dia e avaliação da intervenção proposta ...	141
IV – Comparação seriada das variáveis funcionais e antropométricas .....	145
V – Reprodutibilidade da variabilidade da freqüência cardíaca .....	146
VI – Análise da comparação da função autonômica cardíaca nas três avaliações seriada – efeitos da intervenção .....	150

VII – Efeitos da mudança postural ativa .....	155
VIII – Efeitos da intervenção no desempenho físico submáximo .....	158
IX – Correlações entre quantidade de passos, função autonômica cardíaca e desempenho físico .....	163
<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>166</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>169</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>187</b>
I – Termo de consentimento livre e esclarecido .....	187
II – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP .....	189
III – Questionário IPAQ .....	190
IV – Tabelas com valores individuais das diversas variáveis avaliadas.....	192

## LISTA DE ABREVIATURAS

1. AF: alta frequência espectral (área de)
2. ATF: atividade física
3. BF: baixa frequência espectral (área de)
4. CO<sub>2</sub>: dióxido de carbono ou gás carbônico
5. ECG: eletrocardiograma
6. EFS: efeito final de semana
7. FAC: função autonômica cardíaca
8. FC: frequência cardíaca
9. FCint: frequência cardíaca intrínseca
10. FCrepOrt: frequência cardíaca de repouso na postura ortostática
11. FFT: transformada rápida de Fourier
12. FR: frequência respiratória
13. IMC: índice de massa corporal (calculado pela razão entre o peso expresso em quilos, dividido pelo quadrado da altura expresso em metros)
14. Int R-R: intervalo R-R do eletrocardiograma
15. IPAQ: International Physical Activity Questionnaire
16. Kg: quilograma
17. Km/h: quilômetros por hora
18. LA: limiar anaeróbico – no presente estudo identificado como limiar ventilatório 1
19. m: metros
20. MET: unidade de equivalente metabólico
21. ml: mililitros
22. PA: pressão arterial
23. PAD: pressão arterial diastólica
24. PAS: pressão arterial sistólica
25. PCO<sub>2</sub>: pressão parcial do dióxido de carbono
26. PD: passos diários
27. PFT: *Polar Fitness Test*
28. pNN50: percentual de intervalos R-R adjacentes com diferença superior a 50 ms
29. R: quociente respiratório. Relação entre a quantidade de dióxido de carbono produzida, pelo consumo de oxigênio: VCO<sub>2</sub>/VO<sub>2</sub>

30. Razão BF/AF: razão entre a área espectral absoluta de baixa frequência pela área espectral absoluta de alta frequência
31. rMSSD: raiz quadrada da média do quadrado das diferenças sucessivas dos intervalos R-R do ECG
32. s: segundos
33. SBC: Sociedade Brasileira de Cardiologia
34. SNA: sistema nervoso autônomo
35. SNC: sistema nervoso central
36. TE: teste ergoespirométrico
37. TFAC: teste de função autonômica cardíaca
38.  $VCO_2$ : volume expirado de dióxido de carbono
39.  $VE/VCO_2$ : equivalente ventilatório para o dióxido de carbono
40.  $VE/VO_2$ : equivalente ventilatório para oxigênio
41. VE: ventilação minuto
42. VFC: variabilidade da frequência cardíaca
43.  $VO_2$ : consumo de oxigênio
44.  $VO_2$ -LA: consumo de oxigênio medido no momento do limiar anaeróbico
45.  $VO_{2máx}$ : consumo máximo de oxigênio

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Ilustração de exemplo do emprego da Transformada Rápida de Fourier para decomposição espectral .....	14
Figura 2:	Esquema da modulação autonômica sobre o coração.....	17
Figura 3:	Ilustração do mecanismo interno de funcionamento do pedômetro.....	28
Figura 4:	Quadro resumo dos critérios de inclusão da amostra .....	46
Figura 5:	Quadro resumo dos critérios de exclusão da amostra .....	47
Figura 6:	Foto ilustrativa do Freqüencímetro <i>Polar</i> modelo S810 .....	51
Figura 6A:	Foto ilustrativa da correia elástica e da unidade receptora do <i>Polar S810</i> .....	52
Figura 7:	Foto ilustrativa da máscara facial utilizada nos testes ergoespirométricos .....	57
Figura 8:	Foto ilustrativa da aparelhagem para realização do teste ergoespirométrico (analisador de gases TEEM 100 e microcomputador) .....	57
Figura 9:	Foto ilustrativa da aferição da pressão arterial durante o teste ergoespirométrico .....	58
Figura 10:	Foto ilustrativa de exemplo da curva de ventilação-minuto obtida pelo programa computadorizado de análise de variáveis ventilatórias na ergoespirometria .....	60
Figura 11:	Exemplo de gráfico obtido por meio do programa informatizado “excel” como procedimento metodológico para confirmação do limiar anaeróbico .....	62
Figura 12:	Esquema geral do protocolo experimental .....	64
Figura 13:	Foto ilustrativa do teste de função autonômica no repouso supino	66
Figura 14:	Foto ilustrativa do teste de função autonômica no ortostatismo ...	67
Figura 15:	Foto ilustrativa da interface <i>Polar</i> -computador para transferência dos intervalos R-R captados pelo freqüencímetro <i>Polar</i> .....	68
Figura 16:	Exemplo de periodograma fornecido pelo programa <i>Polar Precision Performance</i> .....	68
Figura 17:	Foto ilustrativa do pedômetro marca Yamax, modelo Digi Walker SW700 .....	73
Figura 18:	Gráfico com a comparação do número de passos/dia nas duas fases do protocolo experimental .....	84
Figura 19:	Gráfico com a comparação do comportamento do número de passos/dia entre dias úteis (DU) e os dias de finais de semana/feriado (DFS) .....	84
Figura 20:	Gráfico com a comparação do número de passos/dia segundo o dia da semana, nas duas fases do protocolo experimental .....	85
Figura 21:	Gráfico com a comparação da freqüência respiratória (FR) no repouso supino (SUP), medida nas 3 avaliações instituídas no período de estudo .....	90
Figura 22:	Gráfico com a comparação da freqüência respiratória (FR) na	90

	postura ortostática (ORT), medida nas 3 avaliações instituídas no período de estudo .....	
Figura 23:	Gráfico com a comparação da média de intervalos R-R pareadamente entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) e após adoção ativa da postura ortostática (ORT) .....	93
Figura 24:	Gráfico com a comparação dos desvios padrão dos intervalos R-R pareadamente entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) .....	93
Figura 25:	Gráfico com a comparação dos coeficientes de variação (CV) entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) e após adoção ativa da postura ortostática (ORT) .....	94
Figura 25A:	Gráfico com o comportamento individual dos coeficientes de variação entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) .....	94
Figura 26:	Gráfico com a comparação dos pNN50 entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) e após adoção ativa da postura ortostática (ORT) .....	95
Figura 26A:	Gráfico com o comportamento individual dos pNN50 entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) .....	95
Figura 27:	Gráfico com a comparação das rMSSD entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) e após adoção ativa da postura ortostática (ORT) .....	96
Figura 27A:	Gráfico com o comportamento individual das rMSSD entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) .....	96
Figura 28:	Gráfico com a comparação das áreas totais entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) e após adoção ativa da postura ortostática (ORT) .....	99
Figura 28A:	Gráfico com o comportamento individual das áreas totais entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) .....	99
Figura 29:	Gráfico com a comparação das áreas absolutas de baixa frequência entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) e após adoção ativa da postura ortostática (ORT) .....	100
Figura 29A:	Gráfico com o comportamento individual das áreas absolutas de baixa frequência entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) .....	100
Figura 30:	Gráfico com a comparação das áreas absolutas de alta frequência entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) e após adoção ativa da postura ortostática (ORT) .....	101
Figura 30A:	Gráfico com o comportamento individual das áreas absolutas de alta frequência entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) .....	101
Figura 31:	Gráfico com a comparação das áreas normalizadas de baixa frequência entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) e após adoção ativa da postura ortostática (ORT) .....	102
Figura 31A:	Gráfico com o comportamento individual das áreas normalizadas de baixa frequência entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) .....	102



Figura 32:	Gráfico com a comparação das áreas normalizadas de alta frequência entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) e após adoção ativa da postura ortostática (ORT) .....	103
Figura 32A:	Gráfico com o comportamento individual das áreas normalizadas de alta frequência entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) .....	103
Figura 33:	Gráfico com a comparação das razões ABF/AAF entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) e após adoção ativa da postura ortostática (ORT) .....	104
Figura 33A:	Gráfico com o comportamento individual das razões ABF/AAF entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) .....	104
Figura 34:	Gráfico com a comparação das médias dos intervalos R-R na postura ortostática (ORT), obtidos das séries temporais de 5 min, nas 3 avaliações instituídas no período de estudo .....	110
Figura 35:	Gráfico com a comparação da magnitude do efeito do ortostatismo nos coeficientes de variação, nas três avaliações seriadas instituídas .....	118
Figura 36:	Gráfico com a comparação da magnitude do efeito do ortostatismo no pNN50, nas três avaliações seriadas instituídas ..	118
Figura 37:	Gráfico com a comparação da magnitude do efeito do ortostatismo na rMSSD, nas três avaliações seriadas instituídas .	119
Figura 38:	Gráfico com a comparação da magnitude do efeito do ortostatismo na área total, nas três avaliações seriadas instituídas	123
Figura 39:	Gráfico com a comparação da magnitude do efeito do ortostatismo na razão ABF/AAF, nas três avaliações seriadas instituídas .....	123
Figura 40:	Figura ilustrativa de um periodograma no repouso supino, de indivíduo com predomínio vagal no repouso supino .....	124
Figura 41:	Figura ilustrativa de um espectrograma no repouso supino, de indivíduo com predomínio vagal no repouso supino .....	124
Figura 42:	Figura ilustrativa de um periodograma na postura ortostática, de indivíduo com predomínio vagal no repouso supino .....	125
Figura 43:	Figura ilustrativa de um espectrograma na postura ortostática, de indivíduo com predomínio vagal no repouso supino .....	125
Figura 44:	Figura ilustrativa de um periodograma no repouso supino, de indivíduo com predomínio simpático no repouso supino .....	126
Figura 45:	Figura ilustrativa de um espectrograma no repouso supino, de indivíduo com predomínio simpático no repouso supino .....	126
Figura 46:	Figura ilustrativa de um periodograma na postura ortostática, de indivíduo com predomínio simpático no repouso supino .....	127
Figura 47:	Figura ilustrativa de um espectrograma na postura ortostática, de indivíduo com predomínio simpático no repouso supino .....	127
Figura 48:	Gráfico com a comparação do consumo de oxigênio no limiar anaeróbico ( $VO_2$ -LA), nos 2 testes ergoespirométricos instituídos, antes (1) e após (2) a intervenção .....	131
Figura 49:	Gráfico com a comparação do tempo de teste para atingir o limiar anaeróbico (tempo-LA), nos 2 testes ergoespirométricos instituídos, antes (1) e após (2) a intervenção .....	132

Figura 49A:	Gráfico com o comportamento individual do tempo de teste para atingir o limiar anaeróbico (tempo-LA), nos 2 testes ergoespirométricos instituídos, antes (1) e após (2) a intervenção..	132
Figura 50:	Gráfico com a comparação do desempenho físico calculado no ponto do limiar anaeróbico (LA), nos 2 testes ergoespirométricos instituídos, antes (1) e após (2) a intervenção .....	133
Figura 50A:	Gráfico com o comportamento individual do desempenho físico calculado no ponto do limiar anaeróbico (LA), nos 2 testes ergoespirométricos instituídos, antes (1) e após (2) a intervenção .	133
Figura 51:	Gráfico com a comparação do <i>Polar Fitness Test</i> avaliado nas 3 avaliações instituídas no protocolo experimental ( $\cong$ 40 dias) .....	134
Figura 51A:	Gráfico com o comportamento individual do <i>Polar Fitness Test</i> avaliado nas 3 avaliações instituídas no protocolo experimental ( $\cong$ 40 dias) .....	134
Figura 52:	Gráfico com a correlação entre a FC de repouso no TE 1 e a variação percentual do incremento de FC do repouso até o limiar anaeróbico .....	137
Figura 53:	Gráfico com a correlação entre a FC de repouso no TE 2 e a variação percentual do incremento de FC do repouso até o limiar anaeróbico .....	137

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Características antropométricas, ocupação e nível de atividade física da amostra estudada .....	44
Tabela 2:	Valores individuais das variáveis funcionais basais da amostra no repouso supino e achados eletrocardiográficos .....	45
Tabela 3:	Comparação do número de passos/dia, medidos em função do período da pesquisa (fases 1 e 2) e agrupados em razão do dia da semana (dias úteis / dias de finais de semana) .....	82
Tabela 4:	Comparação da frequência cardíaca no repouso supino e ortostático, medidos nas 3 avaliações seriadas instituídas .....	88
Tabela 5:	Comparação da frequência respiratória no repouso supino e ortostático, medidos nas 3 avaliações seriadas instituídas .....	88
Tabela 6:	Comparação da Pressão Arterial Sistólica nas posturas de repouso supino e ortostático, medidos nas 3 avaliações seriadas instituídas .....	89
Tabela 7:	Comparação da Pressão Arterial Diastólica nas posturas de repouso supino e ortostático, medidos nas 3 avaliações seriadas instituídas .....	89
Tabela 8:	Comparação de variáveis antropométricas de peso e índice de massa corporal (IMC), medidos nas 3 avaliações seriadas instituídas .....	89
Tabela 9:	Comparação de índices temporais obtidos das séries temporais de intervalos R-R nas avaliações 1 (inicial) e 2 (controle) .....	92
Tabela 10:	Comparação de índices temporais obtidos das séries temporais de intervalos R-R nas avaliações 1 (inicial) e 2 (controle) .....	92
Tabela 11:	Comparação de índices espectrais obtidos das séries temporais de intervalos R-R nas avaliações 1 (inicial) e 2 (controle) .....	97
Tabela 12:	Comparação de índices espectrais obtidos das séries temporais de intervalos R-R nas avaliações 1 (inicial) e 2 (controle) .....	98
Tabela 13:	Comparação do número de Intervalos R-R das séries temporais de 5 min obtidas por meio do freqüencímetro Polar, nas 3 avaliações seriadas instituídas .....	107
Tabela 14:	Comparação das médias dos Intervalos R-R das séries temporais de 5min, obtidas por meio do freqüencímetro Polar, nas 3 avaliações seriadas instituídas .....	107
Tabela 15:	Comparação dos desvios-padrão das médias dos Intervalos R-R das séries temporais de 5min, obtidas por meio do freqüencímetro Polar, nas 3 avaliações seriadas instituídas .....	108
Tabela 16:	Comparação dos coeficientes de variabilidade das médias dos Intervalos R-R das séries temporais de 5min, obtidas por meio do freqüencímetro Polar, nas 3 avaliações seriadas instituídas .....	108
Tabela 17:	Comparação dos pNN50 das médias dos Intervalos R-R das séries temporais de 5min, obtidas por meio do freqüencímetro Polar, nas 3 avaliações seriadas instituídas .....	109
Tabela 18:	Comparação dos rMSSD das médias dos Intervalos R-R das séries temporais de 5min, obtidas por meio do freqüencímetro Polar, nas 3 avaliações seriadas instituídas .....	109

Tabela 19:	Comparação entre as áreas espectrais totais das séries temporais dos Intervalos R-R 5min, obtidas por meio do freqüencímetro Polar, nas 3 avaliações seriadas instituídas .....	113
Tabela 20:	Comparação entre as áreas espectrais absolutas de baixa freqüência, das séries temporais dos Intervalos R-R 5min, obtidas por meio do freqüencímetro Polar, nas 3 avaliações seriadas instituídas .....	113
Tabela 21:	Comparação entre as áreas espectrais absolutas de alta freqüência, das séries temporais dos Intervalos R-R 5min, obtidas por meio do freqüencímetro Polar, nas 3 avaliações seriadas instituídas .....	113
Tabela 22:	Comparação entre as Razões ABF/AAF, das séries temporais dos Intervalos R-R 5min, obtidas por meio do freqüencímetro Polar, nas 3 avaliações seriadas instituídas .....	114
Tabela 23:	Comparação entre as áreas espectrais relativas normalizadas de baixa freqüência, das séries temporais dos Intervalos R-R 5min, obtidas por meio do freqüencímetro Polar, nas 3 avaliações seriadas instituídas .....	114
Tabela 24:	Comparação entre as áreas espectrais relativas normalizadas de alta freqüência, das séries temporais dos Intervalos R-R 5min, obtidas por meio do freqüencímetro Polar, nas 3 avaliações seriadas instituídas .....	114
Tabela 25:	Variações absolutas e relativas das médias dos intervalos R-R na postura ortostática relativamente ao repouso supino, nas três avaliações seriadas instituídas .....	116
Tabela 26:	Variações absolutas e relativas dos coeficientes de variabilidade dos intervalos R-R na postura ortostática relativamente ao repouso supino, nas três avaliações seriadas instituídas .....	116
Tabela 27:	Variações absolutas e relativas dos pNN50 das séries de intervalos R-R na postura ortostática relativamente ao repouso supino, nas três avaliações seriadas instituídas .....	117
Tabela 28:	Variações absolutas e relativas das rMSSD das séries de intervalos R-R na postura ortostática relativamente ao repouso supino, nas três avaliações seriadas instituídas .....	117
Tabela 29:	Variações absolutas e relativas das áreas totais séries de intervalos R-R na postura ortostática relativamente ao repouso supino, nas três avaliações seriadas instituídas .....	121
Tabela 30:	Variações absolutas e relativas das áreas relativas normalizadas de baixa freqüência, das séries de intervalos R-R na postura ortostática relativamente ao repouso supino, nas três avaliações seriadas instituídas .....	121
Tabela 31:	Variações absolutas e relativas das áreas relativas normalizadas de alta freqüência, das séries de intervalos R-R na postura ortostática relativamente ao repouso supino, nas três avaliações seriadas instituídas .....	122
Tabela 32:	Variações absolutas e relativas das razões (ABF/AAF) das séries de intervalos R-R na postura ortostática relativamente ao repouso supino, nas três avaliações seriadas instituídas .....	122
Tabela 33:	Comparação das variáveis funcionais e de desempenho, avaliadas ao nível do limiar anaeróbico (LA), por meio da	130

	ergoespirometrias, nos dois testes de esforço submáximo instituídos .....	
Tabela 34:	Comparação dos valores do <i>Polar Fitness Test</i> para estimativa do consumo máximo de oxigênio em repouso ( <i>Polar OwnIndex</i> ), nas três avaliações seriadas instituídas .....	130
Tabela 35:	Variações absolutas e/ou relativas de condições de desempenho relacionadas à frequência cardíaca em diferentes momentos dos testes ergoespirométricos (TE) instituídos .....	131

## RESUMO

**Introdução:** Promover o estilo de vida ativo tornou-se preocupação central na esfera da saúde pública. Evidências da associação positiva entre atividade física e saúde são abundantes. Entretanto, existem lacunas sobre efeitos de intervenções baseadas no quantitativo de passos diários, bem como de mecanismos fisiológicos implicados.

**Objetivos:** Verificar os efeitos do incremento de 3500 passos diários, durante três semanas, sobre a função autonômica cardíaca (FAC) e o desempenho físico no limiar anaeróbico, em indivíduos normais e insuficientemente ativos. Avaliar a efetividade do aumento do número de passos diários e correlacionar esse incremento com a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e com variáveis de desempenho físico no limiar anaeróbico (LA).

**Indivíduos e Métodos:** Foram estudados 19 homens, com idade mediana de 30 anos (19 - 46 anos), clinicamente normais, sedentários e com IMC entre 18,5 e 29,9 Kg/m<sup>2</sup>. Os participantes submeteram-se ao teste de avaliação da FAC, por meio das análises temporal e espectral da VFC de séries temporais de 5 min de intervalos R-R do ECG, obtidos por meio do freqüencímetro Polar S 810<sup>®</sup>, no repouso supino e na postura ortostática. Sequencialmente registrou-se o padrão usual de passos diários por  $\pm$  18 dias, por meio do pedômetro Yamax SW710<sup>®</sup> (fase controle). Logo após, submeteram-se a nova avaliação da FAC e ao teste ergoespirométrico (TE) para avaliação do desempenho físico ao nível do LA. Iniciou-se, então, a fase de intervenção com incremento mínimo de 3.500 passos diários durante  $\pm$  23 dias, calculado sobre a média de passos diários acumulados em dias de semana na fase controle. Ao término, procedeu-se à nova avaliação da FAC, bem como do desempenho físico no LA.

**Resultados:** A mediana e extremos do número de passos/dia na fase de intervenção (11772, 8998 – 18620) foi superior ao registrado na fase controle (7295, 4700 – 14752) ( $p < 0,0001$ ). As variáveis funcionais de repouso (FC, PAS e PAD) e antropométricas (peso e IMC) não se alteraram com a intervenção ( $p > 0,05$ ). A maioria dos índices temporais da VFC ficaram estáveis ( $p > 0,05$ ), à exceção da média dos intervalos R-R (supino e ortostático) e do rMSSD no ortostatismo ( $p = 0,07 - 0,05$  e  $0,07$ ). Dos índices espectrais, apenas a área espectral de baixa freqüência no supino mostrou tendência estatística de redução ( $p = 0,076$ ). A intervenção provocou aumento do desempenho físico no LA, com incremento médio de 8% na distância percorrida ( $p = 0,02$ ) e de 6% no tempo até o LA ( $p = 0,03$ ), sem, entretanto, modificar o consumo de oxigênio e a FC no LA ( $p > 0,12$ ). Observou-se tendência de correlação positiva entre o incremento percentual de passos e o pNN50 e a área espectral absoluta de baixa freqüência no supino na última avaliação ( $r_s = 0,39 - p = 0,09$ ) e o pNN50 e rMSSD na postura ortostática ( $r_s = 0,44 - p = 0,06$ ). Houve correlação negativa entre a FC de repouso e a variação percentual da FC de repouso até o LA, nos dois testes de esforço ( $r_s = -0,67$  e  $-0,69$  respectivamente,  $p < 0,002$ ).

**Conclusões:** O incremento no número de passos diários induziu discreto aumento da modulação parassimpática, especialmente na postura ortostática, porém sem modificar o balanço vago-simpático. O treinamento físico mostrou-se eficiente para melhorar o rendimento físico submáximo ao nível do limiar anaeróbico. As sutis modificações observadas adquirem relevância, tendo em vista a faixa etária da amostra e o tipo de intervenção instituída, baseada apenas no aumento de passos diários.

## ABSTRACT

**Introduction:** Promoting an active life style has become a central concern in the Public Health sector. Evidences of the positive association between physical activity and health are abundant. Nevertheless, there are gaps on the effects of interventions based on the amount of daily steps, as well as in what concerns the physiological mechanisms involved.

**Objectives:** To verify the effects of the increase of 3500 daily steps, during a three week period on the cardiac autonomic function (CAF) and the physical performance at the anaerobic threshold (AT), in normal and inactive subjects. To evaluate the effectiveness of increasing the number of daily steps and to corrolate this increase to the heart rate variability (HRV) and to the variables of physical performance at the AT.

**Subjects and Methods:** Nineteen men, with median age of 30 years old (19-46 years), clinically normal, sedentary and with BMI between 18.5 and 29.9 Kg/m<sup>2</sup> were studied. The participants were submitted to CAF assessment test through temporal and spectral analysis of HRV in 5 minute temporal series of R-R intervals of ECG, obtained from the Polar S810<sup>®</sup> heart rate monitor, in supine rest and in orthostatic posture. Following that, the usual pattern of daily steps was recorded for  $\pm$  18 days, using SW710<sup>®</sup> Yamax Pedometer (control stage). Right after, they were submitted to a new CAF assessment and to a cardiopulmonary exercise test (CET) in order to assess physical performance at the AT. Intervention stage was then started with a minimum increase of 3500 daily steps, during  $\pm$  23 days, increase which was calculated on the mean number of daily steps accumulated during week days in the control stage. At the end, a new CAF assessment was performed as well as a new cardiopulmonary exercise test.

**Results:** The median and the extremes of number of steps/day during the intervention stage (11772, 8998 – 18620) were higher than those recorded in the control stage (7295, 4700 – 14752). Functional variables (HR, SBP and DBP) and anthropometric variables of rest (weight and BMI) were not altered by the intervention ( $p>0.05$ ). Most temporal indexes of HRV remained stable ( $p>0.05$ ), except for the mean of R-R intervals (supine and orthostatic) and of rMSSD on orthostatism ( $p=0.07 - 0.05$  e  $0.07$ ). Among the spectral indexes, only the spectral area of low frequency on supine showed a statistic tendency to reduction ( $p=0.076$ ). The intervention caused an increase in physical performance at the AT, with an average increase of 8% in the covered distance ( $p=0.02$ ) and of 6% in time until AT, not modifying, however, the oxygen consumption and the heart rate (HR) at the AT ( $p=0.12$ ). A tendency of positive correlation between the percental increase of steps and pNN50 and the absolute spectral area of low frequency on supine in the last evaluation ( $r_s = 0.39 - p = 0.09$ ) and the pNN50 and the rMSSD in orthostatic posture was observed. There was a negative correlation between the HR at rest and the percental variation of HR at rest until AT, in two effort tests ( $r_s = -0.67$  and  $-0.69$  respectively,  $p< 0.002$ ).

**Conclusions:** The increase in number of daily steps led to a slight increase in parasympathetic modulation, especially in orthostatic posture, though with no change to the sympathovagal balance. Physical training proved efficient in improving sub maximum physical performance at the anaerobic threshold. The subtle changes observed become important, when bearing in mind the age scope of the sample and the type of intervention used, which was based only on the increase of daily steps.

## INTRODUÇÃO

A ciência é uma das formas de que o ser humano dispõe para melhor conhecer o homem e sua natureza. Aqueles que nela se aventuram devem ter, por um lado, a humildade de reconhecer suas inerentes limitações, mas, por outro, a sensibilidade de valorizar sua principal vantagem: o método científico. Ao se matricular em um curso de doutorado, o aluno realiza uma opção. Escolhe aprofundar-se no método científico para, a partir dele, buscar melhor compreensão do mundo que o cerca. Na especificidade do doutoramento em ciências médicas, a busca do conhecimento se concentra em mecanismos de funcionamento da natureza do corpo humano. A humilde pretensão de produzir conhecimento em saúde deve se pautar na busca de conhecimento integral do ser humano e pelo esforço contínuo para melhoria das suas condições de vida.

No campo da fisiologia cardiovascular e da fisiologia do esforço físico, a pesquisa aplicada é um processo histórico e relativamente antigo. Entretanto, foi somente nas últimas décadas, com as modificações no perfil epidemiológico anteriormente vividas nas sociedades urbanas, que houve forte mudança no direcionamento das pesquisas nestas duas grandes áreas, que aqui agrupamos na fisiologia cardiovascular aplicada ao esforço físico. Os conhecimentos mais recentemente acumulados têm transformado os tradicionais paradigmas dessas áreas de investigação, tradicionalmente centrados no exercício físico e na reabilitação, para um foco mais atual e promissor, que enfatiza os efeitos da atividade física regular e de hábitos de vida saudáveis na prevenção de doenças e na promoção da saúde.

É nesse contexto que se insere o presente estudo. Essencialmente, o que se busca aqui é estabelecer relações entre a atividade física moderada e alguns mecanismos fisiológicos de regulação cardiovascular. Inúmeros estudos, reunidos em uma extraordinária publicação do ano de 1996, têm estabelecido evidências da associação positiva entre a prática regular de atividades físicas e inúmeros desfechos em saúde (U.S.DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES et al., 1996). Entretanto, diversos mecanismos fisiológicos implicados em muitas relações evidenciadas pela epidemiologia ainda carecem de melhor entendimento.



Diante das evidências científicas que vêm corroborando sucessivamente a necessidade da incorporação de um estilo de vida ativo como elemento essencial para a saúde, o sedentarismo assumiu papel de destaque entre os fatores de risco mais recentemente estudados. Paralelamente ao crescimento das altas taxas de prevalência do sedentarismo e das descobertas dos males a ele associados, cresce a atenção dos pesquisadores em diferentes métodos de intervenção social para a promoção de um estilo de vida mais ativo. O foco histórico da fisiologia do exercício, centrado no desempenho atlético, também está se modificando para pesquisas relativas ao impacto na saúde das atividades físicas de leve e moderada intensidades, acumuladas e/ou contínuas. Essas mudanças têm lançado novos desafios para os estudiosos, com destaque para o desenvolvimento de métodos de mensuração da atividade física não-formal e de menor intensidade, e para os efeitos deste tipo de movimento na saúde e nos mecanismos fisiológicos do corpo humano. O presente estudo insere-se nesse conjunto de condicionantes históricos, quando se propõe a investigar os efeitos do aumento do número de passos realizados por dia, sobre a regulação autonômica do aparelho cardiovascular e sobre o desempenho físico, em indivíduos inicialmente insuficientemente ativos.

Assim como a pesquisa cardiovascular evoluiu de forma espetacular no último século, a fisiologia do exercício, muito recentemente, deu um salto qualitativo enorme ao ampliar seus horizontes na tentativa de compreender não só o desempenho físico de alto nível, especialmente em ambiente de laboratório, como também a busca pela compreensão dos ajustes e adaptações orgânicas frente ao esforço físico moderado, informal e realizado de forma acumulada. A exemplo de outros avanços históricos no conhecimento humano, o desenvolvimento de novas tecnologias também foi marcante no campo do movimento humano. Na investigação que aqui se desenvolveu, buscando associação entre a regulação cardiovascular mediada pelo sistema nervoso autônomo e o aumento no nível de atividade física cotidiana, destacam-se duas tecnologias recentes que aqui foram empregadas. De um lado a análise não-invasiva da regulação autonômica sobre o coração, por meio da variabilidade da frequência cardíaca, com base nas análises no domínio do tempo e da frequência espectral. Esse método abriu enorme potencial de exploração de mecanismos fisiológicos da regulação cardiovascular, muitos ainda carentes de detalhamento. Por outro lado, a possibilidade de monitorar e quantificar, de modo preciso, simples e a baixo custo, as atividades físicas do cotidiano, fora do ambiente de laboratório, tem sido fundamental para a ampliação dos horizontes

da pesquisa da fisiologia clínica do exercício físico. Destacam-se aqui os recentes avanços nos sensores de movimento, dentre os quais se inclui o pedômetro, ou passímetro, que se destina a quantificar uma das atividades físicas mais naturais do ser humano: o caminhar. Com suas vantagens e limitações, o pedômetro vem suscitando cada vez mais interesse entre os pesquisadores da atividade física e permitido a produção de valiosos conhecimentos.

Outro fato marcante a ser considerado nesta contextualização inicial do presente trabalho é a necessidade de uma concepção multidisciplinar das questões relacionadas à compreensão da saúde e do desempenho físico do ser humano. A fisiologia, de modo geral, passou a integrar e a assumir papel de destaque em diferentes áreas do conhecimento, entre elas a Educação Física, especificamente nos estudos da fisiologia do exercício e da reabilitação cardíaca. A integração entre a Educação Física, voltada para promoção e reabilitação da saúde, especialmente em uma visão epidemiológica de saúde pública, e a Cardiologia, nos seus diversos campos de atuação, passou a ser uma constante em universidades e serviços de promoção da atividade física espalhados pelo país e pelo mundo. Enquanto área de pesquisa e de atuação profissional, a Medicina, particularmente a Cardiologia, tem historicamente se dedicado à busca da compreensão dos processos fisiológicos e fisiopatológicos da função cardiovascular. A Educação Física, como área do conhecimento mais recentemente estabelecida, deve integrar-se nesse processo, com destaque para questões ligadas aos efeitos do movimento, ou da falta dele, na saúde cardiovascular e global. O entendimento de aspectos da regulação das variáveis cardiovasculares tornou-se tema obrigatório de investigação nessas áreas. A necessidade de compreender processos fisiopatológicos e a busca do entendimento das alterações decorrentes da atividade física regular proporcionaram enorme evolução científica nesses ramos da pesquisa. Simultaneamente, descobertas na área da epidemiologia da atividade física e saúde, em associação com o desenvolvimento de instrumentos de quantificação e monitoramento de atividades moderadas, têm contribuído para o redirecionamento da pesquisa clínica do esforço físico, com enorme potencial de contribuição para o bem-estar geral da população.

No presente estudo, procurou-se agrupar alguns desses elementos. A motivação maior para esta pesquisa foi o interesse em investigar possíveis efeitos de um pequeno incremento na atividade física diária, baseado no simples aumento do número de passos realizados por dia, medidos por meio do pedômetro, e o importante

mecanismo de regulação cardiovascular, a função autonômica cardíaca. Acredita-se que assim poder-se-á contribuir para melhor compreensão dos mecanismos implicados na associação positiva entre atividade física e saúde, bem como avaliar os impactos de uma forma de incremento no nível de atividade física absolutamente democrática, inclusiva e com forte potencial de benefício social.

Cabe àqueles que, por um lado, preocupam-se sobremaneira com as altas taxas de sedentarismo da sociedade contemporânea, mas que, por outro, entusiasmam-se com as novas possibilidades de pesquisa dos efeitos da atividade física regular, lancem-se, com apoio no método científico, nesse novo contexto. A epidemiologia da atividade física, associada ao entendimento dos mecanismos fisiológicos implicados, poderá viabilizar a descoberta de novas evidências científicas que possam, quem sabe, contribuir para métodos mais eficazes e fundamentados de intervenção na promoção de um estilo de vida mais ativo, com potencial benefício na qualidade de vida da população.

Nesse contexto histórico da integração multidisciplinar da fisiologia cardiovascular aplicada ao esforço físico que se objetivou analisar os efeitos, a curto prazo, do acréscimo de 3500 passos/dia na rotina usual de passos de indivíduos insuficientemente ativos, sobre a função autonômica cardíaca e o desempenho físico submáximo.

Passar-se-á, na seqüência, para a fundamentação teórica dos principais conceitos e métodos aqui empregados para a análise da função autonômica cardíaca, com base na variabilidade da frequência cardíaca e do nível de atividade física, com base na quantificação do número de passos/dia com uso do pedômetro. Entende-se que essa parte introdutória é fundamental para justificar os objetivos e hipóteses aqui propostos, bem como para posterior interpretação dos dados obtidos.

# I – VISÃO PANORÂMICA DA REGULAÇÃO CARDIOVASCULAR

Didaticamente, os mecanismos de regulação do aparelho cardiovascular dividem-se em três diferentes grupos: os de regulação rápida, os de regulação lenta e os mecanismos de ação temporal intermediária. Os mecanismos de ação lenta são aqueles que normalmente acontecem em horas ou dias e que são mediados principalmente pela regulação hormonal, afetando, entre outros, o controle do volume dos líquidos corporais. Já a regulação em curto prazo age usualmente de forma reflexa e em poucos segundos, caracterizando-se pela ação de mecanismos neurais, de natureza autonômica. Os processos de regulação chamados de intermediários são aqueles que se realizam em minutos ou horas, notadamente frutos de interações neuro-hormonais. O conjunto desses mecanismos permite o perfeito funcionamento do organismo graças aos ajustes que ocorrem momento-a-momento, dependendo das diferentes necessidades funcionais e metabólicas dos diversos órgãos (JUNQUEIRA JR., 2007). O foco de interesse do presente estudo está nas modulações nervosas sobre o aparelho cardiovascular, implicando os componentes autonômicos simpático e parassimpático, que englobam a Função Autonômica Cardíaca - FAC.

Nos ajustes rápidos do fluxo sanguíneo, como na mudança postural, nas situações de fuga e em determinadas fases do exercício físico, é o controle autonômico do coração o principal processo envolvido. Por esta razão é que o sistema nervoso autônomo, especialmente por meio da ação do mecanismo barorreflexo, é considerado um “sistema tampão”, fundamental para amortecer oscilações das variações da pressão arterial de momento-a-momento, dentre outras variáveis funcionais (GUYTON e HALL, 2002).

A influência do sistema nervoso autônomo manifesta-se sobre as propriedades elétricas e mecânicas do coração. A importância dos mecanismos autonômicos na fisiologia cardiovascular reside nas ações sinérgicas dos componentes simpático e parassimpático sobre os nodos sinusal e atrioventricular, o limiar de excitabilidade das fibras miocárdicas, a condução dos estímulos elétricos, a força de contração do miocárdio e a vasomotricidade. Nesse sentido, a disfunção autonômica pode se manifestar em variados graus e acarreta, potencialmente, diversos problemas

funcionais ou sintomas limitantes das atividades da vida diária. As implicações para a saúde humana podem ser de diferentes magnitudes, desde uma simples tontura ao levantar, até casos extremos de morte súbita (PUMPRLA et al., 2002; JUNQUEIRA JR., 1993; JUNQUEIRA JR., 1990b). Fica claro, portanto, que a função autonômica cardíaca é de extrema importância para a fisiologia cardiovascular no dia-a-dia das pessoas, influenciando diretamente a qualidade de vida.

Dentre as diversas variáveis-alvo dos mecanismos de regulação das funções cardiovasculares, a pressão arterial e o volume sanguíneo destacam-se sobremaneira. A precisa regulação da pressão arterial e da volemia, em curto ou longo prazos, é de fundamental importância para o bom funcionamento do aparelho cardiovascular. São os rápidos ajustes dessas variáveis que permitem ao organismo uma perfeita adaptação a cada nova situação funcional ou metabólica. O controle dessas modificações, em curto período de tempo, é realizado principalmente pelo sistema nervoso autônomo (SNA) sobre as variáveis cardiovasculares, por meio dos seus componentes simpático e parassimpático. A ação desses dois componentes é normalmente integrada e dá-se com destaque sobre a frequência cardíaca. Via de regra, ambos agem conjuntamente no sentido de manter a homeostasia orgânica, apesar de terem efeitos freqüentemente antagônicos nos órgãos onde atuam, a exemplo do coração. De modo geral, não se pode estabelecer característica funcional específica de cada porção do SNA. Os efeitos de estimulação simpática e parassimpática sobre o coração são normalmente antagônicos, tendo o sistema simpático efeitos estimuladores ou aceleradores, enquanto o sistema parassimpático tende a deprimir as propriedades do órgão. Entretanto a interação dessas porções é mais complexa que uma simples ação de mecanismos opostos, dependendo essencialmente da circunstância funcional (HURTADO, 2004).

## **II – ORGANIZAÇÃO MORFO-FUNCIONAL DO SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO**

Várias são as peculiaridades do sistema nervoso autônomo (SNA) em relação aos demais componentes motores do sistema nervoso. Por definição, o SNA

refere-se à porção do sistema nervoso responsável pelo controle das funções viscerais ou involuntárias. O componente autonômico do sistema nervoso pode ser visto como parte do sistema nervoso motor, mas sendo seus efetores os músculos lisos, o coração e as glândulas (BERNE e LEVY, 1998). Os mesmos autores destacam a importante função desse sistema na manutenção da estabilidade do ambiente interno do organismo - a homeostasia. A esse respeito, destaca-se referência do fisiologista francês Claude Bernard, na segunda metade do século XIX, referindo-se ao “meio interno”:

“...These are the same conditions as are necessary for life in simple organisms; but in the perfected animal, whose existence is independent, the nervous system is called upon to regulate the harmony which exists between all these conditions.” (BERNARD, apud WHITE et al., 1952), que, em tradução livre significa..... Essas são as mesmas condições igualmente necessárias nos organismos simples; mas nos animais perfeitos, que tem existência independente, o sistema nervoso é chamado a regular a harmonia que existe entre todas essas condições.

O SNA possuiu seus centros reguladores situados no sistema nervoso central (SNC), em nível encefálico inferior. Apesar de sofrer influências corticais, seus centros integradores mais importantes estão localizados no tronco cerebral. Ao nível do bulbo encontram-se os centros cardiorreguladores, em íntima associação com o controle respiratório. Característica distintiva do sistema nervoso autônomo é sua ação por uma "ligação bineuronal". A eferência autonômica é feita por meio de dois neurônios, desde o SNC até o órgão efetor. São os neurônios pré- e pós-ganglionares. A eferência pré-ganglionar emerge do SNC até um gânglio, onde faz sinapse com o neurônio pós-ganglionar que inerva o órgão efetor (NOBACK et al., 1999).

As descargas autonômicas sobre os órgãos processam-se por meio de suas duas subdivisões: simpática e parassimpática. Ambas possuem um neurônio pré- e outro pós-ganglionar. Diferentemente dos componentes somáticos, onde um neurônio age diretamente sobre o órgão efetor, no SNA existe sempre a sinapse ao nível ganglionar. Os neurônios pré-ganglionares possuem seus corpos celulares junto ao sistema nervoso central e os pós-ganglionares junto aos gânglios. Em suas estruturas anátomo-funcionais, as porções simpática e parassimpática do SNA diferem entre si (GUYTON e HALL, 2002).

O sistema nervoso simpático é também designado como sistema tóraco-lombar, em virtude das áreas de saída de seus neurônios pré-ganglionares a partir do SNC. Os nervos cardíacos pré-ganglionares fazem sinapse ao nível cervical em gânglios

ali situados. As vias simpáticas que saem da medula pelos nervos espinhais ou por meio de nervos órgão-específicos fazem então sinapses com os neurônios pós-ganglionares nos gânglios paravertebrais ou nos pré-vertebrais, situados no abdome. Seguem então, via neurônios pós-ganglionares, até os órgãos efetores. Outra característica importante dos neurônios pré-ganglionares simpáticos é seu comprimento. São normalmente curtos, enquanto os pós-ganglionares são mais longos, visto que muitas vezes o órgão efector está distante dos gânglios. Essa característica anatômica confere aspecto difuso à inervação simpática. Tendo muitas vezes que percorrer um longo caminho, o neurônio pós-ganglionar pode realizar diversas conexões em seu trajeto, levando o impulso elétrico para diversas regiões e órgãos. No coração, por exemplo, a inervação simpática se difunde por quase todo o órgão, compreendendo tanto as células do tecido excitocondutor como as células do miocárdio atrial e ventricular.

A ação dos transmissores químicos dos impulsos nervosos e seus receptores também é peculiar para cada um dos dois sistemas. Todas as fibras pré-ganglionares, sejam simpáticas ou parassimpáticas, são colinérgicas, isto é, liberam acetilcolina nas terminações de suas fibras. A mesma situação se verifica nas fibras pós-ganglionares parassimpáticas, onde o neurotransmissor liberado também é a acetilcolina. Entretanto, a maioria das fibras pós-ganglionares simpáticas são adrenérgicas, ou seja, liberam noradrenalina nas fendas sinápticas pós-ganglionares (GUYTON e HALL, 2002).

Além dos transmissores, os receptores também influenciam o tipo de ação, excitadora ou inibidora, do SNA. Os receptores da membrana pós-sináptica para a acetilcolina podem ser muscarínicos ou nicotínicos. Os receptores muscarínicos localizam-se em todas as células efectoras dos neurônios pós-ganglionares do sistema parassimpático e também em algumas das vias pós-ganglionares do simpático, que são colinérgicas. Já os nicotínicos estão presentes nas sinapses entre os neurônios pré- e pós ganglionares em ambos os sistemas e nas junções neuromusculares. Os receptores adrenérgicos por sua vez dividem-se em alfa, beta-1 e beta-2. Como foi dito anteriormente, dependendo do órgão efector e do receptor, o neurotransmissor poderá tanto ser inibidor como acelerador de funções. Por esses motivos, a concentração de um tipo ou outro de receptor influencia as ações das catecolaminas. Estas, apesar de terem efeitos semelhantes, têm algumas funções específicas. A adrenalina exerce mais ação no coração que a noradrenalina. Nos vasos sanguíneos a situação se inverte.

O sistema nervoso parassimpático, por sua vez, é também denominado de crânio-sacral. As fibras parassimpáticas deixam o sistema nervoso central por intermédio dos nervos que inervam a cabeça, o tórax e a maioria das vísceras abdominais, e por meio dos nervos sacrais, que inervam as vísceras inferiores do abdome e da pelve (NOBACK et al., 1999). Como aproximadamente 75% das fibras parassimpáticas estão nos nervos vagos (GUYTON e HALL, 2002), inervando as regiões torácica e abdominal, o sistema parassimpático é comumente referido como sistema do nervo vago, ou simplesmente vagal. A ação parassimpática sobre o coração é exclusivamente realizada por meio dos nervos vagos e dá-se prioritariamente sobre os nós sinusal e atrioventricular, além do miocárdio atrial. Existe pouca ou nenhuma inervação vagal sobre os ventrículos. Diferentemente dos gânglios simpáticos, os gânglios parassimpáticos encontram-se na intimidade dos órgãos e por isso apresentam neurônios pré-ganglionares com axônios mais longos e pós-ganglionares mais curtos. Isso confere uma ação menos difusa e mais específica a essa divisão autonômica (BRITO, 2004).

Na presente investigação, interessa especialmente os efeitos específicos de cada uma das porções do SNA sobre o coração. Na situação basal de repouso existe uma descarga tônica de ambos, gerando um equilíbrio dinâmico entre seus efeitos. O balanço entre o tônus simpático e o vagal no coração, em especial sobre o nodo sinusal, é que determina, em última análise, o valor da frequência cardíaca (PUMPRLA et al., 2002). Estudos têm demonstrado predomínio da atividade parassimpática no repouso (SILVA, 1993; LEVY, 1971). Na média populacional parecer haver também esse predomínio vagal, resultando em uma frequência cardíaca média de aproximadamente 70 batimentos por minuto. A dominância vagal pode ser constatada tendo em vista que o valor da frequência cardíaca de repouso é normalmente menor que a frequência intrínseca de disparo do nodo sinusal, independentemente de qualquer modulação externa, que é de aproximadamente 100 bpm (MOHRMAN e HELLER, 1997).

A atividade simpática tende a estimular a função cardíaca. Sobre o coração, promove aumento do automatismo, da excitabilidade, da condutibilidade e da contratilidade (HURTADO, 2004). Por essas características de estimulação geral das propriedades da fibra cardíaca, essa porção do SNA assume também uma característica pró-arritmogênica.

Por outro lado, a ação vagal no coração é de natureza depressora, atuando mais intensamente na diminuição da frequência cardíaca e da excitabilidade elétrica do



coração. Essa ação confere ao sistema parassimpático uma ação anti-arritmogênica. Por esse motivo, uma ação tônica aumentada do vago sobre o coração pode ser considerada como fator protetor das funções cardiovasculares. É exatamente nas potenciais modificações induzidas no SNA pelo treinamento físico regular, com expectativa de ação na modulação autonômica favorável à dominância relativa e/ou absoluta da porção parassimpática, que se fundamentam muitas pesquisas nessa área.

### **III – AVALIAÇÃO CLÍNICA DA FUNÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA**

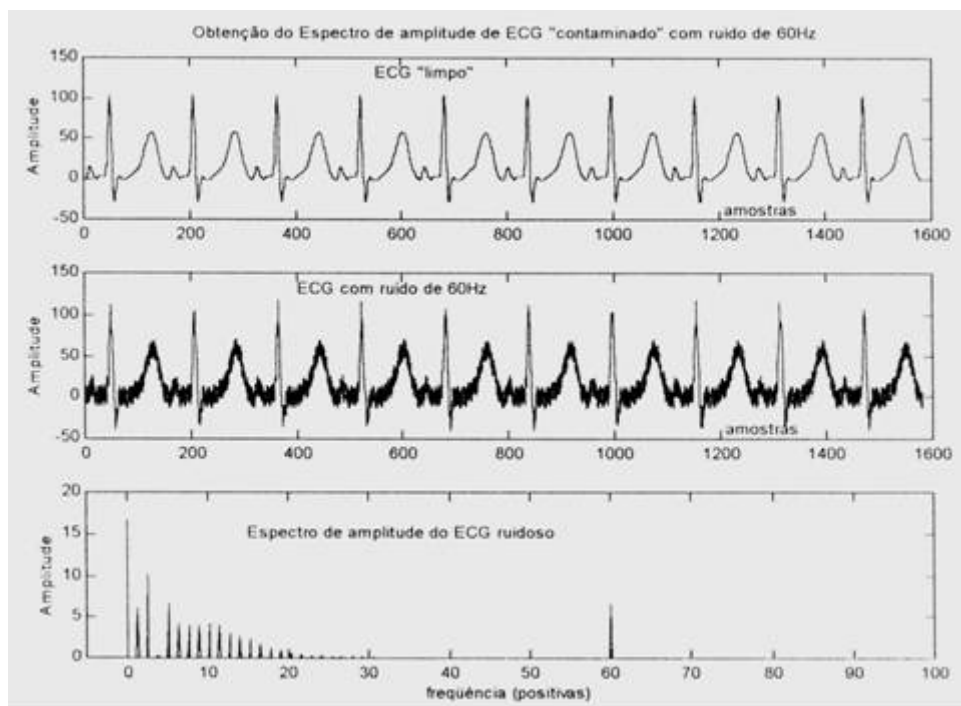
Pela importância clínica dos mecanismos de regulação das funções cardiovasculares mediadas pelo SNA, a avaliação de sua integridade e/ou de ajustes e adaptações decorrentes de qualquer intervenção adquire especial interesse. Relatos sobre o SNA são encontrados desde o século II, com o fisiologista grego Galeno, que teria sido o primeiro a se referir a um sistema nervoso visceral, identificando inicialmente a cadeia simpática paravertebral, apesar de ainda não distinguir as porções simpática e parassimpática. Foi somente no século XVI que Vesalius observou os dois componentes do SNA, descrevendo-os separadamente. No século seguinte, descrevendo o nervo vago, Willis fez considerações que parecem ter sido as primeiras inferências sobre a variabilidade da frequência cardíaca. Identificando um nervo no arco aórtico concluiu que o mesmo “deve reagir para mudar o pulso” (SHEEHAN, 1936 apud WHITE et al., 1952). Em sua publicação sobre o SNA, White (1952) informa que foi somente nos séculos XVIII e XIX que Ens e Webers identificaram a ação inibidora do vago sobre o coração (WHITE et al., 1952).

Chega-se então ao momento atual, onde novas técnicas são investigadas no sentido de permitirem melhor avaliação sobre o estado funcional do SNA, bem como sua modulação sobre diversos órgãos, de modo mais preciso, simples e não-invasivo. Os avanços nessa área do conhecimento dependeram em boa parte do desenvolvimento de novas tecnologias, como a eletrocardiografia dinâmica de 24 horas (sistema Holter), que permitiu a identificação de oscilações circadianas do ritmo cardíaco (CLARKE et al., 1976). Foi somente no final de século XX que se chegou a uma metodologia não-

invasiva e poderosa para avaliação clínica quantitativa da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e da pressão arterial. Neste contexto, surgiram recentemente as análises temporal e espectral da VFC, como moderna alternativa de avaliação clínica da função autonômica cardíaca. Esta abordagem permite o estudo da VFC de modo não-invasivo para se analisar a ritmicidade cardíaca, quantificando as contribuições absolutas e/ou relativas das influências simpática e parassimpática sobre o coração. Já se passaram mais de 40 anos dos estudos pioneiros de Hon e Lee e 25 anos do início da avaliação espectral na análise da VFC com Akselrod, e muito ainda se tem para conhecer e aprofundar no emprego desse método (AKSELROD et al., 1981; HON e LEE, 1965).

No ano de 1994, Stein e colaboradores (STEIN et al., 1994) apresentaram definições, termos e aplicações das análises temporal (efetuadas no domínio do tempo com emprego de índices estatísticos descritivos) e espectral (efetuadas no domínio da frequência espectral, com uso de transformadas matemáticas) da variabilidade da frequência cardíaca. Para exemplificar a riqueza de informações que a análise no domínio da frequência espectral pode fornecer sobre um sinal periódico ou semi-periódico qualquer, estes autores apresentam um traçado composto por três senóides previamente conhecidas e em seguida aplicaram o processo matemático da transformação rápida de Fourier (FFT), encontrando três picos no espectro, cada qual correspondendo a uma das senóides. Os mesmos autores comentam que as oscilações rítmicas da frequência cardíaca são frutos de diversos fatores, como a respiração, a regulação nervosa da pressão arterial, a termorregulação, a ação do sistema renina-angiotensina, o estresse físico e mental, entre outros.

A esse respeito, apresenta-se um exemplo por nós idealizado, que é usado na disciplina Fisiologia Médica I, desta faculdade de medicina, com a finalidade de demonstrar o poder de análise de uma transformação no domínio da frequência espectral. Na **Figura 1** encontra-se um traçado digitalizado de um eletrocardiograma, no qual foi introduzido um ruído com frequência de 60Hz e extraído o resultante espectro, pelo emprego da FFT no aplicativo "Matlab".



**Figura 1:** Emprego da FFT para análise de um traçado ruidoso de ECG. No alto, está o ECG digitalizado sem ruído; no centro, o traçado com um ruído de 60 Hz, e abaixo, o espectro do ECG com ruído. Observam-se os componentes de frequência do ECG até aproximadamente 30 Hz e um pico isolado em 60 Hz representando o ruído introduzido.

Demonstra-se assim que a análise espectral possibilita o conhecimento dos diferentes harmônicos de um sinal periódico qualquer, e suas contribuições relativas em função de suas amplitudes. No caso da frequência cardíaca, enquanto a análise temporal informa sobre a magnitude das variações no tempo, a análise espectral permite a descoberta das frequências que compõem o ritmo cardíaco.

A busca por marcadores quantitativos em um processo de avaliação sempre foi objeto de estudo da ciência, especialmente nas ciências biológicas, onde existem dificuldades inerentes para a quantificação objetiva de variáveis fisiológicas. A esse respeito, a Sociedade Européia de Cardiologia e a Sociedade Norte Americana de Marca-Passo e Eletrofisiologia (TASK FORCE, 1996) reconhecem na variabilidade da frequência cardíaca o marcador quantitativo da atividade autonômica cardíaca mais promissor dos últimos tempos. Como em toda atividade científica, o consenso não existe e a análise da variabilidade da frequência cardíaca recebeu duras críticas em seu desenvolvimento recente (ECKBERG, 1997). Críticas essas muitas vezes contestadas, discutidas no meio científico e que certamente contribuíram para o avanço dessa área de investigação (SLEIGHT e BERNARDI, 1998; MALIK e ECKBERG, 1998). Apesar da análise quantitativa da VFC ser relativamente recente, os avanços nesta área foram

volumosos desde os anos 70 até os dias atuais. Inúmeros autores, empregando métodos diversos, dedicaram-se ao reconhecimento de padrões fisiopatológicos da VFC associados à diversas condições cardiovasculares. Normalmente condições patológicas associam-se a depressão da modulação autonômica sobre o coração, sendo esta redução já evidenciada como fator de prognóstico desfavorável (BUCH et al., 2002). Entre outros, podemos citar os estudos relacionados ao diabetes mellitus (FREEMAN et al., 1991; EWING et al., 1985), à doenças de Chagas (JUNQUEIRA JR., 1993; GUZZETTI et al., 1991; JUNQUEIRA JR., 1990a; JUNQUEIRA JR., 1990b; JUNQUEIRA JR. et al., 1985; MANÇO et al., 1969), à hipertensão arterial (HUIKURI et al., 1996; MALLIANI et al., 1991; PARATI et al., 1990), ao infarto agudo do miocárdio (TAPANAINEN et al., 1998; BOSNER e KLEIGER, 1995; LOMBARDI e SANDRONE, 1995) e à insuficiência cardíaca (TAKASE et al., 1992).

Por outro lado, reconhece-se potencial efeito protetor da modulação autonômica vagal sobre o coração, provavelmente associado à redução do trabalho miocárdio, por meio da redução da frequência cardíaca de repouso e da contratilidade cardíaca, bem como a uma ação antiarrítmica (BUCH et al., 2002). Nesse contexto, os estudos sobre a VFC em indivíduos normais em condições basais e em situações fisiológicas específicas também tiveram grande incentivo, como no exercício físico (ANTTI et al., 2006; HAUTALA et al., 2003a; HAUTALA et al., 2003b; HAUTALA et al., 2003c; TULPPO et al., 1998b; TULPPO et al., 1996; LUCINI et al., 1995; FURLAN et al., 1993; GALLO JR. et al., 1989; MACIEL et al., 1985; KATONA et al., 1982) e em outras situações de estresse, como a atividade mental (SAYERS, 1973). Esse último autor também relatou a existência de três fatores que provavelmente interferem nas flutuações da frequência cardíaca - a termorregulação, a pressão arterial e a respiração. Ele identificou bandas do espectro associadas a cada um desses fatores, respectivamente, das baixas para as altas frequências espectrais (SAYERS, 1973). Pelo seu potencial de exploração, de modo não-invasivo, de propriedades fisiológicas, o uso da análise da VFC tem sido ampliado enormemente. Atualmente a ciência procura compreender os mecanismos de regulação cardiovascular nas mais variadas situações e condições, como suas relações com a idade, com o gênero, ritmo circadiano e atividades cotidianas em períodos de vigília (PUMPRLA et al., 2002).

A análise temporal da VFC baseia-se em índices estatísticos comuns de séries de intervalos R-R registradas continuamente em determinado período de tempo. São exemplos de índices temporais comumente utilizados em registros de curta duração:

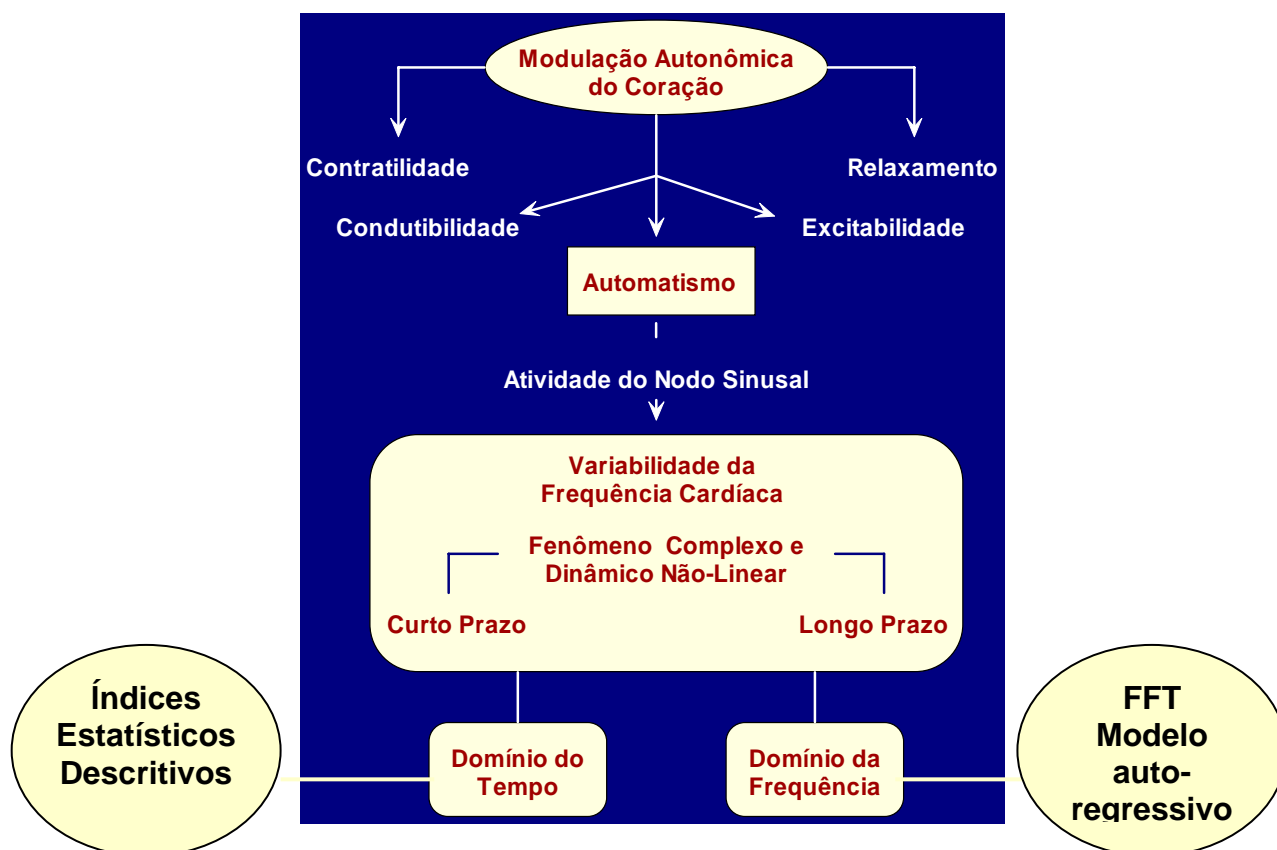
a média e mediana dos intervalos R-R; o desvio padrão dos intervalos R-R, que fornece estimativa da variabilidade total; o coeficiente de variação, que é a razão entre o desvio padrão e a média, usado para se verificar mudanças na variabilidade independentemente de mudanças na média dos intervalos R-R; o número de intervalos R-R com diferença superior a 50 ms do intervalo imediatamente anterior e o percentual de intervalos com diferença maior que 50 ms (pNN50) (KLEIGER et al., 1995).

A indicação gráfica dos valores obtidos dos intervalos R-R em função do tempo caracteriza o periodograma. Esses registros podem ser obtidos em curta duração (até cerca de 5 minutos), ou em longa duração (24 horas), viabilizados mais recentemente com a utilização do sistema Holter. Os registros de curta duração são normalmente de 2 minutos, 5 minutos ou equivalentes a 256 intervalos R-R. Conforme estudo desenvolvido em nosso Laboratório, demonstrou-se que os resultados obtidos empregando-se esses três intervalos de tempo distintos são basicamente os mesmos (JESUS, 1996). Entretanto, visando padronização metodológica e para evitar possíveis prejuízos de registros muito curtos, a força-tarefa citada anteriormente recomenda que os registros de curto prazo tenham pelo menos 5 minutos de duração (TASK FORCE, 1996).

Conforme mencionado acima, a análise no domínio da frequência fundamenta-se na decomposição espectral dos harmônicos que compõem o sinal no domínio do tempo (PUMPRLA et al., 2002; ALTIMIRAS, 1999; CASTRO et al., 1992). Esse método possibilitou avanços enormes na caracterização das ações simpática e parassimpática do SNA. Inicialmente a identificação das contribuições de cada divisão autonômica no controle das variáveis cardiovasculares era feita com base em manipulações farmacológicas ou em modelos animais experimentais. Com base nesse método invasivo, foi possível estudar os efeitos de manobras que supostamente causam alterações na modulação autonômica.

A análise espectral da função autonômica cardíaca fornece também, a exemplo da análise no domínio do tempo, uma série de índices, como área espectral total, área espectral absoluta de cada uma das faixas de frequências espectrais, área espectral relativa de cada uma das faixas de frequências espectrais, área espectral normalizada das bandas de baixa e alta frequências espectrais e a razão entre as áreas absolutas das faixas de baixa e de alta frequências espectrais, que traduz o balanço autonômico vago-simpático (TASK FORCE, 1996). A **Figura 2** ilustra um esquema da

ação integrada da modulação autonômica sobre o coração, bem como de possibilidades de sua avaliação por meio da análise da variabilidade da frequência cardíaca.



**Figura 2:** esquema da modulação autonômica sobre o coração e as possibilidades de análise da variabilidade da frequência cardíaca, tanto no domínio do tempo quanto da frequência espectral (adaptação de diagrama elaborado por Junqueira Jr., LF).

No que se refere à interpretação da modulação autonômica em diversas condições funcionais, a caracterização dos componentes simpático e parassimpático vem sendo realizada por meio de testes que avaliam as respostas, espontâneas ou induzidas, da frequência cardíaca, de natureza barorreflexa. Os métodos concentram-se normalmente em modificações da atividade de receptores aferentes em decorrência de manobras clínicas e/ou farmacológicas, em medidas diretas das atividades simpática e parassimpática eferentes (normalmente em modelos experimentais) ou indiretamente nas variações nos órgãos-efetores, bem como bloqueios farmacológicos. Obviamente que cada método apresenta suas limitações teóricas ou operacionais (LAROVERE et al., 1995).

Os procedimentos mais usados para induzir alterações da frequência cardíaca são: o exercício físico, a mudança postural ativa ou passiva, a administração de drogas vasopressoras ou dilatadoras, o esfriamento facial, a arritmia respiratória, a manobra de Valsalva e a estimulação extrínseca dos receptores carotídeos. Diversas críticas são feitas em relação a cada um desses procedimentos, principalmente em relação às suas normatizações. O tempo de exposição, a forma como os estímulos são fornecidos e a posição corporal são pontos fundamentais que muitas vezes limitam a comparação de resultados (LAROVERE et al., 1995).

No presente estudo serão utilizados os procedimentos de repouso supino (condição basal) e a mudança postural ativa (adoção da posição de pé – manobra para induzir aumento da descarga simpática sobre o coração). São todas situações absolutamente funcionais e que, portanto, não oferecem riscos aos examinados e desencadeiam respostas neurais específicas, relativamente bem conhecidas.

O ortostatismo, além de muito simples, provoca uma descarga simpática marcante, possibilitando inferências bastante seguras sobre a integridade da via simpática do SNA. As alterações da frequência cardíaca que se processam no ortostatismo estão relacionadas com a dificuldade relativa do retorno venoso, comparativamente ao repouso supino. Em decorrência do aumento na resistência ao retorno do fluxo sanguíneo dos membros inferiores e abdome para o coração, oferecida pela força da gravidade, ocorre diminuição transitória do retorno venoso e conseqüente diminuição do enchimento ventricular, do volume sistólico e do débito cardíaco. Os barorreceptores localizados principalmente no arco aórtico e no seio carotídeo sensibilizam essa tendência hipotensora e diminuem suas frequências de disparo ao sistema nervoso central, no centro cardiorregulador. A queda no número de “disparos” dos receptores é interpretada nos centros de integração como tendência a queda da pressão arterial, gerando uma resposta autonômica eferente. Parece haver ação recíproca dos componentes autonômicos, com retirada do vago e aumento da descarga simpática (MOHRMAN e HELLER, 1997; ECKBERG, 1980). Conseqüência reflexa é a elevação da frequência cardíaca e vasoconstrição periférica, como mecanismo compensatório. Fica claro que essa manobra permite a aferição da integridade do mecanismo barorreflexo. Existe grande controvérsia na literatura quando às contribuições relativas de cada porção do SNA e da modulação de outros receptores além dos de pressão ao nível aórtico e carotídeo. Apesar da ação conjunta e não exclusiva de um único componente, essa manobra tem sido utilizada como marcadora da atividade simpática,

visto que se observa sistematicamente o aumento significativo da área que marca essa atividade no espectro de frequências. Acresce-se o fato da descarga simpática agir também nas glândulas supra-renais e nos vasos arteriais no sentido de aumentar a resistência vascular periférica, corroborando a noção de uma ação simpática majoritária nesse mecanismo.

Para finalizar essas considerações sobre a avaliação da função autonômica cardíaca e sua importância, devem-se observar alguns aspectos epidemiológicos. Em um contexto geral, os estudos sobre a disfunção autonômica cardíaca ainda são recentes, não existindo definido um quadro de prevalência e incidência deste distúrbio. Desdobramentos dos estudos de Framingham têm mostrado associação positiva entre a redução da variabilidade da frequência cardíaca e o risco aumentado para doenças cardíacas (TSUJI et al., 1996a). Apesar da falta de dados epidemiológicos nacionais relacionados a distúrbios da regulação nervosa do aparelho cardiovascular, sabe-se que a disfunção autonômica cardíaca, por seu vínculo com processos fisiopatológicos no coração, está associada a diversas doenças bem caracterizadas, como o diabetes mellitus, a hipertensão arterial, a doença arterial coronariana e a doença de Chagas. Considerando que várias dessas doenças têm alta prevalência, pode-se inferir que o número de brasileiros com disfunção autonômica cardíaca, em variados graus, deve ser elevado. Nesse contexto destaca-se o risco potencial da disfunção autonômica cardíaca e da interferência da mesma sobre a qualidade de vida das pessoas. Como se sabe, o aparelho cardiovascular tem por objetivo “fornecer e manter suficiente, permanente e variável fluxo sanguíneo aos órgãos, segundo suas necessidades metabólicas em diferentes circunstâncias funcionais” (JUNQUEIRA JR., 2006). Considerando essa definição, e o fato da função autonômica cardíaca ser responsável pelos ajustes desse fluxo, percebe-se o risco potencial que correm os indivíduos com graves distúrbios nesse mecanismo de regulação.

Em combinação com as avaliações funcionais de repouso basais, um campo de aplicação da análise da VFC que tem se desenvolvido e vem ajudando bastante o entendimento dos padrões funcionais autonômicos é o do exercício físico e/ou da atividade física. A quantificação de ajustes imediatos ou tardios da função autonômica cardíaca decorrentes de programas de atividade física orientada ainda é uma área para grande exploração científica. Este é um campo de investigação que vem se destacando, principalmente por suas possíveis aplicações na saúde pública, no treinamento e na reabilitação física e que merece algumas considerações.



## **IV – FUNÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA E EXERCÍCIO / ATIVIDADE FÍSICA**

Desde a segunda metade do século passado houve profundos avanços na compreensão de diversos mecanismos fisiológicos envolvendo o exercício físico. Além dos grandes eventos desportivos estarem cada vez mais dependentes de subsídios científicos, a mudança no perfil epidemiológico e a importância adquirida pelo sedentarismo, impulsionaram a ciência no aprofundamento contínuo do entendimento das adaptações orgânicas, imediatas e tardias, decorrentes da prática de atividades físicas. Os efeitos nas variáveis cardiovasculares que possibilitam um aumento na capacidade de trabalho, seja em uma sessão de esforço, ou em um período de treinamento regular, estão hoje bastante documentados e são relativamente bem conhecidos. Entretanto, os mecanismos fisiológicos envolvidos nessas alterações do sistema cardiovascular continuam ainda carentes de uma compreensão mais precisa.

Por sua grande importância na regulação cardiovascular, o sistema nervoso autônomo passou a ser objeto de interesse também na fisiologia do exercício. Uma das conseqüências decorrentes de programas de condicionamento físico mais comumente observadas é a bradicardia relativa no repouso e em atividades submáximas. Esse efeito tem sido observado tanto em indivíduos saudáveis como em portadores de condições clínicas diversas. A redução na frequência cardíaca de repouso é uma característica marcante em atletas e é amplamente aceita sua associação com programas de treinamento físico. No entanto, os possíveis mecanismos implicados nesse processo carecem de melhor entendimento (FURLAN et al., 1993; MACIEL et al., 1985; KATONA et al., 1982). Uma das adaptações funcionais comumente apontada como responsável, ainda que parcialmente, pela bradicardia de repouso de atletas é um aumento no tônus do sistema nervoso parassimpático, que age diminuindo a frequência de disparos das células marca-passo do coração (BOUTCHER e STEIN, 1995; PUIG et al., 1993). Esta explicação tem recebido críticas, visto que alguns achados na literatura demonstram resultados contrários (SCOTT et al., 2004; ROVEDA et al., 2003; NEGRÃO et al., 1992).

A exemplo do que foi comentado em relação ao interesse pelos estudos da regulação autonômica como um todo, as relações entre a atividade física e a

regulação nervosa do aparelho cardiovascular ganharam impulso nos últimos anos. Katona e colaboradores (KATONA et al., 1982), usando modelo que descreve a frequência cardíaca como decorrente da multiplicação de uma constante representativa do sistema nervoso simpático e outra do parassimpático, pela frequência cardíaca intrínseca (FC<sub>int</sub>), investigaram os possíveis mecanismos envolvidos na bradicardia de repouso em atletas.

A FC intrínseca é definida como o valor da frequência de disparos do coração independentemente de qualquer modulação externa, obtida com bloqueios farmacológicos em estudos com seres humanos. Tem sido utilizada na tentativa de caracterizar a participação relativa dos componentes simpático e parassimpático do sistema autonômico na definição da FC. Esses autores apontam que a literatura tem encontrado resultados divergentes, com taquicardia pós-atropinização algumas vezes maior e outras menor em indivíduos treinados. Em estudo comparativo entre atletas e não-atletas com diferenças estatísticas em suas FC de repouso, eles encontraram uma queda da FC semelhante nos dois grupos após bloqueio simpático e um menor aumento da FC no grupo de atletas após o bloqueio atropínico. Atribui-se, então, a maior bradicardia relativa no repouso dos atletas a uma redução da FC<sub>int</sub>, sem nenhuma evidência de tônus vagal aumentado. Muito pelo contrário, a constante de multiplicação vagal dos atletas foi menor que a dos não-atletas. Os autores atribuíram como possíveis mecanismos envolvidos na redução da FC<sub>int</sub> uma melhoria no metabolismo da célula miocárdica com maior eficiência na produção de energia e efeitos mecânicos decorrentes da hipertrofia cardíaca (KATONA et al., 1982).

Resultados semelhantes aos de Katona e colaboradores (1982) foram obtidos em estudo sobre os efeitos de um período de treinamento aeróbico, usando como marcadores de ação parassimpática o bloqueio farmacológico com atropina e a análise da arritmia respiratória. As variáveis funcionais alteraram-se com o treinamento, ocorrendo bradicardia relativa e aumento significativo do consumo de oxigênio pós-treino, indicando a eficiência do tratamento proposto. Os resultados mostraram uma taquicardia seguida à infusão de atropina estatisticamente semelhante nos momentos pré- e pós-treinamento. O grau de variação da arritmia respiratória também foi semelhante nos dois períodos e em análise transversal, quando se comparou grupo de atletas em relação a um grupo de sedentários. Novamente não houve evidências de aumento da atividade vagal decorrente do treinamento físico que justificasse a redução observada da frequência cardíaca de repouso (MACIEL et al., 1985).

Ainda enfocando a mesma controvérsia sobre o possível aumento do tono vagal, Gallo Jr. e colaboradores desenvolveram estudo com abordagem diferenciada. Usando experimentação em condições fisiológicas sem bloqueios farmacológicos, investigaram as contribuições relativas de cada porção do SNA durante o próprio exercício. Realizaram comparações longitudinais em 7 homens observados antes e depois de um programa de treinamento e comparações transversais entre grupo de 7 atletas em relação a um grupo de 13 sedentários. No estudo longitudinal, apesar do relativo curto período de treinamento (10 semanas), houve redução significativa da FC de repouso e aumento do consumo máximo de oxigênio, indicando a adaptação de desempenho desejada. Os autores usaram como marcadores das atividades autonômicas os percentuais de incremento da FC observados no início do exercício (0 - 30 segundos) - característico da retirada vagal, e no restante do esforço analisado (30 segundos a 4 minutos) - característico da descarga simpática, em várias cargas de trabalho. Na análise transversal observaram que os atletas apresentaram maior percentual de incremento da FC no período inicial em relação aos sedentários. O valor final da FC nos atletas foi sempre fruto de predomínio da modulação vagal, em todas as cargas de trabalho. Já o grupo de sedentários mudou a dinâmica autonômica em cargas de trabalho mais elevadas. A descarga simpática passou a dominar nas maiores intensidades. Na abordagem longitudinal, verificou-se que a variação total da FC foi semelhante antes e depois do tratamento. No entanto o tempo dessa variação mudou em direção ao padrão dos atletas, com taquicardia inicial (0-30s) maior. Quanto às contribuições parciais nas variações percentuais totais da FC, viu-se que na carga mais baixa, 25 watts, não houve diferenças entre os períodos pré- e pós-treinamento, sendo a variação exclusivamente fruto da retirada vagal. Na carga de 50 watts, inicia-se uma contribuição simpática que tende a aumentar até as cargas máximas, sendo sua contribuição relativa sempre superior no período anterior ao treinamento. A conclusão genérica apresentada pelos autores indica que houve mudança da regulação autonômica durante o esforço nos atletas e no período pós-treino, na direção de uma modulação vagal aumentada, ainda que o tônus de repouso possa não sofrer alteração como visto anteriormente. Esse é também, segundo os autores, um indicador da complexidade da regulação autonômica (GALLO JR. et al., 1989).

Em relação à exclusiva contribuição vagal na taquicardia inicial ao esforço, Lucini e colaboradores (1995) apresentaram estudos com esforço físico na postura supina, evitando-se assim a sobreposição dos efeitos autonômicos associados à

postura, onde se mostrou a influência também do sistema nervoso simpático nesta fase do exercício. Alguns outros estudos favorecem o entendimento de que a bradicardia induzida pelo treinamento seja mais dependente de modificações ao nível do nodo sinusal, influenciando a FCint., do que da maior modulação vagal (SCOTT et al., 2004).

Com o desenvolvimento da análise da variabilidade da frequência cardíaca, principalmente no domínio da frequência, vários estudos buscaram caracterizar as contribuições relativas das porções autonômicas por meio do estudo das variações nas bandas espectrais específicas.

Dados um pouco distintos daqueles apresentados por Katona e Maciel (MACIEL et al., 1985; KATONA et al., 1982) indicam aumento do componente de alta frequência espectral associado à atividade atlética. Alguns autores observaram aumento das bandas de baixa e alta frequência em atletas de diversas modalidades esportivas. No entanto essas conclusões devem ser vistas com cautela, pois basearam-se em valores absolutos, o que impõe restrições de interpretação dos dados. As áreas espectrais normalizadas e a razão baixa/alta frequências espectrais foram iguais entre atletas e sedentários, corroborando os dados anteriormente publicados (PUIG et al., 1993).

Alguns outros estudos, sem a restrição metodológica acima apontada, favorecem a interpretação de bradicardia associada ao aumento no tono vagal (ANTTI et al., 2006; HEPBURN et al., 2005; SHI et al., 1995). Semelhante ao que foi apresentado por Gallo Jr e colaboradores (1989) no que se refere à originalidade do desenho experimental, Furlan e colaboradores (1993) buscaram abordagem diferenciada para aprofundar os estudos dos efeitos do exercício sobre a FAC. Separaram-se os efeitos a curto e longo prazo, subdividindo três grupos diferentes: um controle, um composto de nadadores em nível competitivo em período de descanso entre duas temporadas (destreinados) e o mesmo grupo em fase de pico do treinamento. Para caracterização da VFC foi utilizado o espectro de registros de intervalos R-R no repouso supino e no teste de inclinação passiva para postura ortostática (*tilt-test*). Analisando os efeitos a longo prazo, foram obtidos resultados contraditórios ao esperado. No repouso a banda de baixa frequência espectral (BF) e a razão baixa/alta frequências espectrais (BF/AF) foram maiores nos atletas que nos grupos controle e destreinados. O grupo destreinado foi reavaliado após nova temporada de treino, em sua fase de pico de rendimento. Neste caso, o repouso apresentou também aumento da BF e da razão BF/AF, além de queda da alta frequência espectral (AF). Na postura ortostática o

resultado foi semelhante ao período anterior. Na seqüência foram observadas alterações decorrentes de uma única sessão de atividade física e avaliada a VFC após 1, 24 e 48 horas. Com uma hora, a FC ainda estava aumentada, com volta da pressão arterial e freqüência respiratória aos níveis normais. A variância total estava ainda bastante reduzida e BF era prevalente com razão BF/AF alta, conforme esperado. Situação semelhante da VFC foi observada após 24 horas. Somente com 48 horas foi verificado o retorno aos padrões de repouso nos 10 indivíduos do grupo controle que também passaram por essa avaliação. Nas variáveis funcionais os atletas destreinados apresentaram pequena bradicardia e tônus vagal aumentado. Já os atletas no pico do treinamento tinham bradicardia coexistindo com espectro de potências com prevalência da BF. Esses autores concluíram então que o espectro observado nos atletas, no pico de seus desempenhos, coexistindo com uma bradicardia de repouso, deve ser por influência das sessões anteriores, pois verificou-se que nos sedentários a influência de uma sessão de treino permanecia até 24h após seu término. A hipótese então é de tônus vagal aumentado decorrente do treinamento, associado com efeitos a curto prazo da rotina diária das sessões, levando a um aumento da BF (FURLAN e cols., 1993).

Resultados semelhantes foram recentemente encontrados por Molina (2006), estudando ciclistas de alto nível de rendimento esportivo. Em um grupo de treze pessoas analisadas, houve subgrupo onde se observou a coexistência de bradicardia de repouso com elevada razão BF/AF e índices temporais condizentes com predomínio da atividade simpática (MOLINA, 2006).

Comparações entre índices temporais e espectrais da VFC em atletas e sedentários, desenvolvidos em nosso laboratório, têm demonstrado peculiaridades individuais na análise da VFC em atletas, como aumento de áreas de alta freqüência espectral e arritmia sinusal acentuada. Entretanto, a análise estatística do conjunto dos dados não evidenciou diferenças estatísticas na função autonômica cardíaca (DEPAULA et al., 1998; SANTOS et al., 1995). Em outro estudo foram comparados padrões autonômicos em diversas modalidades esportivas em relação a um grupo controle de indivíduos sedentários, empregando-se índices obtidos da manobra de Valsalva. A despeito de algumas peculiaridades entre as diferentes modalidades, os atletas apresentaram modulação vagal igual ou menor que o grupo controle. O que se concluiu nesse trabalho foi que, apesar de bradicárdicos e com tônus vagal (atividade vagal absoluta) aumentado, a atividade vagal relativa (modulação) foi menor nos atletas que nos sedentários. A hipótese apontada pelos autores é de um tônus muito prevalente

no estado basal, que dificulta qualquer incremento de descarga parassimpática quando necessário. Outras possibilidades ainda seriam as alterações na frequência cardíaca intrínseca, na sensibilidade barorreflexa ou na eletrofisiologia do nó sinusal decorrentes do treinamento (VASCONCELOS, 1991). Finalmente, deve-se considerar ainda que outra causa provável de dados discrepantes relativos à modulação vagal em treinados comparativamente a sedentários refere-se à dificuldades de extrapolação da modulação autonômica da condição de repouso para o esforço físico. Além de eventuais limitações do uso da análise da VFC para avaliar a atividade vagal em situações em que ela seja muito elevada (BUCH et al., 2002).

Em acordo com o que foi postulado anteriormente em relação à associação entre VFC, aspectos epidemiológicos e a reabilitação cardíaca, estudos começam a verificar os efeitos da reabilitação física na modulação autonômica e, conseqüentemente, no prognóstico de doenças. Há dados demonstrando a profícua associação entre o tratamento farmacológico (beta-bloqueador e/ou inibidores da enzima conversora da angiotensina) e o treinamento físico regular orientado na reabilitação cardíaca.

Destaca-se estudo desenvolvido na unidade de reabilitação cardiovascular e fisiologia do exercício do Instituto do Coração de São Paulo (InCor), onde se observou significativa redução da atividade simpática periférica, decorrente de treinamento físico, medida diretamente por microneurografia, em pacientes com insuficiência cardíaca. A redução observada foi suficiente para igualar os valores aos de indivíduos saudáveis treinados, sugerindo-se então um possível mecanismo de redução na mortalidade desses pacientes (ROVEDA et al., 2003).

A reabilitação cardiovascular tem sido aceita como eficiente, diminuindo a morbi-mortalidade, mas seus exatos mecanismos ainda não são plenamente conhecidos. Como a morte súbita e a ocorrência de arritmias graves parecerem ter correlação com um aumento da atividade simpática e simultânea redução da modulação vagal, especialmente em algumas condições patológicas (JUNQUEIRA JR., 1993), a ação do exercício físico pode se dar justamente na melhoria do controle autonômico (MALFATO et al., 1996).

Para rebater os dados de estudos que não encontraram melhoria do tono vagal com o treinamento, alguns autores propuseram períodos de reabilitação mais longos. Iniciaram o programa de atividade física em um grupo de pacientes infartados, 4 semanas após o evento. O treino supervisionado durou 8 semanas e os pacientes foram

orientados a seguir com a prática regular de exercícios, conforme indicação prévia. Feito seguimento trimestral e a VFC avaliada antes do início, após o programa supervisionado e ao final de um ano. A primeira reavaliação da VFC mostrou aumento da média dos intervalos R-R do eletrocardiograma, do desvio padrão, da raiz quadrada da média do quadrado das diferenças sucessivas dos intervalos R-R do ECG (rMSSD) e do percentual de diferenças superiores a 50 ms (pNN50). No domínio da frequência espectral houve redução da BF e aumento da AF em unidades normalizadas e queda na razão BF/AF. Todas alterações atuando no sentido de um aumento da modulação parassimpática. A avaliação realizada um ano após indicou a permanências dessas alterações. Nos indivíduos do grupo controle não foram observadas alterações nos três momentos. Esta foi a primeira evidência de aumento no tônus vagal em reabilitação pós-infarto não-complicado (MALFATO et al., 1996). Em outro estudo do mesmo grupo, usando mesmo método, porém com amostra maior, verificou-se as respostas do treino em associação com uso de beta-bloqueadores. Os resultados indicam mesmo tipo de adaptação do grupo anteriormente estudado, porém com melhoria dos efeitos no grupo que participou do programa de exercícios físicos e usou simultaneamente a medicação bloqueadora do sistema simpático, comparativamente ao grupo que somente fez o treinamento e ambos melhoraram em relação ao grupo que usou somente a medicação como terapia (MALFATO et al., 1998).

Sobre a associação entre atividade física e a modulação nervosa cardíaca, deve-se comentar ainda que a comparação dos estudos apresentados, assim como a análise de seus resultados, é dificultada pela grande variedade de procedimentos experimentais usados. Boutcher e Stein (1995) destacam como principais limitações para a interpretação dos resultados, além dos vários métodos, a própria sensibilidade de variáveis muitas vezes controvertidas, o predomínio de estudos transversais e o predomínio de indivíduos jovens, com alto tônus vagal, na composição das amostras. Gallo Jr. e colaboradores (1989) apontam também a especificidade da adaptação física associada ao tipo de exercício proposto nos programas de treinamento físico (GALLO JR. et al., 1989). Podemos ainda acrescentar a esses fatores confundidores, os curtos períodos de treinamento propostos e número reduzido das amostras normalmente estudadas.

Tendo em vista as controvérsias ainda presentes na literatura e a importância fisiológica dos mecanismos neurais de regulação cardiovascular, com suas inerentes associações com a prática de atividades físicas, percebe-se quão promissora e

atraente esta área se apresenta para a pesquisa. Ainda se faz necessário compreender e verificar efeitos e mecanismos implicados ao condicionamento físico e/ou da prática regular de atividades físicas sobre a função autonômica cardíaca, precisamente, sobre os tonos e modulações simpática e parassimpática. É nesse campo fértil e atraente que se insere esta pesquisa, sob olhares fisiológicos e epidemiológicos da relação entre atividade física e saúde.

## **V – CONSIDERAÇÕES TÉCNICO-METODOLÓGICAS SOBRE O PEDÔMETRO E SUA APLICABILIDADE NA PROMOÇÃO DE UM ESTILO DE VIDA ATIVO.**

Conforme comentado anteriormente, um dos grandes desafios atuais da pesquisa em atividade física - ATF, frente às recentes evidências científicas relativas aos benefícios da atividade acumulada e de menor intensidade, recai sobre a quantificação objetiva do total de movimento realizado. Agregando-se ainda as intensidades relativas e as características das atividades, o problema torna-se ainda mais complexo. Tradicionalmente as ATFs têm sido avaliadas com uso de questionários com recordatórios de práticas anteriores e/ou em ambiente de laboratório, com instrumentação normalmente mais precisa, porém usualmente mais onerosa, menos específica e prática, quando se pensa em estudos epidemiológicos. Ambas situações são cercadas de limitações inerentes, especialmente quando se objetiva quantificar atividades de intensidades moderadas e acumuladas ao longo de um período. Nesse contexto, dois instrumentos semelhantes têm sido propostos como de melhor potencial para essas finalidades, considerando-se características de precisão, objetividade e custo. São eles o pedômetro e o acelerômetro. Os dois aparelhos possuem mecanismos de funcionamento distintos e, conseqüentemente vantagens e limitações próprias. Os acelerômetros, por terem mecanismos internos de contagem de passos mais precisos e pelo fato de permitirem quantificar também a aceleração do movimento, têm sido considerados como os melhores monitores de movimento para a pesquisa epidemiológica (WELK et al., 2000a). Essencialmente são aparelhos que usam sensores



piezo-elétricos para detectar movimento e aceleração. Podem ser do tipo uni ou tridimensional. No entanto apresentam menor facilidade operacional no uso e custo sensivelmente mais elevado.

O pedômetro é um sensor de movimento com mecanismo interno de funcionamento mais simples e de menor custo. Seu uso é muito prático, bastando ser colocado na cintura, na altura do quadril, preso à roupa, usualmente na linha da crista ilíaca. Funciona basicamente com um braço horizontal suspenso, conectado a uma mola, que se movimenta para cima e para baixo quando há oscilação vertical do quadril (**Figura 3**). Ao se movimentar para baixo, a parte metálica do braço oscilante fecha um circuito elétrico que contabiliza um passo realizado.

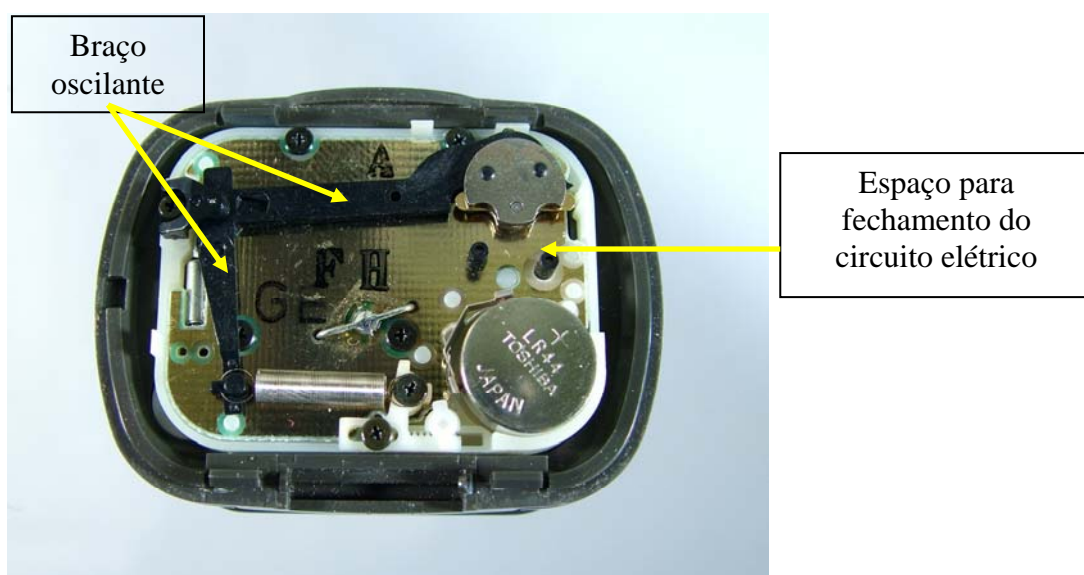


Figura 3: Foto do pedômetro da marca Yamax Digi-Walker<sup>®</sup>, modelo SW-700, aberto para demonstração de seu mecanismo interno de funcionamento. Observe-se o braço oscilante conectado ao sistema de mola e o espaço a ser percorrido para fechamento do circuito elétrico e marcação de um passo.

A escolha entre um instrumento ou outro depende de fatores como objetivos do estudo, operacionalização e custo para a pesquisa e/ou intervenção. No presente estudo optou-se pelo pedômetro. Inicialmente pelo fato de nossos objetivos restringirem-se à quantificação do número de passos/dia realizados, não importando velocidade do movimento, nem tampouco o custo energético da atividade. Além disso, trata-se de um aparelho de custo sensivelmente inferior, da ordem de R\$ 130,00 (cento e

trinta reais) por unidade, no caso do modelo aqui empregado, correspondendo a aproximadamente US\$ 60.00 (sessenta dólares americanos).

Assim como qualquer instrumentação científica, o pedômetro deve atender à critérios de validação para sua função primordial, que é contar passos de forma precisa. Como ele se baseia na movimentação horizontal do quadril, inerente à fase de balanço de uma passada no ser humano, qualquer outro movimento que não produza a oscilação vertical do quadril não será registrado pelo pedômetro. Sendo assim, são patentes suas limitações de uso em atividades como ciclismo, natação, exercícios com membros superiores na posição sentada etc. Entretanto sua popularização vem aumentando, seja entre usuários, seja no meio acadêmico, por sua capacidade de quantificar o gesto mais natural do ser humano que é o caminhar. Em resumo, é um instrumento que fornece uma medida objetiva do número de passos/dia e as pesquisas que empregam pedômetro valem-se desse movimento como passível de representação de um padrão de nível de ATF dos indivíduos. Como se comentará na seqüência, salvo em casos específicos, como por exemplo em ciclistas, o uso do pedômetro tem se associado positivamente à diversas outras avaliações físicas e/ou medidas clínicas associadas ao nível de ATF. Esse fato indica que a suposição inicial de que o número de passos pode representar o nível geral de ATF, apesar de algumas restrições, tem respaldo nos dados sistematicamente obtidos por diferentes pesquisadores (McCORMACK et al., 2006; CHAN C.B et al., 2003; BASSETT et al., 2000a; WELK et al., 2000b; BASSETT et al., 2000b).

Faz-se necessário indicar a validade do modelo escolhido para esta pesquisa e os potenciais usos desse instrumento. Existe atualmente uma quantidade muito grande de modelos e marcas de pedômetros no mercado, variando-se o custo, a sensibilidade dos mecanismos internos e outras funções acopladas, como estimativa de distância percorrida e de gasto calórico. No uso das outras funções associadas à quantificação do número de passos é onde existe maior potencial de erro desse instrumento, uma vez que não é avaliada a aceleração do movimento, nem a movimentação de membros superiores. Esta é uma limitação crítica quando se objetiva medir gasto calórico (BASSETT et al., 2000a). A validação quanto à precisão na detecção e adequada quantificação do número de passos é feita tradicionalmente em ambiente de laboratório ou em atividades de campo restritas, onde seja possível fazer a contagem manual dos passos simultaneamente ao esforço, para posterior comparação. Nesse tipo de validação os modelos da marca Yamax Digi-Walker<sup>®</sup> são validados e

considerados como aqueles que sistematicamente apresentam as melhores acurácias (CROUTER et al., 2003). No estudo desenvolvido por Schneider e colaboradores, o pedômetro Digi-Walker<sup>®</sup> foi o que obteve menor margem de erro ( $\leq 3\%$ ), quando comparados os números de passos contados manualmente com aqueles registrados pelo aparelho em caminhadas padronizadas de 400 m (SCHNEIDER et al., 2003). Quanto à precisão para medidas do número de passos em condições normais da vida cotidiana, ou seja, para quantificar as ATFs ao longo das atividades do dia-a-dia (*free-living physical activity*), o procedimento de validação frente à contagem manual simultânea torna-se absolutamente impraticável. Nesse sentido, um trabalho de referência que comparou 13 diferentes modelos de pedômetros em condições livres no cotidiano, comparou os demais modelos em relação aos valores obtidos pelo Yamax Digi-Walker<sup>®</sup>, em razão de sua validade testada em laboratório. Além desses e outros estudos de validação em condições específicas, os pedômetros Yamax Digi-Walker<sup>®</sup> vêm sendo considerados como padrão-ouro entre os diferentes tipos de pedômetros disponíveis comercialmente, sendo rotineiramente recomendados e utilizados na pesquisa científica (CHAN C.B et al., 2006; MCCORMACK et al., 2006; CHAN C.B et al., 2003; WELK et al., 2000b; BASSETT et al., 2000b).

Como mencionado anteriormente, o contexto da presente pesquisa caracteriza-se pela busca de melhor entendimento de possíveis mecanismos implicados em benefícios bem evidenciados, associados a um estilo de vida ativo. Apesar da larga evidência epidemiológica que documenta efeitos positivos do treinamento físico na saúde, em especial sobre a longevidade, as condições fisiológicas necessárias para que esses efeitos ocorram ainda são mal compreendidas. Estão possivelmente associadas com interação na pressão arterial, no perfil lipídico, na densidade capilar muscular e do miocárdio e de efeitos no sistema nervoso autônomo, entre outros (BUCH et al., 2002).

A idéia é unir os avanços na área da epidemiologia com a fisiologia do exercício, no sentido de, eventualmente, subsidiar programa de intervenção para uma vida mais ativa. É especificamente neste ponto que recai o interesse de avaliar possíveis efeitos do aumento da atividade física baseada na quantificação do número de passos, por meio do pedômetro, enquanto elemento útil tanto na pesquisa quanto em programas de promoção de atividades físicas. Na literatura especializada tem sido marcante o número de publicações que avaliam diferentes indicadores de saúde associados ao

padrão de ATF medido pelo pedômetro, além de investigações sobre efeitos de intervenções com base em aumento do número de passos, sobre vários desfechos em saúde. Alguns desses estudos serão oportunamente detalhados na discussão, mas apenas como ilustração dos potenciais usos do pedômetro em saúde, destacam-se evidências mostrando importante associação entre número de passos/dia com obesidade, hipertensão, síndrome metabólica, doença cardiovascular e diabetes, entre outros (ARAIZA et al., 2006; ALBRIGHT e THOMPSON, 2006; BJORGAAS et al., 2005; SONE et al., 2002; IWANE et al., 2000).

## **VI – CAPACIDADE FÍSICA E LIMIAR ANAERÓBICO COMO INDICADORES DE SAÚDE**

A avaliação da capacidade física sempre foi uma preocupação no mundo dos esportes, onde a busca pelo rendimento impõe o estabelecimento de parâmetros precisos para a prescrição mais eficiente das variáveis do treinamento desportivo. Entretanto, nas últimas décadas a avaliação da capacidade física vem ganhando importância como variável preditora de vários desfechos em saúde, particularmente como elemento de prognóstico de mortalidade em condições clínicas diversas. Um excelente estudo que tipifica bem esse novo olhar sobre a avaliação da capacidade física como elemento essencial de avaliação do estado geral de saúde e como elemento prognóstico foi publicado no periódico *The New England Journal of Medicine*, em 2002, elaborado por Mayers e colaboradores. Na busca de associação entre capacidade física medida no teste de esforço e mortalidade, observou-se significativa associação entre o desempenho no teste, medido em equivalentes metabólicos (MET), e o percentual de sobrevivência ao longo de 14 anos de acompanhamento, tanto no grupo de sujeitos normais quando naquele composto por indivíduos com doença cardiovascular (MAYERS et al., 2002).

Abordagens mais recentes, que já incorporam o novo paradigma da recomendação de atividades físicas de leve e moderada intensidades, têm aplicado a avaliação física como elemento importante na quantificação de parâmetros de saúde e

não apenas da performance física. Várias são as possibilidades de métodos para avaliação da capacidade física. Dentre métodos diretos e indiretos, máximos e submáximos, a escolha do teste físico deverá considerar os objetivos da avaliação física a ser instituída, bem como seu público-alvo. Testes baseados em medidas diretas de valências físicas e em intensidades máximas são teoricamente preferidos quando se privilegia a precisão. Entretanto, em muitos casos existem dificuldades operacionais, éticas, econômicas, entre outras, que contra-indicam esse tipo de avaliação. O avanço tecnológico e limitações clínicas para execução de esforço físico, em diversas condições, propiciaram o surgimento de métodos de predição da capacidade física em avaliações de repouso, a exemplo do *Polar Fitness Test*. Trata-se de uma função incorporada ao freqüencímetro Polar<sup>®</sup> que estima, a partir de um registro na condição de repouso, o consumo máximo de oxigênio, conforme descrição na seção de métodos.

Nesse contexto, a investigação não só no desempenho físico máximo, mas também na análise de indicadores submáximos, vem adquirindo maior relevância. Desde a publicação do clássico estudo de Wasserman e McIlroy em 1964, um indicador em especial tem sido progressivamente valorizado, o limiar anaeróbico (WASSERMAN e MCILROY, 1964). Esse ponto, identificado em um esforço progressivo por meio da análise de trocas gasosas, é também denominado de limiar ventilatório um. Possui especial importância na avaliação funcional em resposta à prática de atividades de menor intensidade, usualmente desenvolvidas em programas de promoção de um estilo de vida ativo voltado para a saúde. Sendo o LA o ponto de maior consumo de oxigênio antes do início do acúmulo de lactato sanguíneo (DAVIS et al., 1979), toda atividade física desenvolvida abaixo desse limite será executada com adequada compensação respiratória para a acidose metabólica decorrente do metabolismo energético. Significa dizer que abaixo do LA existe boa tolerância ao esforço e que, acima desse ponto, pode-se considerar que há maior sobrecarga fisiológica associada ao esforço físico. Nesse sentido, trata-se de um ponto crítico a ser avaliado, seja na prescrição do exercício, seja para verificação de eventuais impactos fisiológicos decorrentes do aumento no nível de ATF. Alguns estudos apontam significativas mudanças em diferentes variáveis hemodinâmicas e/ou respiratórias a partir do LA, como acidose metabólica, modificações na razão de trocas respiratórias e/ou na ventilação-minuto (ANOSOV et al., 2000). O padrão de comportamento das variáveis cardiorrespiratórias relaciona-se ao conceito de eficiência ventilatória, analisada sob o ponto de vista do padrão da ventilação-minuto (VE) e das variáveis de análises gasosas antes e após o ponto de LA.

O LA pode ser definido como o nível de esforço a partir do qual a VE passa a apresentar um incremento exponencial para um dado incremento no consumo de oxigênio (FLEG et al., 2000). Sua determinação adquire especial importância para estabelecer cargas de trabalho mais eficientes e/ou mais seguras. Em revisão sobre métodos de testes ergoespirométricos, Yazbek Jr e colaboradores destacam que exercícios acima do LA podem representar aumento sensível no nível de catecolaminas, com seus potenciais riscos na pressão arterial, na arritmogênese e na isquemia miocárdica. (YAZBEK JR. et al., 1998).

Do ponto de vista fisiológico, o limiar anaeróbico incorpora característica diferenciada, uma vez que sua avaliação permite uma análise integrada das respostas cardiorrespiratórias e metabólicas decorrentes do esforço físico. Como bem ilustrado pelas famosas engrenagens de Wasserman (um sistema de três engrenagens articuladas, onde uma representa a musculatura, a outra o aparelho cardiovascular e a terceira a respiração), o LA permite inferências sobre a integração entre os mecanismos de regulação da ventilação e do aparelho cardiovascular de modo a fornecer ajuste integrado para as demandas metabólicas do exercício (WASSERMAN, 2002).

O estudo dos mecanismos fisiológicos envolvidos na regulação cardiorrespiratória durante o exercício físico continua sendo foco de interesse nas ciências do esporte. Apesar da larga utilização dada ao LA como indicador da aptidão aeróbica, mecanismos exatos implicados no seu acontecimento ainda são desconhecidos (ANOSOV et al., 2000). Nesse sentido, entende-se como atual a ressalva feita em 1979 por Davis e colaboradores. Na ocasião, afirmaram que a definição do LA como ponto do início da acidose metabólica é uma definição funcional e que não implica em causalidade (DAVIS et al., 1979). Justamente nessa lacuna do conhecimento que a associação da investigação do limiar anaeróbico com aspectos da variabilidade da frequência cardíaca surgiu, mais recentemente, como foco de estudo. Muito provavelmente em razão dos diferentes métodos de investigação, tanto do LA quanto da variabilidade da frequência cardíaca, os dados ainda são conflitantes, mas com evidências sugerindo inclusive a possibilidade de determinação do LA a partir de modificações no padrão da regulação autonômica cardíaca durante o esforço físico (BRUNETTO et al., 2005; ANOSOV et al., 2000; TULPPO et al., 1996). A presente investigação não teve como objetivo analisar esse tipo de associação, mesmo porque se procedeu à avaliação da variabilidade da frequência cardíaca apenas na condição de repouso, mas essas citações merecem apontamento no sentido em que indicam um

potencial de conhecimento que se poderá produzir, em um futuro próximo, com vistas ao melhor entendimento desses dois fenômenos, ou seja, do liminar anaeróbico e da variabilidade da frequência cardíaca.

Na presente pesquisa, o protocolo de avaliação ergoespirométrica instituído para detecção do LA teve como pressuposto a busca da melhor especificidade para a intervenção proposta, que se baseia em pequeno incremento na quantidade, ou seja, no volume de trabalho físico. Não havia, nesse sentido, qualquer expectativa de efeitos sobre o consumo máximo de oxigênio. Imagina-se que aumento no volume de ATF tenha algum efeito adaptativo, especialmente na produção e/ou utilização energética melhorada. O LA apresenta-se como índice de desempenho com maior possibilidade de sensibilizar eventuais mudanças funcionais no esforço submáximo (DAVIS et al., 1979).

Com essa contextualização da importância clínica do LA, encerra-se a apresentação da base de fundamentação teórica que justifica e pontua algumas escolhas metodológicas e os objetivos do presente estudo. Oportunamente alguns conceitos aqui apresentados poderão ser retomados na discussão dos resultados. Apresenta-se, na seqüência, a formulação específica dos objetivos e hipóteses desta pesquisa, para posterior detalhamento dos indivíduos estudados e métodos empregados.

## OBJETIVOS

No contexto da análise da variabilidade da frequência cardíaca para avaliação clínica da função autonômica cardíaca e da ergoespirometria para avaliar o desempenho físico submáximo, a presente pesquisa teve os seguintes **objetivos principais**:

1) **verificar os efeitos, a curto prazo, do incremento do nível de atividade física com base no aumento de 3500 passos/dia, medidos com o pedômetro, sobre a função autonômica cardíaca, avaliada por meio das análises temporal e espectral da variabilidade da frequência cardíaca, e sobre o desempenho físico ao nível do limiar anaeróbico, avaliado por meio da ergoespirometria, em indivíduos clinicamente normais e insuficientemente ativos;**

2) **correlacionar índices temporais e espectrais da variabilidade da frequência cardíaca com o incremento no número de passos/dia medido por meio do pedômetro, na fase de intervenção, baseada no aumento de 3500 passos/dia durante aproximadamente três semanas;**

3) **correlacionar índices temporais e espectrais da variabilidade da frequência cardíaca com variáveis cardiorrespiratórias e de desempenho físico ao nível do limiar anaeróbico, avaliadas por meio da ergoespirometria.**

Como desdobramento das análises efetuadas, constituíram-se ainda os seguintes **objetivos específicos**:

1) **proceder às análises temporal e espectral da variabilidade da frequência cardíaca, nas situações de repouso supino e no ortostatismo ativo, visando caracterizar os diversos índices temporais e espectrais, com o intuito de contribuir, em associação com outros dados previamente estudados no laboratório Cardiovascular, para caracterização de padrões de normalidade da função autonômica cardíaca em indivíduos clinicamente normais;**



2) avaliar a reprodutibilidade, a curto prazo, das análises temporal e espectral da variabilidade da frequência cardíaca, em uma amostra constituída de indivíduos clinicamente normais;

3) avaliar o padrão usual do número de passos/dia em uma amostra de indivíduos clinicamente normais e insuficientemente ativos;

4) avaliar a reprodutibilidade do índice de potência aeróbica máxima fornecido pelo freqüencímetro Polar<sup>®</sup>, modelo S810, na condição de repouso - chamado *Polar Fitness Test*;

5) correlacionar a frequência cardíaca de repouso com o incremento percentual dessa frequência cardíaca até o ponto do limiar anaeróbico;

6) avaliar o nível de adesão da amostra estuda a uma intervenção baseada no aumento de 3500 passos/dia, como opção para a adoção de um estilo de vida mais ativo.

## HIPÓTESES

Tendo por base os objetivos anteriormente formulados, apresentam-se as hipóteses de trabalho consideradas no presente estudo:

1) o incremento no nível de atividade física baseado no aumento de 3500 passos/dia, ao longo de aproximadamente três semanas, promove alterações sobre índices temporais e espectrais da função autonômica cardíaca, compatíveis com aumentos relativos e/ou absolutos da modulação parassimpática sobre o coração;

2) o incremento no nível de atividade física baseado no aumento de 3500 passos/dia, ao longo de aproximadamente três semanas, melhora o desempenho físico, evidenciado por redução na frequência cardíaca de repouso e aumentos no consumo de oxigênio e no tempo de teste de esforço até se atingir o limiar anaeróbico, bem como na distância percorrida até o mesmo momento do teste;

3) existe correlação positiva entre a variabilidade da frequência cardíaca, expressa por índices indicadores da modulação vagal sobre o coração, e o incremento do número de passos/dia medido por meio do pedômetro;

4) existe dominância vagal na condição de repouso supino e a mudança postural ativa modifica o equilíbrio vago-simpático em favor da dominância simpática;

5) existe correlação positiva entre índices temporais e espectrais representativos da modulação parassimpática sobre o coração e o desempenho físico submáximo ao nível do limiar anaeróbico, avaliado por meio da ergoespirometria.

6) existe aceitável reprodutibilidade, a curto prazo, das análises temporal e espectral da variabilidade da frequência cardíaca, em uma amostra constituída de indivíduos clinicamente normais;

7) indivíduos insuficientemente ativos, jovens e clinicamente normais, acumulam menos de 10.000 passos/dia em sua rotina normal e apresentam redução significativa do número de passos/dia acumulados em finais de semana/feriados, comparativamente aos dias úteis;

8) existe aceitável reprodutibilidade do índice de potência aeróbica máxima *Polar Fitness Test*, bem como este índice é capaz de detectar mudanças a curto prazo no nível de atividade física baseada no aumento no número de passos/dia;

9) existe correlação negativa entre a frequência cardíaca de repouso e o valor de seu incremento percentual até o ponto do liminar anaeróbico;

10) existe bom nível de adesão, a curto prazo, de uma intervenção para o aumento no nível de atividade física baseada em um incremento de 3500 passos/dia, em indivíduos clinicamente normais e insuficientemente ativos.

# INDIVÍDUOS, MATERIAIS E MÉTODOS

## I – INDIVÍDUOS ESTUDADOS

Foram estudados 19 voluntários adultos, do sexo masculino, clinicamente normais, com idade mediana igual a 30 anos, variando entre 19 e 46 anos. Todos os sujeitos da pesquisa participaram de maneira absolutamente voluntária, cientes dos objetivos e dos métodos do estudo, tendo cada um assinado de livre e espontânea vontade um termo de consentimento livre e esclarecido para participação, cujo modelo encontra-se em anexo (**Anexo 1**). A confirmação da participação dos voluntários no momento do exame era precedida de uma explicação dos objetivos do estudo e dos procedimentos metodológicos implicados, da leitura individual do referido termo de consentimento e de explicações para sanar eventuais dúvidas sobre o estudo. Não tivemos qualquer voluntário analfabeto, nem tampouco com limitação no grau de instrução que implicasse em dificuldade extra na leitura e/ou entendimento do referido termo. Independentemente do grau de instrução dos voluntários, todos foram encorajados a manifestarem suas dúvidas relativas aos procedimentos do estudo e a sentirem-se inteiramente à vontade para uma eventual desistência, no momento dos esclarecimentos, bem como em qualquer fase do estudo.

Este projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília, conforme parecer CEP-FM N° 049/2005 (**Anexo 2**), com base na Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde, que regulamenta a pesquisa em seres humanos em nosso país (BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1996).

A seleção dos indivíduos da amostra foi do tipo não-probabilística, por conveniência (PADOVANI, 2001), realizada entre pessoas da comunidade, sendo um maior número do quadro de servidores do Tribunal Superior do Trabalho e/ou de estudantes universitários, com idade entre 19 e 46 anos e que não apresentassem qualquer tipo de doença que pudesse impor restrições ao estudo ou que implicasse em algum risco para o voluntário. Apesar da composição da amostra ter sido por conveniência, não houve qualquer critério de preferência por nenhum tipo de indivíduo. Todos aqueles que manifestaram o desejo de participar foram aceitos, desde que se enquadrassem nos critérios de inclusão. Todos os voluntários gozavam de plena saúde

física e mental e desenvolviam normalmente suas atividades habituais. A amostra teve em sua composição 26% de pessoas vinculadas ao Tribunal Superior do Trabalho, 42% estudantes universitários e 36% de origem diversa, conforme se nota na **Tabela 1**.

## II - CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA

A caracterização do nível de atividade física de voluntários para pesquisas sobre atividade física tem sido um desafio para área das ciências do movimento, especialmente nos casos onde não se dispõe de uma avaliação física de desempenho prévia. Em nosso caso esse é um ponto fundamental nos critérios de inclusão dos voluntários, uma vez que a proposta de estudo recai na investigação de possíveis impactos de um incremento leve a moderado no nível inicial de atividade física, baseada em um aumento quantitativo de 3500 passos por dia, em relação ao nível usualmente praticado por cada voluntário. É portanto fundamental caracterizar bem o nível inicial de atividade física dos participantes, antes do ingresso na pesquisa. Este é um ponto essencial dos métodos, uma vez que indivíduos muito ativos, e/ou atletas, submetidos à intervenção aqui proposta, provavelmente não teriam qualquer impacto significativo nas diversas variáveis fisiológicas potencialmente suscetíveis ao treinamento físico. Uma vez que adaptações funcionais decorrentes do treinamento físico tendem a ser associadas à magnitude da sobrecarga, um incremento de 3500 passos/dia na rotina de alguém muito ativo provavelmente não constituiria sobrecarga importante. A opção metodológica escolhida foi no sentido de que os voluntários deveriam estar inicialmente sedentários ou insuficientemente ativos, com base nos critérios de classificação do IPAQ – *International Physical Activity Questionnaire*, versão curta validada para o português (**Anexo 3**) (PARDINI et al., 2001). A escolha deste questionário se deu em razão dele incorporar as atuais recomendações dos requisitos mínimos para um nível de atividade física condizente com uma boa saúde, sob o ponto de vista epidemiológico de saúde pública. Alguns pontos positivos deste questionário são o fato dele considerar, em separado, a indagação do quantitativo de caminhada realizada pelo respondente e o fato dele discriminar os critérios de frequência e duração das atividades físicas realizadas. Sendo assim, “sedentário” é aquele que não realiza qualquer atividade física (caminhada e/ou atividades moderadas e/ou intensas) por período superior a dez minutos contínuos na semana. Já um indivíduo “insuficientemente ativo” é aquele que realiza alguma atividade física superior a dez

minutos contínuos, porém não cumpre o requisito mínimo recomendado para frequência semanal, ou seja, um mínimo de 5 dias/semana, nem o mínimo de duração semanal (150 minutos acumulados), com base nas atuais recomendações do Colégio Americano de Medicina Desportiva e do CDC – *Centers for Disease Control and Prevention*. Essas instituições, líderes na pesquisa e na intervenção das áreas da ciência do movimento, preconizam um mínimo de 30 minutos de atividade física moderada acumulada, na maioria dos dias da semana e preferencialmente todos os dias (HASKELL et al., 2007; U.S.DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES et al., 1996; PATE et al., 1995). A construção do questionário IPAQ foi de iniciativa de um grupo de estudos organizado pela Organização Mundial da Saúde (CRAIG et al., 2003), tendo sua validação na língua portuguesa sido feita pelo grupo do Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul – CELAFISCS (PARDINI et al., 2001). Adotando portanto a classificação pelo IPAQ, 21% dos voluntários estavam sedentários quando do início do protocolo e os demais 79% foram classificados como insuficientemente ativos. Pela opção metodológica acima explicada, não incorporamos, na seleção inicial dos voluntários, nenhum indivíduo “ativo”, nem “muito ativo”. É importante comentar que este questionário destina-se usualmente para aplicação em grandes grupos, com um enfoque epidemiológico, para quantificar nível de atividade física populacional. Sendo assim, existem obviamente restrições ao seu uso em nível individual ou em pequenos grupos. Para excluir eventuais condições atípicas, somente se incorporou o voluntário que confirmou que o padrão apresentado na semana de referência quando da aplicação do IPAQ representava o nível de atividade física usual dos últimos dois meses. No formulário do IPAQ aqui empregado, promoveu-se pequena adaptação, acrescentando-se perguntas sobre o estágio de comportamento em relação à prática de atividades físicas, bem como indagações sobre barreiras à prática regular (**Anexo 3**), para eventual análise em desdobramentos futuros do foco principal desta pesquisa.

### **III - CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA**

Todos os voluntários responderam a uma anamnese, que consistia de questionamentos sobre dados pessoais, procedência, profissão, uso de medicamentos, condição física, presença de doenças anteriores, história familiar e outros fatores de risco para doenças crônico-degenerativas, além de hábitos de vida como tabagismo,

consumo de bebidas alcoólicas e bebidas estimulantes (chá, café, refrigerantes, guaraná em pó e xarope de guaraná). Essas características, assim como informações com finalidade de estratificação de risco, foram obtidas por meio de questionário adaptado do formulário de estratificação de risco de 2003 do Colégio Americano de Medicina Desportiva (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE - ACSM, 2003). A presença de fatores de risco cardiovasculares, associados à avaliação clínico-cardiológica também foram usados para julgamento de possíveis contra-indicações para a realização do teste de esforço empregado. Não houve nenhuma contra-indicação à realização do teste de esforço, no protocolo aqui usado, entre os voluntários que atendiam aos critérios de inclusão.

Os voluntários respondiam à anamnese clínica e preenchiam o IPAQ para classificação do nível atual de atividade física. Na seqüência do protocolo, eles eram pesados e medidos (descalços e sem blusa), utilizando-se balança analógica, da marca Filizola – modelo 31, com estadiômetro acoplado. Passavam então por uma avaliação clínica geral, realizada apenas por dois examinadores com larga experiência clínico-cardiológica (a médica cardiologista chefe do Serviço Médico do Tribunal Superior do Trabalho, Dra. Maria da Conceição Bezerra Cavalcanti e o Professor Orientador do presente estudo – cardiologista chefe do Serviço de Cardiologia da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília, Prof. Dr. Luiz Fernando Junqueira Jr.). O objetivo da avaliação médica era o de caracterizar clinicamente a amostra, além de identificar indivíduos que eventualmente não pudessem se submeter aos testes de função autonômica e/ou ao teste de esforço submáximo, conforme descrição a ser detalhada adiante. A rotina de avaliação do primeiro encontro com o voluntário consistia de exame clínico-cardiológico, bem como registro do eletrocardiograma convencional de repouso. Por critérios médicos, poderiam ser solicitados exames complementares como o ecodopplercardiograma, o teste de esforço diagnóstico em esteira, a monitorização ambulatorial da pressão arterial (MAPA), o registro ambulatorial contínuo do eletrocardiograma de 24 horas (Holter) e, eventualmente, outros exames. Entre os voluntários incluídos no estudo, houve um caso onde foi também solicitada sorologia para Doença de Chagas, sendo o resultado do exame negativo para a presença dessa doença. Houve ainda um caso de tireóide difusamente palpável ao exame físico, sendo solicitado exame laboratorial de função tireoidiana, que apresentou resultado normal. Entretanto, considera-se digno de nota que foram solicitados dois exames ecodopplercardiográficos, tendo um confirmado a presença de

prolapso da válvula mitral e o de um outro voluntário que segue na investigação quanto à suspeita de comunicação intra-atrial do tipo seio venoso, ambos excluídos do estudo. Na seção IV deste capítulo há um quadro detalhado de todos critérios de exclusão e o número/motivo da exclusão de alguns voluntários. Após a seleção, os participantes foram submetidos aos testes de avaliação da Função Autonômica Cardíaca - FAC e aos testes de esforço.

Em razão da esperada redução da variabilidade da frequência cardíaca em indivíduos obesos, optou-se por limitar o índice de massa corporal – IMC (peso em quilogramas dividido pelo quadrado da altura em metros – índice de Quetelet) a valores menores que  $30 \text{ Kg/m}^2$  como critério de inclusão. A proporção de voluntários dentro da faixa de IMC normal foi de 53%, ficando os outros 47% na categoria de sobrepeso, segundo os critérios da Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica - ABESO (MANCINI e CARRA, 2001) (**Tabela 1**). Nenhum dos voluntários era tabagista e todos tinham consumo considerado normal de bebidas estimulantes como chá, café, refrigerantes, guaraná em pó e/ou xarope de guaraná. Quanto ao consumo de álcool, todos relataram fazer uso eventual e/ou socialmente.

Os valores de pressão arterial aferidos na condição de repouso supino (basal) estavam todos dentro da faixa de normalidade (categorias “normal” e “pré-hipertensão), segundo o VII JNC (CHOBANIAN et al., 2003). A mediana da pressão arterial sistólica do grupo, no repouso supino na primeira avaliação, foi de 110 mmHg, extremos de 98 e 130 mmHg. Na mesma condição, a pressão diastólica variou entre 62 e 84 mmHg, com mediana igual a 78 mmHg. Para caracterização da frequência cardíaca (FC) de repouso e da FC na condição ortostática (duas posições aqui empregadas para os testes de função autonômica cardíaca), considerou os valores aferidos após o primeiro minuto de registro em cada condição fisiológica. A mediana da frequência cardíaca (FC) de repouso foi de 59 bpm, próprio da condição de repouso supino. Os extremos da FC nesta condição foram de 45 e 79 bpm, indicando uma faixa de variação que abrange desde os indivíduos mais bradicárdicos, até aqueles com ritmo cardíaco um pouco mais acelerado. Os valores correspondentes para a frequência respiratória (FR) no repouso foram, mediana de 15 cpm, com extremos de 10 e 20 cpm (**Tabela 2**).

A avaliação clínica, acrescida do eletrocardiograma de repouso convencional de 12 derivações e de alguns exames complementares nos casos solicitados, identificou a normalidade clínica em todos os voluntários estudados. As características gerais dos achados eletrocardiográficos estão listadas na **Tabela 2**.



**Tabela 1: Características antropométricas, ocupação e nível de atividade física da amostra estudada**

INDIVÍDUO	IDADE	SEXO	PROFISSÃO	PESO (Kg)	ALTURA (m)	IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO PESO	NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA	
1	JNB	45	M	Técnico Judiciário	81,0	1,70	28,0	Sobrepeso	Insuficientemente Ativo
2	ELF	42	M	Analista Judiciário	86,5	1,76	27,9	Sobrepeso	Insuficientemente Ativo
3	GEM	30	M	Professor Universitário	81,9	1,79	25,6	Sobrepeso	Sedentário
4	ALB	20	M	Estudante	80,9	1,85	23,6	Normal	Insuficientemente Ativo
5	GPA	25	M	Estudante	76,2	1,75	24,9	Normal	Insuficientemente Ativo
6	ECC	43	M	Agente de Polícia / Estudante	88,3	1,82	26,7	Sobrepeso	Sedentário
7	SRT	38	M	Professor Universitário	85,7	1,83	25,6	Sobrepeso	Insuficientemente Ativo
8	FVSC	21	M	Estudante	71,5	1,78	22,6	Normal	Insuficientemente Ativo
9	JR	30	M	Atendente Técnico-Administrativo	75,4	1,68	26,7	Sobrepeso	Insuficientemente Ativo
10	CS	36	M	Técnico Judiciário	88,1	1,85	25,7	Sobrepeso	Insuficientemente Ativo
11	AJMA	43	M	Analista Judiciário	65,5	1,67	23,5	Normal	Insuficientemente Ativo
12	MOR	19	M	Estudante	65,3	1,85	19,1	Normal	Insuficientemente Ativo
13	MLN	23	M	Bancário	69,9	1,81	21,3	Normal	Sedentário
14	MLSO	23	M	Estudante	66,1	1,77	21,1	Normal	Insuficientemente Ativo
15	RSC	24	M	Fisioterapeuta	82,9	1,77	26,5	Sobrepeso	Insuficientemente Ativo
16	CVL	34	M	Professor Universitário	70,9	1,70	24,5	Normal	Insuficientemente Ativo
17	DLCF	46	M	Analista Judiciário	80,3	1,69	28,1	Sobrepeso	Insuficientemente Ativo
18	VFSO	29	M	Estudante / Técnico-Administrativo	69,6	1,70	24,1	Normal	Sedentário
19	IMD	19	M	Estudante	60,0	1,73	20,0	Normal	Insuficientemente Ativo

IMC: Índice de massa corporal

**Tabela 2: Valores individuais das variáveis funcionais basais da amostra no repouso supino e achados eletrocardiográficos**

INDIVÍDUOS	IDADE (anos)	PAS (mmHg)	PAD (mmHg)	FC (bpm)	FR (cpm)	ELETROCARDIOGRAMA	
1	<b>JNB</b>	45	110	80	67	17	Normal
2	<b>ELF</b>	42	120	82	54	20	Normal – bradicardia sinusal
3	<b>GEM</b>	30	100	68	65	18	Normal – discreta arritmia respiratória – retardo fisiológico de condução pelo ramo direito
4	<b>ALB</b>	20	116	82	72	18	Normal – repolarização precoce
5	<b>GPA</b>	25	102	62	45	14	Normal – Bradicardia sinsusal – Síndrome S1,S2,S3 variante de normalidade – onda “T” vagotônica
6	<b>ECC</b>	43	100	78	73	16	Normal
7	<b>SRT</b>	38	124	84	54	14	Normal – bradicardia sinusal – eixo verticalizado 90° - onda “U” presente
8	<b>FVSC</b>	21	110	70	52	18,5	Normal – bradicardia sinusal – arritmia respiratória - Síndrome S1,S2,S3 variante de normalidade – retardo fisiológico da condução pelo ramo direito – hipertonia vagal
9	<b>JR</b>	30	100	80	55	17	Normal – bradicardia sinusal
10	<b>CS</b>	36	110	80	49	11	Normal – bradicardia sinusal
11	<b>AJMA</b>	43	110	78	55	15	Normal
12	<b>MOR</b>	19	130	78	52	18	Normal – bradicardia sinusal – retardo fisiológico da condução pelo ramo direito – bloqueio divisional pósterio-inferior direito variante de normalidade – hipertonia vagal
13	<b>MLN</b>	23	110	70	56	14	Normal – bradicardia sinusal - vagotonia
14	<b>MLSO</b>	23	98	70	79	13,5	Normal – repolarização precoce
15	<b>RSC</b>	24	116	68	60	12	Normal – bradicardia sinusal – arritmia respiratória - vagotonia
16	<b>CVL</b>	34	100	70	59	10	Normal – bradicardia sinusal – vagotonia
17	<b>DLCF</b>	46	102	75	70	17	Normal
18	<b>VFSO</b>	29	116	78	75	12	Normal – repolarização precoce - vagotonia
19	<b>IMD</b>	19	115	84	65	12	Normal – arritmia respiratória discreta

PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; FC: frequência cardíaca; FR: frequência respiratória

Houve ainda preocupação quanto à chance de um potencial viés nos achados da variabilidade da frequência cardíaca, motivada por eventual alteração importante do estado emocional dos voluntários. Para tanto, considerou-se motivo de exclusão e/ou adiamento do teste quando o participante, em qualquer fase da coleta de dados, relatava estar vivendo uma circunstância emocional digna de destaque. O critério adotado era quando o voluntário julgava que aquele momento era diferente de seu estado emocional habitual ou quando relatava fatos considerados socialmente como perturbadores do equilíbrio psicológico normal, como falecimento ou doença em pessoa próxima, separação, demissão do emprego etc. Por esta razão e/ou por impedimentos eventuais dos voluntários, alguns exames tiveram remarcação em data próxima, motivo pelo qual o tempo de acompanhamento de cada voluntário, em cada fase do estudo, não foi exatamente o mesmo, com duração mediana (extremos) de 18 (14 – 25) dias na fase inicial de controle e de 21 (14 – 30) dias na fase de intervenção.

Os dados individuais das variáveis observadas constam do **Anexo IX**.

#### **IV– Critérios de inclusão e/ou exclusão de indivíduos e/ou registros**

Os critérios de participação aqui estipulados são de natureza variável, uma vez que deveriam atender pressupostos clínico-funcionais e metodológicos, especialmente no que se refere à análise da variabilidade dos intervalos R-R do ECG. Alguns dos critérios de inclusão já foram citados anteriormente, mas julga-se necessário um breve resumo em forma de tópicos a fim de agrupá-los, conforme se expõe na **Figura 04**.

CRITÉRIO	LIMITE
Idade	Entre 18 e 50 anos
Condição física	Insuficientemente ativo segundo questionário IPAQ
Sexo	Masculino
Condição clínica	Compatível com a normalidade em exame clínico-cardiológico
Ritmo cardíaco	Ritmo sinusal ao longo de todos os registros
Frequência respiratória	Superior a 10 ciclos por minuto
Índice de massa corporal	Na faixa de normalidade, ou seja, entre 18,5 e 29,9 Kg/m <sup>2</sup>

**Figura 04.** Quadro com os critérios de inclusão dos voluntários na amostra

Os critérios de exclusão são, por definição, representados por condições que não atenderam integralmente os critérios apontados no quadro acima, acrescidos de alguma outra condição que tenha impedido o seguimento completo do protocolo experimental e/ou de análise dos registros. Apresenta-se na **Figura 05** o número de voluntários excluídos, bem como o respectivo motivo.

CRITÉRIO DE EXCLUSÃO	MOTIVO DA EXCLUSÃO	Nº
Condição clínica não-normal e/ou com potencial interferência na análise da variabilidade dos intervalos R-R do ECG.	Pressão arterial de repouso compatível com hipertensão arterial	02
	Hipotensão postural sintomática durante o registro	01
	Talassemia	01
	Diabetes Mellitus tipo II	01
	Prolapso da válvula mitral	01
	Suspeita de comunicação intra-atrial do tipo seio venoso (em investigação)	01
Limitação metodológica para a análise da variabilidade dos intervalos R-R do ECG no domínio da frequência com as bandas de frequência fixas	Frequência respiratória menor que 10 ciclos por minuto	06
	Marca-passo mutável	02
	Marca-passo mutável e dissociação atrioventricular	01
número usual de passos/dia	padrão absolutamente incompatível com a classificação de insuficientemente ativo	01
nível de adesão ao protocolo	cumprir menos de 80% da intervenção proposta de aumento de 3500 passos/dia	01

**Figura 05:** Quadro com os critérios de exclusão e mortalidade de voluntários da amostra.

A exclusão de voluntários por questões inerentes à metodologia de análise da variabilidade dos Int R-R do ECG deu-se pelo pressuposto teórico-matemático quando do uso da transformada no domínio da frequência, que impõe a necessidade da obtenção de um sinal estacionário, devendo para isso ter origem única. Sabe-se que a presença de simples batimentos ectópicos pode levar à falsa interpretação

de modulação autonômica. Kamath e Fallen (1995) afirmam que a presença de batimentos ectópicos representa a maior fonte de erro nas análises temporal e espectral da variabilidade da frequência cardíaca (KAMATH e FALLEN, 1995). Um pequeno número de batimentos não-sinusais pode comprometer a estatística de índices tanto no domínio do tempo como no da frequência. Isto é particularmente verdadeiro quando da aquisição automática dos intervalos R-R do ECG, sem o registro convencional do eletrocardiograma e/ou sem uma edição cuidadosa dos dados obtidos, como no caso da análise da variabilidade da FC por meio do sistema Holter. Os mesmos autores sugerem que uma verificação do traçado eletrocardiográfico, bem como dos dados da variabilidade da frequência, é “fortemente recomendada” no processamento do sinal. Além disso, propõem que nos registros de curta duração o traçado eletrocardiográfico seja visualizado constantemente durante o registro (KAMATH e FALLEN, 1995). Em nosso estudo, foram eliminados todos os batimentos prematuros (extra-sístoles), bem como seus respectivos batimentos subseqüentes. Excluimos também batimentos que apresentavam qualquer dúvida quanto a sua origem e/ou propagação diferente da basal de cada indivíduo. Foram excluídos ainda todos voluntários que apresentaram frequência respiratória (FR) inferior a 10 cpm, frente aos erros de análise que isto implicaria, em razão do efeito que esse nível de FR causa, especialmente na banda de baixa frequência espectral. Nesse particular observou-se ponderações publicadas por Brown e colaboradores em 1993 (BROWN et al., 1993). A análise cuidadosa dos casos duvidosos foi feita com base na revisão dos traçados pelo professor orientador do presente estudo, que possui larga experiência neste tipo de interpretação. Entre os traçados dos voluntários incluídos na amostra, o número de batimentos excluídos para validação do traçado foi extremamente baixo, com mediana e extremos de 0,6% (0 e 5,2%).

## **V – ASPECTOS METODOLÓGICOS GERAIS**

Após a marcação da data da avaliação inicial, todos os voluntários eram orientados a não consumir bebidas estimulantes (chá, café, refrigerantes, guaraná em pó e xarope de guaraná) nem alcoólicas, por um período mínimo de 12 horas anteriores aos testes. Era solicitado um período de sono na noite anterior ao dia do teste de pelo menos

6 horas. O não cumprimento desse último quesito foi motivo de remarcação de algumas avaliações. Os indivíduos eram orientados no sentido de fazerem sua refeição matinal normalmente, restringindo apenas o consumo das bebidas já citadas. Foi também estabelecido um período prévio de no mínimo 12 horas sem prática de qualquer atividade física e ausência de atividade física intensa por um período mínimo de 24 horas antes dos testes.

As avaliações clínicas e os testes de função autonômica cardíaca foram realizados no Serviço Médico do Tribunal Superior do Trabalho ou Laboratório Cardiovascular da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília. Ambos ambientes climatizados e apropriados para a realização dos registros sem interferências e/ou estímulos externos. O registro das séries temporais de intervalos R-R do eletrocardiograma para análise da variabilidade da frequência cardíaca (ou da variabilidade dos intervalos R-R do eletrocardiograma – termos aqui usados indistintamente) foi sempre feito no período vespertino, entre 12 horas e 19 horas, durando cada sessão cerca de 60 minutos, compreendendo a anamnese, preenchimento de questionários (IPAQ e de estratificação de risco), a tomada de medidas antropométricas e funcionais, o registro do eletrocardiograma de repouso e os testes de caracterização da função autonômica cardíaca propriamente ditos. Todos esses testes autonômicos foram conduzidos por um único observador – o autor do presente trabalho. O posterior processamento dos dados, bem como sua análise, foram sempre supervisionados pelo Prof. Dr. Luiz Fernando Junqueira Jr, orientador do trabalho, com larga experiência nesta atividade.

Durante a execução dos testes de avaliação autonômica, os participantes recebiam orientações prévias para não dormir, evitar alterações conscientes no ritmo respiratório (inspirações profundas), não falar (exceção à situação em que eventualmente estivessem se sentido mal por qualquer motivo) e para se manterem o mais relaxados possível. A fase de coleta de dados ocorreu entre fevereiro e novembro de 2006. Anteriormente a esse período, procedeu-se à estudo piloto entre agosto de 2005 e janeiro de 2006, sendo essa etapa fundamental para vários ajustes metodológicos aqui incorporados. O estudo piloto foi especialmente crítico na definição dos períodos de seguimento e na escolha do número de passos para a intervenção instituída (PORTO et al., 2006).

A variabilidade da frequência cardíaca foi analisada por meio do registro dos intervalos R-R do ECG, simultaneamente com o uso do eletrocardiógrafo

convencional e do cardiômetro ou freqüencímetro da marca Polar<sup>®</sup>, modelo S810 (**Figura 6**), fabricado pela Polar Electro Oy - Finlândia. A escolha pelo registro das séries temporais dos intervalos R-R do ECG por meio desse freqüencímetro se deu em razão de ser um instrumento anteriormente por nós validado como alternativa válida para este fim (PORTO e JUNQUEIRA JR., 2007; PORTO, 1999), bem como por sua facilidade de operação e potenciais desdobramentos de pesquisas futuras, baseadas nos registros atuais mas explorando outras formas de análise fornecidas por aplicativo informatizado do próprio fabricante, como a análise de Poincaré.

Após a obtenção das séries individuais de intervalos R-R do ECG, o processamento dos dados para obtenção dos índices temporais e espectrais da variabilidade da freqüência cardíaca foi realizado tendo como base a série temporal de intervalos R-R do ECG obtida automaticamente por meio do freqüencímetro Polar<sup>®</sup>. Esta função do freqüencímetro Polar<sup>®</sup> foi anteriormente validada para uso na análise da variabilidade dos intervalos R-R do ECG em estudo por nós conduzido em dissertação de mestrado (PORTO, 1999). No entanto, como o freqüencímetro Polar<sup>®</sup> fornece apenas a série de intervalos R-R, sem fazer o registro do sinal eletrocardiográfico, procedeu-se simultaneamente ao registro eletrocardiográfico convencional em papel, na derivação DI ou DII, para fins de confirmação do ritmo sinusal, bem como base para sanar eventuais dúvidas em casos como extra-sístoles e/ou artefatos de registro. Este procedimento foi especialmente importante para caracterização do ritmo sinusal ao longo de todo o traçado. Esta análise impôs a exclusão de alguns voluntários (**Figura 5**). Após a obtenção das séries temporais, o processamento digital foi realizado empregando-se aplicativo informatizado (*software*) próprio (*ECGLAB*), desenvolvido no Laboratório Cardiovascular da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília, em parceria com o departamento de Engenharia Elétrica da mesma instituição (CARVALHO et al., 2003; CARVALHO et al., 2002), conforme detalhamento no item V deste capítulo.



**Figura 6:** Ilustração do receptor/monitor Polar S810<sup>®</sup> ([www.polarbr.com.br](http://www.polarbr.com.br))

Foram tomados todos os cuidados técnicos necessários ao bom registro eletrocardiográfico, como a utilização de pasta eletrolítica entre a pele e os eletrodos, o acionamento de filtro digital de 60 Hz no eletrocardiógrafo, bem como o de 35 Hz, para evitar interferências características de “tremor” muscular, além do uso de um aterramento ideal do aparelho.

Quanto à utilização do freqüencímetro Polar<sup>®</sup>, alguns critérios foram adotados antes do início dos registros:

- 1) ajuste da correia elástica (**Figura 6A**) ao diâmetro do tórax de cada indivíduo, de forma que ficasse firme, sem causar qualquer incômodo e/ou eventual inibição ao movimento respiratório normal;
- 2) colocação da correia rígida (parte sensível do equipamento, que capta os intervalos R-R do ECG e os transmite para a unidade repectora, centralmente ao tórax, podendo eventualmente sofrer pequeno deslocamento lateral para facilitar a captação dos impulsos elétricos do coração. Esse deslocamento era feito quando se percebia, antes do início do registro, qualquer irregularidade na aferição da freqüência cardíaca (FC) por meio do freqüencímetro Polar<sup>®</sup>. Essas irregularidades eram percebidas de três formas distintas: quando o aparelho não registrava nenhum valor de FC no seu visor, quando demorava muito a indicar os valores de FC no visor ou quando registrava um valor fixo por vários segundos. Para solucionar esses problemas usou-se freqüentemente o simples deslocamento da correia rígida sobre o tórax. Na maioria das vezes em que isso ocorreu, a movimentação foi feita para a esquerda do tórax, aproximando a parte central da correia rígida do ápice do coração.



- 3) Colocação de pasta eletrolítica entre a pele e a correia rígida do Polar<sup>®</sup>. Este procedimento foi adotado após aprendizado vivido quando do estudo realizado por ocasião do mestrado, onde se empregou o mesmo tipo de freqüencímetro. Naquela ocasião, para evitar a ocorrência de várias interferências, especialmente durante o registro na postura ortostática, passou-se a colocar quantidade abundante de pasta condutora em todos os participantes, o que eliminou posteriores perdas de registros.

Após a colocação adequada dos eletrodos e do Polar<sup>®</sup>, iniciavam-se ambos os registros simultaneamente para futura análise.

Tanto o Laboratório Cardiovascular da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília, quanto o Serviço Médico do Tribunal Superior do Trabalho – TST, são aparelhados com instrumentação necessária para qualquer atendimento de emergência. Entretanto, por serem todos os procedimentos não-invasivos e pelo fato de serem manobras que apenas simulam atividades absolutamente fisiológicas do cotidiano (deitar e ficar de pé de forma ativa), não havia nenhum risco aumentado de qualquer evento cardiovascular. Durante a realização dos testes não ocorreu nenhum fato grave que necessitasse atendimento.



**Figura 6A:** Ilustração da correia fixa que capta e transmite os intervalos R-R do ECG para o receptor, acoplada a uma correia elástica para colocação do aparelho em volta do tórax ([www.polarbr.com.br](http://www.polarbr.com.br))

Conforme se observará no detalhamento do protocolo experimental usado, os voluntários também foram submetidos a avaliações ergoespirométricas com a finalidade de verificar possíveis efeitos da intervenção na capacidade física e/ou de

correlacionar possíveis modificações no balanço vago-simpático, decorrentes da intervenção instituída, com variáveis funcionais em situação de esforço físico. Antes porém da descrição pormenorizada do desenho experimental, faz-se necessária a caracterização da função autonômica cardíaca e da avaliação do desempenho físico por meio da ergoespirometria.

## **VI - CARACTERIZAÇÃO DA FUNÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA**

Várias são as possibilidades de caracterização da função autonômica cardíaca, seja da ação basal dos componentes simpático e parassimpático (tono), seja de suas ações frente a estímulos diversos (modulação). De maneira relativamente comum, o equilíbrio vago-simpático vem sendo realizado por meio de testes que avaliam as respostas, espontâneas ou induzidas, da frequência cardíaca, de natureza barorreflexa. Conforme mencionado na introdução, os procedimentos mais usados para induzir alterações da FC são: o exercício físico, a mudança postural ativa ou passiva, a administração de drogas vasopressoras ou dilatadoras, o esfriamento facial, a arritmia respiratória, a manobra de Valsalva e a estimulação extrínseca dos receptores carotídeos. No presente estudo, além da condição basal de referência, repouso supino, foi também utilizado o procedimento de mudança postural ativa (adoção ativa da posição de pé). Ambas condições simulam situações cotidianas e não oferecem riscos aos examinados. Foram analisadas as variações dos intervalos R-R do ECG (Int. R-R) durante os testes, no domínio do tempo e da frequência espectral, de forma integrada, com base nas séries temporais obtidas pelo freqüencímetro Polar<sup>®</sup>, permitindo assim a caracterização absoluta e relativa da atividade dos componentes simpático e parassimpático da ação autonômica sobre o coração. O método utilizado foi a da análise temporal e espectral da variabilidade da FC, com base nas séries temporais dos valores dos intervalos R-R do ECG fornecidos pelo cardiômetro Polar<sup>®</sup>, registrados durante 5 minutos (*short-term power spectral analysis*) na posição supina em repouso e após a mudança ativa para postura ortostática. Vale lembrar que o registro eletrocardiográfico era sempre feito de forma simultânea ao registro pelo Polar<sup>®</sup> para servir de base de análise da morfologia do sinal e conseqüente caracterização do ritmo sinusal. Além de

índices estatísticos temporais comuns, obtivemos também indicadores espectrais, expressos por suas amplitudes (*power*) e por suas frequências, dentro de escalas do espectro de potências, com base no modelo matemático auto-regressivo, empregando *janelamento de Hanning*, com ordem 21 e taxa de amostragem de 4. Essas são as especificações técnicas definidas como as melhores, quando do desenvolvimento do aplicativo “ECGLAB” (CARVALHO et al., 2003; CARVALHO et al., 2002).

Os estudos da função autonômica cardíaca têm definido três faixas de espectro principais, associadas aos componentes simpático e parassimpático. Apesar de ainda persistir alguma controvérsia na literatura, principalmente em relação a algumas bandas específicas, utilizou-se também uma divisão do espectro em três áreas, bandas ou faixas: uma inicial de muito baixa frequência (MBF), de 0,01 – 0,04Hz, ainda sem uma clara definição de seu significado fisiológico nos registros de curta duração; uma segunda faixa, intermediária, de baixa frequência (BF), de 0,04 a 0,15 Hz, relacionada à atividade barorreflexa basal, motivo de grande polêmica na literatura, mas bem aceita como marcadora da atividade simpática, ainda que contenha também influências vagais. Finalmente, uma terceira faixa, de alta frequência (AF), de 0,15 a 0,50 Hz, caracterizando o componente parassimpático. Esta é, sem sombra de dúvidas, a banda melhor caracterizada pela literatura especializada, do ponto de vista de sua representação fisiológica. A divisão ora empregada segue as recomendações da força tarefa instituída em 1996 para padronização dos estudos da variabilidade da frequência cardíaca (TASK FORCE, 1996). Apesar da subdivisão do espectro nessas três bandas, para efeito da interpretação e análise dos dados foram usadas somente as duas últimas, visto que, como foi dito, a primeira ainda é desprovida de significado fisiológico nos registros de curta duração. Adotou-se neste trabalho as abreviações de "BF" e "AF" para designar as faixas de baixa e alta frequências espectrais. Essas duas siglas quando precedidas da letra "B" indicaram as “bandas” de baixa e alta frequências espectrais.

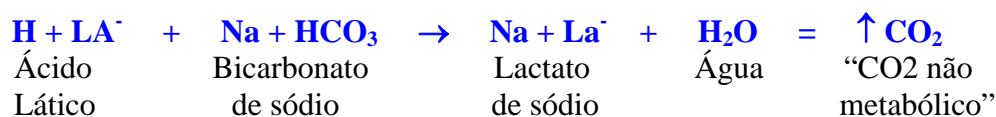
No presente estudo emprega-se o termo Variabilidade da Frequência Cardíaca ou Variabilidade dos Intervalos R-R do ECG, de modo sinônimo, para indicar as oscilações rítmicas nos Intervalos R-R do ECG, por parecerem termos que expressam muito bem o objeto de estudo e que vão ao encontro do disposto na força tarefa acima citada (TASK FORCE, 1996).

## VII - CARACTERIZAÇÃO DO DESEMPENHO FÍSICO POR MEIO DA ERGOESPIROMETRIA

O teste de esforço com avaliação ergoespirométrica (TE) instituído no presente estudo teve o objetivo de avaliar o desempenho e/ou capacidade física, não envolvendo qualquer interpretação diagnóstica.

Em razão da intervenção programada basear-se exclusivamente em um aumento moderado do número de passos/dia (3500 passos/dia, preferencialmente em ritmo de caminhada em intensidade leve a moderada), optou-se por estabelecer um protocolo de teste com incremento de carga de trabalho leve e padronizado, no sentido de buscar maior especificidade e para garantir o mesmo nível de esforço nas fases de pré- e pós-intervenção. O fundamento da escolha foi tornar o teste o mais específico possível para o tipo de intervenção proposta. Seguindo, neste sentido, o postulado por Wasserman e colaboradores, quando sugerem que a escolha do protocolo depende do objetivo do teste (WASSERMAN et al., 1987). Dessa forma, os testes eram sempre iniciados na velocidade de 3 km/h, com incremento de 1 km/h de velocidade a cada 2 minutos de teste. A inclinação da esteira foi mantida sempre em 3% em relação ao solo, em uma condição que simula a resistência do ar em ambiente livre.

Para o presente estudo interessava observar a existência de modificações fisiológicas ao nível do limiar anaeróbico, também conhecido como primeiro limiar ventilatório, que pudesse significar melhor eficiência cardiorrespiratória e/ou metabólica em atividades submáximas, tipicamente estimuladas em programas de combate ao sedentarismo. A determinação do ponto de limiar anaeróbico foi realizada de forma visual, feita com base nas análises gráficas de variáveis ventilatórias, seguindo o princípio de que suas modificações são decorrentes do acúmulo de ácido láctico, com correspondente tamponamento sanguíneo pelos íons bicarbonato, o que acarreta aumento de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e da pressão parcial de CO<sub>2</sub> (PCO<sub>2</sub>), provocando potenciais alterações na ventilação, conforme a equação abaixo, extraída de Barros Neto (BARROS NETO et al., 1999):



Assim, essas alterações metabólicas podem ser detectadas pela análise dos gases expirados. Para tanto seguimos o procedimento preconizado por Wasserman (WASSERMAN et al., 1987), validado também por Gaskill (GASKILL et al., 2001), instituindo-se uma adaptação dos métodos associados propostos por este, em virtude do equipamento aqui empregado. O método de detecção visual do limiar anaeróbico, endossado pela Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC) nas II Diretrizes da SBC sobre teste ergométrico (ANDRADE et al., 2002), baseou-se na análise visual dos seguintes pontos:

- a) Primeira perda da linearidade na curva de incremento da ventilação minuto (VE), ou seja, o ponto de inflexão da curva da VE;
- b) Ponto de inflexão da curva do equivalente ventilatório para o oxigênio ( $VE/VO_2$ ), identificado no primeiro incremento dessa variável, e com concomitante queda do equivalente ventilatório para o dióxido de carbono ( $VE/VCO_2$ );

Todos os testes ergoespirométricos foram realizados no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília, sob a supervisão e coordenação da Profa. Dra. Keila Elizabeth Fontana, especialista em fisiologia do exercício e com larga experiência na condução/interpretação de testes ergoespirométricos. Apenas a Profa. Keila E. Fontana procedeu às marcações dos pontos de limiar anaeróbico, fixando-se assim que a determinação visual do referido limiar foi realizada por uma única observadora.

O TE foi realizado em esteira rolante com análise metabólica dos gases expirados em circuito aberto. O sistema é constituído de um coletor de gases acoplado a uma máscara que envolve a boca e nariz do voluntário a ser testado (**Figura 7**), ligado ao espirômetro modelo - TEEM 100 – de calorimetria indireta portátil (*AeroSport TEEM 100 Metabolic Analysis System*<sup>®</sup>). O sistema é controlado por um microprocessador que procede à leitura dos gases expirados a cada 20 segundos, com as informações instantâneas no monitor de vídeo, com visualização gráfica do tipo “*on line*” (**Figura 8**).

O consumo de oxigênio, a produção de dióxido de carbono e o quociente respiratório (R) são calculados pelas trocas gasosas. O volume ventilatório é obtido por medida transdutora, usada para medir o diferencial de pressão instantaneamente. O sensor de oxigênio ( $O_2$ ) é uma célula de combustão galvânica. O rendimento é linear e com a linha de identidade extraída do meio ambiente (20,93%). O  $CO_2$  é mensurado

pelo princípio da análise infravermelha não-dispersiva, aceito com sistema validado pela normatização da Sociedade Brasileira de Cardiologia (GUIMARÃES et al., 2003). O ar ambiente é usado na calibração do sensor.

A validade do calorímetro portátil foi determinada ( $r = 0,96$  e  $SEE = 3,95\%$ ) nos estudos realizados por MELASON e cols. (1996) e NOVITSKY e cols. (1995), tendo sido considerado por esses autores como um sistema produtor de dados válidos (MELASON et al., 1996; NOVITSKI et al., 1995).



**Figura 7:** Detalhe do posicionamento da máscara de nariz e boca utilizada durante todos os testes.



**Figura 8:** Analisador de gases (TEEM 100<sup>®</sup> – indicado pela seta), acoplado a um sistema de controle do teste ergoespirométrico.

Uma vez preparado o indivíduo para os registros (colocação e ajuste da máscara e eletrodos para acompanhamento eletrocardiográfico na derivação CM5), procedeu-se ao registro das variáveis em repouso durante dois minutos, na posição sentada, apenas para estabilização das medidas. Antes do início dos registros em esforço houve sempre um período de adaptação do voluntário ao uso da máscara e ao caminhar

em esteira, com duração aproximada de 1-3 minutos. O teste tinha então início, sempre na velocidade de 3 km/h e com 3% de inclinação.

Foram utilizados os critérios de interrupção para teste de esforço em conformidade com as II Diretrizes da SBC sobre teste ergométrico, naquilo que é pertinente à avaliação não-diagnóstica, em indivíduos clinicamente normais (ANDRADE et al., 2002). Durante a pesquisa não houve necessidade de interrupção de nenhum teste por razões clínico-funcionais.

Foram monitoradas variáveis respiratórias, metabólicas e cardiovasculares. A pressão arterial durante o teste foi aferida pelo método auscultatório, empregando-se manguito padrão e manômetro aneróide. Os momentos de medida da PA foram no repouso, nos 30 segundos finais de cada estágio do teste e nos minutos 2 e 4 de recuperação, sempre pelo mesmo observador (autor do presente trabalho) (**Figura 9**). A frequência cardíaca foi monitorada continuamente para análise da resposta cronotrópica ao esforço, bem como para a detecção de eventual anormalidade durante o teste.



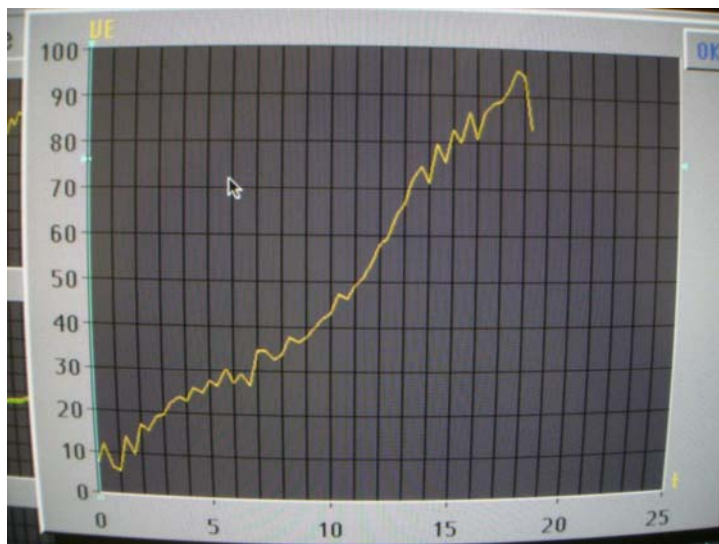
**Figura 9:** Situação de medida da PA durante teste ergoespirométrico. Nos estágios de corrida o manômetro era sustentado por um auxiliar para facilitar as leituras.

O teste padronizado foi do tipo submáximo, objetivando a detecção do limiar anaeróbico conforme definido por Wasserman (WASSERMAN et al., 1987), ou seja, o ponto limiar onde os “mecanismos anaeróbicos suplementam os aeróbicos” (tradução livre). Sendo a intervenção de aumento de atividade física proposta calcada em pequeno incremento de atividades de leve a moderada intensidade, a hipótese

postulada para escolha do limiar anaeróbico como foco de interesse baseia-se na possibilidade de ocorrerem modificações funcionais, especialmente periféricas, independentemente de eventuais modificações no consumo máximo de oxigênio ( $\text{VO}_2\text{máx}$ ) (HURLEY et al., 1984).

Em razão da amostra ser constituída de indivíduos insuficientemente ativos, com provável baixa tolerância ao esforço físico, associado ao fato de buscarmos possíveis alterações ao nível do limiar anaeróbico, optou-se por teste submáximo. A escolha pelo teste submáximo e escalonado, com estágios de 2 minutos entre cada nova carga de trabalho, no intuito de padronizar o tipo de esforço realizado nas fases pré- e pós-intervenção, impôs dificuldade metodológica extra na detecção do limiar anaeróbico (LA). A metodologia proposta por Wasserman para detecção visual do LA é validada e tem boa reprodutibilidade, sendo inclusive a referência básica das II Diretrizes Brasileiras da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergoespirométrico (ANDRADE et al., 2002). Quando se utiliza protocolos de rampa, diferentemente do escalonado aqui empregado, há incrementos graduais e progressivos da carga de trabalho, aproximadamente a cada 20 segundos, o que impede a estabilização da carga e a conseqüente formação de pequenos “platôs” nas curvas das variáveis ventilatórias a serem estudadas. Como a detecção visual do limiar baseia-se fundamentalmente em quebras de linearidades nas curvas de algumas dessas variáveis ventilatórias, a formação de pequenos “platôs” nessas curvas pode dificultar a identificação precisa dos pontos de inflexão das curvas. A dificuldade aqui relatada ficou patente em vários registros analisados, quando, em algumas variáveis, era nítido um aumento inicial imediatamente após a mudança da carga, com leve queda e/ou estabilização após o final do primeiro minuto em cada estágio do teste. Isso foi especialmente marcante na curva da ventilação-minuto (**Figura 10**).



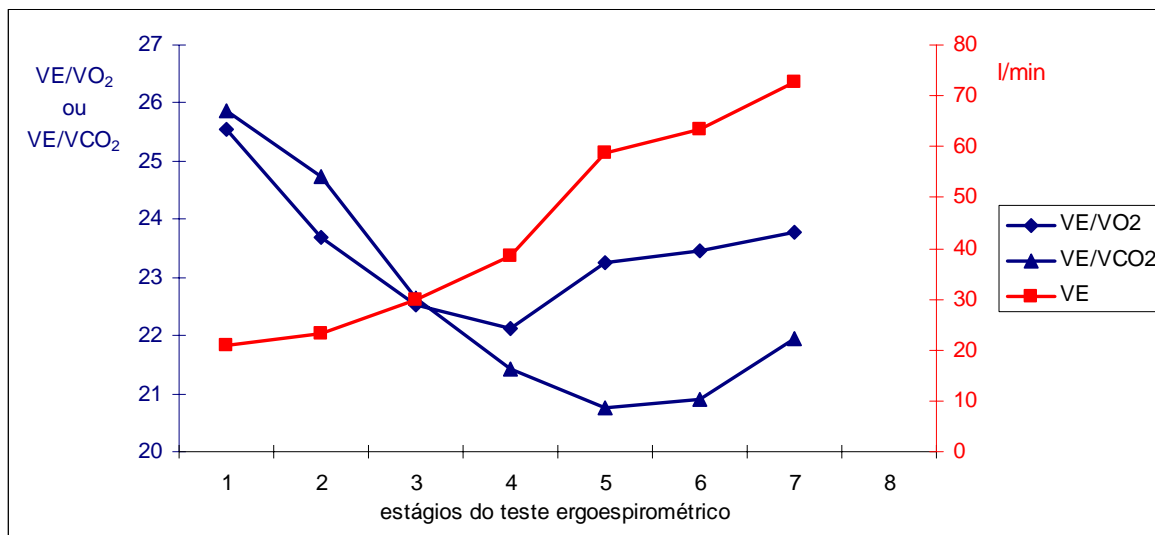


**Figura 10:** ilustração da curva de ventilação-minuto obtida pela aplicativo próprio do teste ergoespirométrico, onde se observam vários pequenos platôs ao longo da curva, associados à modificação de estágios no teste progressivo escalonado.

A solução encontrada para esse aparente impasse metodológico, decorrente da escolha do protocolo mais específico e ajustado para os objetivos do estudo, foi a adoção de uma rotina para conferência dos limiares assinalados nos diversos testes de esforço realizados, em conformidade com a seqüência abaixo descrita:

I - Após as marcações iniciais realizadas ao final de cada teste, optou-se por rever todas as marcações com base em um processamento paralelo das variáveis críticas para detecção do LA, tabulando-se os valores em planilha eletrônica *excel* (Microsoft® Office Excel, 2003). Este procedimento extra foi instituído em razão do aplicativo utilizado no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Universidade de Brasília para avaliações ergoespirométricas ter sido desenvolvido para plataforma “DOS”, o que não permite manipulação das dimensões e das escalas gráficas apresentados para detecção visual do LA, nem tão pouco disponibilizando a exportação dos dados e/ou gráficos. Essa limitação técnica não causa problemas nos testes de rampa usualmente desenvolvidos naquele laboratório. Entretanto, no caso específico do protocolo escalonado ora instituído, optou-se por esse processamento paralelo para minimizar novamente o efeito dos “platôs” decorrentes do escalonamento em estágios fixos de 2 minutos.

Para as variáveis de ventilação-minuto (VE), equivalente ventilatório para o oxigênio (VE/VO<sub>2</sub>) e equivalente ventilatório para o dióxido de carbono (VE/VCO<sub>2</sub>) calculou-se a média de 3 medidas por estágio. Das seis medidas obtidas pelo equipamento a cada estágio, desprezaram-se as duas primeiras, potenciais “geradoras de platôs” e a sexta, uma vez que esta última era realizada simultaneamente com a medida da pressão arterial e, portanto, com possível modificação na biomecânica do gesto e conseqüente interferência na produção de energia. Priorizou-se assim o segundo minuto de cada estágio por ser uma fase onde já ocorreram os ajustes iniciais da mudança de carga, sendo, portanto, uma fase mais estável em cada um dos estágios. Esses valores médios foram tabulados em gráficos de forma a permitir, por meio do aplicativo informatizado mencionado, melhor exploração visual dos pontos de quebra de linearidade, ou de inflexão, nas curvas analisadas. Nos gráficos montados em paralelo, foi possível identificar com adequada precisão o ponto onde ocorreu o limiar anaeróbico. Entretanto, como esse processamento paralelo foi construído dados parciais, apenas com o objetivo de verificar o momento de quebra de linearidade, retornava-se ao programa original, com os dados integrais, para marcação definitiva dos pontos de LA para análise. Durante a leitura gráfica usando esse recurso paralelo, a observadora desconhecia a ordem dos exames, bem como a identificação do voluntário. De posse do conhecimento desse “momento do LA”, retornou-se ao programa original de avaliação ergoespiométrica para conferência. Algumas marcações originais foram alteradas em decorrência deste procedimento de conferência e os novos pontos de detecção do LA considerados para análise. A **Figura 11** ilustra um gráfico montado no programa Microsoft® Office Excel, 2003, para o procedimento acima descrito.



**Figura 11:** Exemplo de gráfico obtido por meio de processamento paralelo das variáveis ergoespirométricas, no sentido de eliminar os “platôs” do protocolo escalonado. No exemplo acima fica nítida a ocorrência do LA no estágio 4.

VE/VO<sub>2</sub>: equivalente ventilatório para o oxigênio; VE/VCO<sub>2</sub>: equivalente ventilatório para o dióxido de carbono; VE: ventilação-minuto

Este foi, portanto, o procedimento metodológico encontrado para superar o “aparente impasse” entre o método empregado que respeita o princípio da especificidade do teste e a dificuldade inerente por ele criada. Foi desta forma que foram obtidos todos os dados dos limiares anaeróbicos dos testes das fases de pré- e de pós-intervenção.

## VIII - PROTOCOLO EXPERIMENTAL UTILIZADO

O desenho metodológico utilizado pode ser dividido em duas fases distintas e três avaliações pareadas no decorrer de aproximadamente 40 dias. As duas fases podem ser caracterizadas como Fase de Controle (fase 1), com mediana de 18 dias, e Fase de Intervenção (fase 2), com período mediano de acompanhamento igual a 21 dias. A reprodutibilidade das análises temporal e espectral da variabilidade da FC ainda é um tema intrigante e não-consensual na literatura, especialmente nos registros de curta duração. Apesar de alguns estudos sustentarem que a reprodutibilidade é adequada (DAVID S.DITOR et al., 2005; BURGER MD et al., 1997; PITZALIS et al.,

1996; SILVA, 1993), há dados em contrário (FREED et al., 1994), e a própria força tarefa já citada anteriormente sugere registros de longa duração (24 horas) para se avaliar intervenções terapêuticas (TASK FORCE, 1996). Em virtude disso, optou-se por incluir uma fase de registro inicial, antes da intervenção, para que o próprio indivíduo pudesse ser controle dele mesmo. Em se tratando de condição fisiológica tão sujeita às mais variadas interferências, julgamos que um controle do próprio voluntário era a melhor opção metodológica para postular possíveis relações com a intervenção instituída.

Desta forma, uma vez selecionados os voluntários, eles assinavam o termo de consentimento livre e esclarecido, passavam pela avaliação clínico-cardiológica e seguiam o protocolo, contendo três conjuntos de avaliações seriadas, detalhadas abaixo e ilustradas na **Figura 12**.

#### Avaliação nº 1:

- assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido
- aplicação do IPAQ
- aplicação de questionário de estratificação de risco cardiovascular (estratificação pré-participação, para maior segurança do exercício físico)
- anamnese clínica e histórico de estilo de vida
- medida de peso corporal
- medida de altura
- caracterização de variáveis funcionais de repouso (FC e PA)
- registro do *Polar Fitness Test* – (PFT1)
- realização dos testes de função autonômica cardíaca (TFAC1)
- início do uso do pedômetro apenas para registrar o número de passos/dia usual do voluntário, sem qualquer interferência dos investigadores.

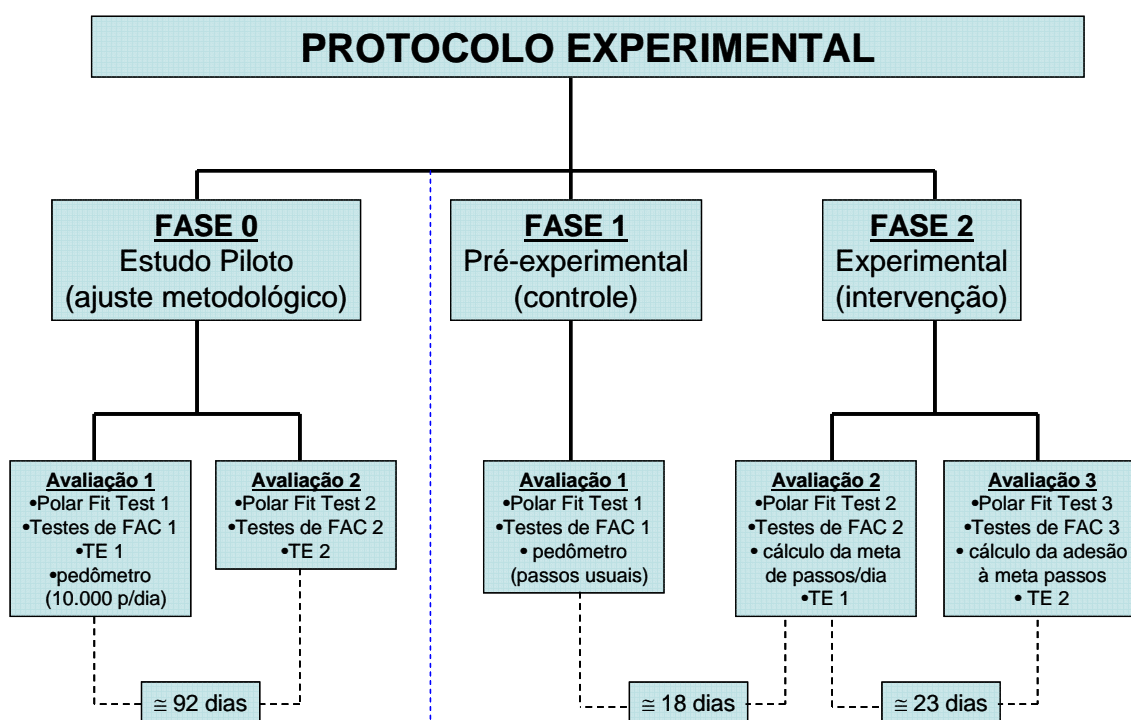
#### Avaliação nº 2 (após aproximadamente 18 dias da avaliação nº 1):

- medida de peso corporal
- caracterização de variáveis funcionais de repouso (FC e PA)
- registro do *Polar Fitness Test* – (PFT2)
- realização dos testes de função autonômica cardíaca (TFAC2)
- realização de teste de esforço ergoespirométrico submáximo (TE1)

- início do uso do pedômetro com a recomendação específica de acréscimo de 3500 passos/dia sobre a média dos passos nos dias úteis realizados na primeira fase de controle. Em razão do efeito de final de semana (“weekend effect” – detalhado adiante), optou-se por usar a média dos passos/dia relativa aos dias úteis do período de controle.

Avaliação nº 3: (aproximadamente após 23 dias da avaliação nº 2)

- medida de peso corporal
- caracterização de variáveis funcionais de repouso (FC e PA)
- registro do *Polar Fitness Test* – (PFT3)
- realização dos testes de função autonômica cardíaca (TFAC3)
- teste de esforço ergoespirométrico submáximo (TE2)
- cálculo da adesão à meta de passos diários estabelecida para a fase de intervenção
- término do protocolo experimental



**Figura 12:** Diagrama com esquema do protocolo experimental

Em qualquer uma das três avaliações, a rotina de registro dos testes de função autonômica era a mesma, sempre no período vespertino, consistindo de registro com uso do cardiômetro Polar<sup>®</sup> (modelo S810) para obtenção das séries temporais de intervalos R-R do ECG, com registro paralelo e simultâneo do traçado do ECG convencional na derivação DI ou DII (modelos TEB C10 e/ou Funbec ECG.40), durante 5 minutos nas seguintes condições sequenciais, conforme já padronizado no Laboratório Cardiovascular (JESUS, 1996; SILVA, 1993):

- a) repouso na posição supina (**Figura 13**);
- b) adoção da postura ortostática após mudança ativa desde a posição deitada, precedendo-se o registro de um intervalo mínimo 2 minutos em repouso nesta posição (**Figura 14**);

Antes do início dos registros na posição supina, era estipulado um intervalo mínimo de 5 minutos nesta condição para estabilização do indivíduo na condição de repouso e um registro, de tempo variável (entre 3-5 minutos), do *Polar Fitness Test*.

O *Polar Fitness Test* é uma função de avaliação física, presente no modelo de freqüencímetro utilizado e que estima o consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$ máx). Segundo o fabricante, o *Polar Fitness Test* é capaz de prever a aptidão aeróbica, em uma situação de repouso, onde se obtém o índice *OwnIndex* que é equivalente ao  $VO_2$ máx expresso em mililitros por quilograma por minuto, apresentando coeficiente de correlação com teste de medida em avaliação ergoespirométrica igual a 0,97 e erro médio de 6,5% na estimativa (POLAR, 2006). A estimativa é feita na condição de repouso, empregando um algoritmo próprio do Polar<sup>®</sup>, que considera, entre outras variáveis, a freqüência cardíaca de repouso, a variabilidade da freqüência cardíaca analisada no momento do registro, o sexo, a idade, a altura, o peso corporal e o nível de atividade física (POLAR, 2006). Nesta pesquisa padronizou-se com nível de atividade física igual a “baixo” nas avaliações 1 e 2 e como “moderado” na avaliação 3, para adequação do instrumento utilizado para este fim, o IPAQ – *Internacional Physical Activity Questionnaire*.

O registro do *Polar Fitness Test* não constituía preocupação central desta investigação, mas julgou-se interessante acrescentá-la, no sentido em que o próprio fabricante informa que cerca de 50% do algoritmo de estimativa do  $VO_2$ máx considera o conjunto entre a variabilidade da freqüência cardíaca e o nível de atividade física do avaliado, ficando a outra metade na dependência do sexo, da idade, do peso e da altura.

Trata-se portanto de um dado adicional, útil em eventuais comparações e/ou correlações. Outro motivo da introdução desse registro preliminar foi também contribuir para a padronização do “estado de repouso” dos voluntários antes dos registros de maior interesse, ou seja, as séries temporais de Int R-R do ECG no repouso supino e na postura ortostática. Assim todos já estariam em uma “situação de teste” prévia padronizada.

A pressão arterial de referência no repouso supino foi medida imediatamente antes do início do registro das séries temporais na posição supina, logo após o término do registro do *Polar Fitness Test*. Para caracterizar a pressão arterial da condição ortostática, procedia-se à sua aferição após decorridos 2 minutos da mudança postural. Em ambas as posturas a contagem da frequência respiratória era feita de forma visual, em 30 segundos, entre o primeiro e o segundo minuto de registro. Terminada a obtenção dos dados, era feito o processamento das séries temporais dos intervalos R-R do ECG e análise computadorizada por meio do aplicativo ECGLAB.



**Figura 13:** Ilustração da situação de registro simultâneo das séries de intervalos R-R por meio do ECG e do Polar<sup>®</sup>, na condição de repouso supino.



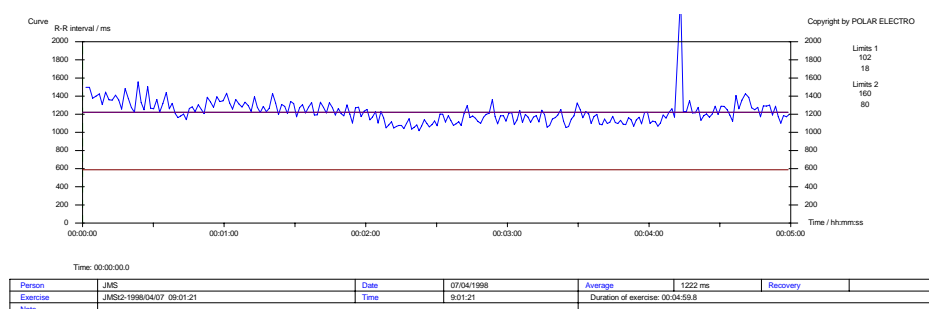
**Figura 14:** Ilustração da situação de registro simultâneo das séries de intervalos R-R por meio do ECG e do Polar<sup>®</sup>, na postura ortostática.

As séries dos intervalos R-R do ECG obtidas por meio do Polar<sup>®</sup> eram transferidas dos arquivos gerados no receptor para o computador por meio de interface por infra-vermelho (**Figura 15**) e aplicativo informatizado (*Polar Precision Performance* versão 3.02.007 de 2001) próprios do fabricante. Este programa armazenava os dados e possibilitava a exportação do arquivo em formato texto (.txt), que era então inserido no programa específico de análise da variabilidade dos Int R-R do ECG, ou seja, o aplicativo ECGLAB, já referido anteriormente. O aplicativo computadorizado do Polar<sup>®</sup> permite também a impressão de uma tabela com as séries temporais de intervalos R-R, que era guardada para eventuais consultas no momento da análise dos dados. A **Figura 16** ilustra um periodograma obtido por meio do Polar<sup>®</sup>. Finalmente, procedeu-se à caracterização dos componentes simpático e parassimpático de cada indivíduo, em termos absoluto e relativo, usando-se a análise integrada dos índices temporais e espectrais da variabilidade espontânea dos intervalos R-R do ECG das séries temporais obtidas pelo freqüencímetro Polar<sup>®</sup> e analisadas com emprego do programa ECGLAB.





**Figura 15:** Ilustração da Interface Serial IR (infravermelho) - [www.polarbr.com.br](http://www.polarbr.com.br)



**Figura 16:** Periodograma de um voluntário (30 anos) obtido por meio do Polar<sup>®</sup>. Observe-se a espícula no traçado, sugerindo interferência ou "falha" na captação do sinal eletrocardiográfico e conseqüente necessidade de verificação/edição

## IX – AQUISIÇÃO DO SINAL, PROCESSAMENTO DOS DADOS E VARIÁVEIS ANALISADAS

O processamento e análise computadorizada da variabilidade da FC foram feitos em aplicativo específico, ECGLAB, desenvolvido para ambiente *windows* e em plataforma *matlab*, para análise da função autonômica cardíaca, desenvolvido no Laboratório Cardiovascular da Faculdade de Medicina em parceria com o Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade de Brasília (CARVALHO et al., 2003; CARVALHO et al., 2002). Esse aplicativo fornece diversos índices temporais e espectrais para a caracterização dos componentes autonômicos. Todos os índices, abaixo descritos, foram obtidos com base nos valores dos intervalos R-R do ECG registrados por meio do freqüencímetro Polar<sup>®</sup>. O processamento para a obtenção dos índices (variáveis) escolhidos para análise foi realizado após sanadas eventuais dúvidas

quanto ao padrão do ritmo sinusal, excluídas interferências e/ou extra-sístoles, sempre com análise visual do sinal pelo autor e pelo orientador deste trabalho, recorrendo, quando necessário, ao traçado eletrocardiográfico em papel para o preciso julgamento da qualidade e origem do sinal. Apresentam-se abaixo as variáveis que foram utilizadas no estudo para efeito de análise.

### **Índices da variabilidade da frequência cardíaca**

#### Índices no domínio do tempo:

- ⇒ média dos intervalos R-R do ECG;
- ⇒ desvio padrão da média dos intervalos R-R do ECG;
- ⇒ coeficiente de variação (desvio padrão/média);
- ⇒ pNN50: percentual de pares de intervalos R-R do ECG consecutivos com diferença superior a 50 ms;
- ⇒ rMSSD: raiz quadrada da média do quadrado das diferenças sucessivas dos intervalos R-R do ECG (obtido somando-se os quadrado das diferenças, extraindo a média desse valor, com posterior extração de sua raiz quadrada) (KLEIGER et al., 1995);

#### Índices no domínio da frequência:

- ⇒ área espectral total (“power” total), compreendendo todo o espectro de frequências, que expressa a variância do mesmo, até o limite máximo da frequência de 0,50 Hz;
- ⇒ áreas espectrais absolutas de cada uma das faixas de frequências que expressam a variância das mesmas, a saber:
  - área absoluta de baixa frequência espectral (AABF)
  - área absoluta de alta frequência espectral (AAAF)
- ⇒ razão entre as áreas absolutas das faixas de baixa e alta frequências espectrais, que representa o balanço autonômico conseqüente das interações entre as porções simpática e parassimpática do sistema nervoso autônomo;
- ⇒ área espectral relativa em unidades normalizadas, para as faixas de frequências espectrais baixa e alta (*power* relativo normalizado), que expressa a área absoluta da banda de baixa frequência espectral percentualmente em

relação à área de alta frequência espectral, desprezando-se a banda de muito baixa frequência do espectro.

As áreas relativas normalizadas são usadas pois no registro de curta duração a área de muito baixa frequência espectral tem interpretações diversas e sua variação dificulta a interpretação das demais bandas de frequência espectral. O uso das áreas normalizadas permite analisar especificamente o efeito de cada uma das manobras sobre as bandas marcadoras das porções simpática e parassimpática, sem possíveis interferências da variação da área total sobre as bandas de BF e AF (TASK FORCE, 1996).

Finalmente, dentro dessa análise, os indivíduos podem ser classificados quanto ao equilíbrio entre as porções simpática e parassimpática do sistema nervoso autônomo, de acordo com o valor obtido na razão entre as áreas absolutas das faixas de baixa e alta frequência espectrais, a saber:

Razão BF/AF > 1: indivíduo simpaticotônico (predomínio simpático)

Razão BF/AF = 1: indivíduo anfotônico (equilíbrio vago-simpático)

Razão BF/AF < 1: indivíduo vagotônico (predomínio parassimpático)

Entendemos que essas classes são extremamente amplas e abarcam muitas vezes indivíduos com características funcionais extremamente distintas. Esta continua sendo uma preocupação do grupo de pesquisa em função autonômica cardíaca do Laboratório Cardiovascular, que busca melhor caracterização funcional, com possíveis subdivisões dos grupos de indivíduos simpaticotônicos e/ou vagotônicos.

## Índices do desempenho físico por meio da ergoespirometria

### ➤ Variáveis Cardiovasculares:

- Frequência cardíaca (FC) no limiar anaeróbico (LA);
- Redução absoluta do número de batimentos no primeiro minuto de recuperação, em relação à FC de pico;
- FC no LA expressa em percentual da FC máxima prevista pela idade;
- Percentual de incremento da FC no LA em relação à FC de repouso.

### ➤ Variáveis de Desempenho:

- Tempo necessário para se atingir o LA, ou seja, tempo de teste até o momento em que o voluntário atingiu o LA.
- Desempenho físico até o LA. Instituiu-se o cálculo e a comparação do desempenho físico entre os dois testes ergoespirométricos realizados, no sentido ajustar eventuais variações no tempo, ajustadas para a carga de trabalho. Como cada estágio é desenvolvido em uma velocidade específica, se considerarmos apenas a variação de tempo de execução do teste até o LA entre um teste e outro, poderíamos incorrer em erro, visto que essa variação não necessariamente ocorre dentro do mesmo estágio. A intenção foi usar uma variável que expressasse a carga de trabalho suportada pelo voluntário, considerando-se assim o tempo de permanência em cada velocidade específica. Sendo os estágios de duração fixa, 2 minutos cada, a distância percorrida, expressa aqui em metros, indica justamente o desempenho físico total realizado em cada um dos testes. Isto equivale ao cálculo da multiplicação do tempo de permanência em cada estágio multiplicado pela velocidade da esteira em cada estágio, que representa a sobrecarga imposta ao voluntário.

A necessidade da comparação da distância percorrida até o LA pode ser verificada no exemplo abaixo:

- supondo-se que um indivíduo “A” teve seu LA identificado no primeiro teste aos 05 min e 40 s, na carga de 5 km/h. A distância percorrida neste caso foi de 280 m. No segundo teste seu LA foi detectado na mesma carga, portanto a 5 km/h, porém no tempo de 06 min e 55 s, percorrendo assim um total de 393 m e uma diferença absoluta de 113 m entre os dois testes. Para um indivíduo “B”, poderíamos ter a mesma diferença

de tempo, portanto 95 segundos de incremento de um teste para o outro, mas sendo 5 segundos a 5 Km/h e 90 segundos na carga seguinte, ou seja, 6 Km/h. Neste caso sua diferença de distância seria de 157 m, contra 113 m no caso anterior, quando a diferença de tempo ocorreu no mesmo estágio. Foi exatamente para poder estabelecer a ponderação entre velocidade e tempo que se optou pela distância percorrida. Desta forma, o desempenho físico, no protocolo específico aqui empregado, pode ser avaliado pela distância percorrida.

➤ **Variável Respiratória e Metabólica:**

Consumo de oxigênio no LA – apesar de vários outros parâmetros terem sido monitorados durante os testes ergoespirométricos, aquele que constituía alvo da investigação era apenas o consumo de oxigênio no momento do limiar anaeróbico. Como mencionado anteriormente, a escolha desse ponto se deu pelo seu significado fisiológico, que permite inferências quanto à eficiência metabólica na produção de energia em atividades submáximas (SUN et al., 2002; DAVIS et al., 1979).

### **Quantificação e cálculo do número de passos**

O número de passos foi medido por meio de um pedômetro, marca Yamax Digi Walker<sup>®</sup>, modelo SW700 (**Figura 17**), que mede o número de passos por mecanismo que detecta oscilação vertical do quadril. A opção por essa marca se deu em razão de sua precisão científica já ter sido testada para mensuração de passos em ambiente livre, nas diversas atividades do cotidiano, sendo recomendado como válido para esta finalidade (SCHNEIDER et al., 2004).



**Figura 17:** ilustração do pedômetro DIGI-WALKER®

O pedômetro foi sempre posicionado na cintura, do lado direito do voluntário, na linha da crista ilíaca antero-superior. Após a colocação era feito um teste de 20 passos (TUDOR-LOCKE e MYERS, 2001), admitindo-se erro de no máximo um passo entre a contagem manual e aquela feita pelo aparelho. Apesar de parecer erro de magnitude significativa (5%), essa diferença é aceitável em teste curto, uma vez que o último passo pode ser realizado em velocidade muito lenta e não ser detectado pelo aparelho. Essa sistemática tem sido recomendada pela pesquisadora Catrine Tudor-Locke que é seguramente uma das maiores especialistas mundiais em questões metodológicas de utilização do pedômetro para fins científicos. Esta recomendação foi reafirmada em pronunciamento realizado em fevereiro de 2006, quando de uma palestra no I Fórum Científico sobre Caminhada, promovido em São Paulo pelo Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul – CELAFISCS, oportunidade em que o desenho experimental da presente pesquisa foi discutido com esta especialista, naquilo que se refere ao uso do pedômetro.

A metodologia empregada para registro e cálculo dos passos foi a seguinte:

### **1. Registro do padrão de passos/dia:**

- a.** o registro do padrão usual de passos/dia dos voluntários antes da intervenção proposta foi realizado na primeira fase do período de acompanhamento, ou seja, entre a primeira e a segunda avaliação da função autonômica cardíaca - FAC. Dessa forma

foi possível obter boa amostra do padrão usual de passos dos voluntários. A orientação era no sentido de registrar todo o período de vigília, independentemente dos horários de despertar e de dormir, devendo o voluntário anotar o número de passos registrados pelo pedômetro ao final do dia. Os registros eram feitos em uma ficha específica, com identificação de data e dia da semana. A cada dia os valores eram zerados para início de novo registro.

## **2. Cálculo da meta de passos a ser atingida:**

- a. no dia da segunda avaliação da FAC calculava-se a média do número de passos/dia realizados nos dias úteis na fase um e acrescia-se um total de 3500 passos/dia como meta mínima a ser cumprida na segunda fase do protocolo, em todos os dias, inclusive nos finais de semana. Interessa na avaliação do presente estudo o efeito do aumento do número de passos sobre algumas variáveis fisiológicas, independentemente se o incremento é realizado em dia útil ou em final de semana. Entretanto, a literatura tem descrito uma redução comum do número de passos nos finais de semana comparativamente aos dias úteis, chamada de “efeito-final de semana”, da tradução de *weekend effect* (CHAN C.B et al., 2006; MILLER e BROWN, 2004). Como a intervenção aqui proposta é considerada de pequena magnitude, optou-se por usar um padrão que representasse um incremento mais significativo no número de passos, descartando-se, para o cálculo da meta, os finais de semana e os feriados.
- b. os voluntários foram instruídos a implementar a meta mínima do número de passos no dia imediatamente posterior à segunda avaliação da FAC e a mantê-la até o dia da terceira e última avaliação.
- c. para efeitos de análise e cálculo do percentual de sucesso na adesão à intervenção proposta, foi utilizada a comparação entre a mediana do valor de passos/dia realizados na segunda fase, ou seja, na fase de intervenção, relativamente ao valor da mediana

da primeira fase, independentemente do dia da semana, acrescida de 3500 passos. Por exemplo, alguém que teve mediana de 7500 passos na primeira fase e cumpriu um número mediano de passos na segunda fase igual a 11000 passos, teve 100% de adesão. Considerando-se ainda a mesma referência inicial e se o voluntário tivesse alcançado nova mediana de 11200 passos, considerou-se adesão de 101,8%, representando cumprimento de 1,8% além da meta considerada para efeitos de análise.

## **X – Análise estatística dos dados**

Além da estatística descritiva das diversas variáveis registradas, a análise estatística teve três abordagens diferentes. Inicialmente procedeu-se à análise pareada dos índices temporais e espectrais da VFC entre as avaliações 1 e 2, a fim de verificar a reprodutibilidade da análise. No segundo momento, foi realizada análise pareada das três avaliações da variabilidade da frequência cardíaca para se julgar, em última instância, a existência e/ou a magnitude dos efeitos da intervenção proposta (aumento de 3500 passos/dia) sobre os diversos índices escolhidos como representativos da função autonômica cardíaca. Nesse caso considerou-se para efeito de comparação não só os valores das manobras por si, mas o grau de resposta frente ao estímulo da mudança postural ativa nas três avaliações realizadas. Seguindo a mesma lógica, procedeu-se também à análise comparativa pareada das duas avaliações ergoespiométricas com o objetivo de se verificar a existência e/ou magnitude da diferença nas diversas variáveis escolhidas como representativas do desempenho físico ao nível do limiar anaeróbico ( $VO_2$ , FC, tempo de teste e o desempenho físico expresso pela distância percorrida).

Em uma terceira abordagem, procedeu-se a uma análise de associação de eventos, por meio do estudo da existência ou não de correlação entre variáveis representativas do balanço vago-simpático com variáveis representativas do



desempenho físico e com o padrão de quantidade de passos/dia realizado pelos voluntários.

Em todas situações a estatística empregada para todas as análises e variáveis estudadas foi a não-paramétrica, em função da maioria das distribuições das variáveis amostrais ter sido do tipo não-normal, especialmente nos índices da variabilidade da FC. Para a verificação da normalidade de distribuição empregou-se tanto o teste de Kolmogorov-Smirnov quanto o de Shapiro-Wilk, tendo este último revelado um número bastante maior de distribuições não-normais. Na abordagem inicial, onde se comparou pareadamente índices da VFC para análise da reprodutibilidade, empregou-se o teste de Wilcoxon. Nas análises do *status* autonômico nos três diferentes momentos de avaliação e demais análises de variância, também de forma pareada, foi empregado o teste Friedman, com teste *post hoc* de Dunn, quando aplicável. Na terceira abordagem, usou-se a correlação de Spearman quando da associação entre as diferentes variáveis analisadas.

As diferenças entre as diversas comparações instituídas foram consideradas estatisticamente significativas quando as probabilidades bi-caudais das suas ocorrências devidas ao acaso (erro tipo I) foram menores ou iguais a 5% ( $p \leq 0,05$ ). Considerou-se ainda essas diferenças como tendência estatística quando  $0,05 < p < 0,10$ . Para os cálculos matemáticos e composição gráfica, utilizaram-se os aplicativos estatísticos *GraphPad Prism 4 for windows* e *SPSS* versão 13.0.

A apresentação dos dados foi feita em grupos de tabelas correspondentes a cada tipo de análise, com acréscimo de alguns gráficos para ilustrar pontos de destaque. A expressão gráfica do tipo *box plot* incorpora sempre valores medianos, os quartis 25% (inferior) e 75% (superior), bem como os valores extremos inferior e superior. No estudo dos efeitos da intervenção foram comparados os valores individuais para cada índice em cada uma das três avaliações realizadas. Além da comparação estatística, foram analisadas as diferenças percentuais de índices obtidos na postura ortostática comparativamente ao repouso supino, bem como a comparação estatística do grau de resposta em cada uma das três avaliações.

Na seqüência, são apresentados os resultados obtidos das variáveis analisadas no presente estudo.

## RESULTADOS

Os resultados serão apresentados em cinco grandes blocos, conforme os tipos de variável e de análise instituídos. Inicialmente serão apresentados os dados relativos ao número de passos/dia realizados pelos voluntários nas duas fases do estudo, bem como as análises do perfil do número de passos no que se refere à especificidade do dia da semana. Optou-se pela apresentação inicial do número de passos/dia uma vez que é a base da intervenção instituída, requerendo assim a demonstração da efetividade da mudança pretendida no nível de atividade física. Nesse primeiro bloco serão considerados:

- Comparação do número de passos/dia entre as duas fases do protocolo de estudo, independentemente do dia da semana;
- Comparação do número de passos/dia, nas duas fases do protocolo de estudo, separando-se os dias úteis dos finais de semana/feriados

No segundo bloco serão apresentados os dados relativos às variáveis de caracterização funcional e antropométricas dos voluntários nas três avaliações seriadas instituídas. Nesse bloco serão considerados:

- Comportamento da frequência cardíaca (FC) no repouso supino e na postura ortostática nas 3 avaliações seriadas;
- Comportamento da frequência respiratória (FR) no repouso supino e na postura ortostática, nas 3 avaliações seriadas;
- Comportamento da pressão arterial sistólica (PAS) no repouso supino e na postura ortostática, nas 3 avaliações seriadas;
- Comportamento da pressão arterial diastólica (PAD) no repouso supino e na postura ortostática, nas 3 avaliações seriadas;
- Comportamento do peso corporal nas 3 avaliações seriadas;
- Comportamento do índice de massa corporal (IMC) nas 3 avaliações seriadas;

No terceiro bloco da série de dados serão apresentados os valores comparativos dos índices das análises temporal e espectral da variabilidade da frequência cardíaca - VFC. Nesse bloco, procedeu-se à apresentação dos dados em três

subgrupos, conforme o tipo de análise. No item III.I são abordados dados da reprodutibilidade entre as avaliações 1 e 2 da FAC. Neste tópico apresentam-se os seguintes dados:

- NO DOMÍNIO DO TEMPO:
- Comparação seriada, em cada uma das posturas avaliadas (repouso supino e ortostático), nas avaliações 1 vs 2, dos seguintes índices:
  - média dos intervalos R-R do ECG;
  - desvios padrão da média dos intervalos R-R do ECG;
  - coeficientes de variação dos intervalos R-R do ECG,;
  - percentual de intervalos R-R do ECG com variação superior à 50 ms comparativamente ao intervalo anterior (pNN50);
  - raiz quadrada do quadrado das diferenças sucessivas dos intervalos R-R do ECG (r-MMSD);
  
- NO DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA:
- Comparação seriada, em cada uma das posturas avaliadas (repouso supino e ortostático), nas avaliações 1 vs 2, dos seguintes índices:
  - área espectral total;
  - áreas absolutas de baixa frequência espectral;
  - áreas absolutas de alta frequência do ECG;
  - razão da baixa frequência espectral pela alta frequência espectral (razão BF/AF);
  - áreas relativas normalizadas de baixa frequência espectral;
  - áreas relativas normalizadas de alta frequência espectral.

No subitem III.II são apresentados os dados da comparação seriada nas três avaliações da VFC, medindo-se portanto os possíveis efeitos da intervenção experimental. São apresentados neste ponto dados das mesmas variáveis acima indicadas, acrescida ainda do número de intervalos R-R.

Ainda no terceiro bloco, item III.III, serão apresentadas comparações de índices temporais e espectrais da variabilidade da frequência cardíaca na postura ortostática comparativamente ao repouso supino. Nesse item serão demonstrados, para as três avaliações realizadas, os dados relativos aos efeitos da mudança postural em alguns índices do domínio do tempo (médias dos intervalos R-R, no pNN50, no rMSSD) e de alguns no domínio da frequência (área espectral total, razão ABF/AAF e áreas relativas normalizadas de baixa e alta frequências espectrais). São ainda apresentadas neste item as comparações da magnitude do efeito da mudança postural ativa nas três avaliações seriadamente.

No quarto grande bloco de dados serão apresentados os resultados relativos às variáveis de desempenho físico submáximo medidas no teste ergoespirométrico - TE, a saber:

- Comparação pareada da FC atingida no limiar anaeróbico nas duas avaliações ergoespirométricas instituídas;
- Comparação pareada do consumo de oxigênio atingido no limiar anaeróbico nas duas avaliações ergoespirométricas instituídas;
- Comparação pareada do tempo de teste necessário para se atingir o limiar anaeróbico, nas duas avaliações ergoespirométricas instituídas;
- Comparação do desempenho físico até se atingir o limiar anaeróbico, nas duas avaliações ergoespirométricas instituídas;
- Comparação seriada do *Polar Fitness Test* medido em cada uma das 3 avaliações instituídas;
- Observação da variação absoluta da FC medida após 1 minuto de recuperação no TE em relação à FC de pico;
- Observação do percentual da FC máxima prevista pela idade ( $220 - \text{idade}$ ) atingido no momento do limiar anaeróbico.
- Observação do incremento relativo da FC no limiar anaeróbico, comparativamente à FC de repouso na postura ortostática (para este cálculo foi considerada a FC de repouso no ortostatismo, medida no momento dos testes de FAC, no mesmo dia do TE, uma vez que a FC imediatamente anterior ao TE já sofre influências da excitação provocada pela expectativa do teste.

Finalmente, no quinto e último bloco dos resultados serão apresentadas as análises de correlação, realizadas com índices temporais e espectrais da variabilidade da frequência cardíaca e índices de desempenho físico. Nesse ponto apresentam-se dados de:

- Correlação entre o número de passos/dia nas fases pré- e pós-intervenção com a média de intervalos R-R do ECG, o pNN50 e o rMSSD, no domínio do tempo, e com a área espectral total e a razão BF/AF, no domínio da frequência.
- Correlação dos mesmos índices da função autonômica cardíaca acima citados, com o consumo de oxigênio no limiar anaeróbico e com o desempenho físico expresso pela distância percorrida, como variáveis representativas do desempenho físico submáximo;
- Correlação entre o percentual de incremento da FC no limiar anaeróbico em relação ao repouso, com a própria FC de repouso prévia, também na postura ortostática.

Em relação a todos os dados a serem apresentados, empregou-se indicação textual dos valores em termos medianos e extremos inferior (Ext Inf) - superior (Ext Sup), com a complementação da estatística descritiva expressa em tabelas (**Tabelas 03 a 34**). Das tabelas constam demais medidas de tendência central e dispersão, como média, desvio padrão (DP), quartil inferior (Qtl Inf) e quartil superior (Qtl Sup), bem como o nível de significância das comparações instituídas. Nos casos onde se julgou necessário qualquer tipo de destaque, são apresentados gráficos específicos.

De forma resumida portanto, a apresentação dos dados seguirá a seguinte estrutura:

- I. Comparação seriada do número de passos/dia
- II. Comparação seriada de variáveis funcionais e antropométricas nas três avaliações realizadas
- III. – Comparações da variabilidade da frequência cardíaca:
  - III.I – quanto à reprodutibilidade
  - III.II – quanto aos efeitos da intervenção

III.III – quanto aos efeitos da mudança postural e ao comportamento da magnitude das mudanças nas avaliações seriadas

IV – Comparações das variáveis de desempenho físico no teste de esforço -TE

V – Correlações entre o padrão de passos/dia e índices da VFC e/ou índices do TE

## I – ANÁLISE DO NÚMERO DE PASSOS/DIA ACUMULADOS NAS DUAS FASES DO ESTUDO E A CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL DO NÚMERO DE PASSOS/DIA CONFORME O DIA DA SEMANA.

O número de passos/dia usualmente praticados pelos voluntários na Fase 1 do estudo foi significativamente inferior ao total acumulado na segunda fase 2 ( $p < 0,0001$ ), conforme se observa na tabela abaixo. O aumento de passos/dia na fase 2 foi de 4115 (1703 – 6452) passos, o que representou um incremento percentual de 55,7% (11,7 – 93,6%).

**Tabela 3:** Comparação do número de passos/dia, medidos em função do período da pesquisa (fases 1 e 2) e agrupados em razão do dia da semana (dias úteis / dias de finais de semana) ( $n = 19$ )

	Número de passos/dia					
	Fase 1	Fase 2	Dias úteis1	Dias úteis2	Dias FS1	Dias FS2
Ext Sup	14752	18620	15225	18640	14211	18300
Qtl Sup	9402	13350	10205	14395	7555	12431
Mediana	7295	11772	7780	11545	6683	11482
Qtl Inf	6195	10341	6001	10672	4940	10151
Ext Inf	4700	8998	5360	8080	3073	8500
Média	8106	12139	8759	12338	6656	11915
DP	2592	2579	3279	2824	2327	2534
p*	p < 0,0001		p < 0,0001		p < 0,0001	

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; Fase 1 e 2: total de passos na fase independentemente do dia da semana; FS: final de semana; \* teste de Wilcoxon

Quanto ao perfil do número de passos/dia, observa-se ainda na **Tabela 3** que o incremento no número de passos, entre as fases um e dois, ocorreu tanto em dias úteis quanto nos finais de semana/feriados ( $p < 0,0001$ ). Esses dados estão ainda expressos nas **Figuras 18 e 19**. A mediana de incremento em dias úteis foi de 3765 (417 – 5087) passos/dia, e nos finais de semana/feriado ficou em 4863 (2047 – 12831) passos/dia. Do ponto de vista relativo, esses incrementos representaram, respectivamente, 51,0% (2,9 – 87,8%) e 80,5% (14,4 – 234,6%). No que se refere à

comparação entre os dias específicos da semana, observou-se, apenas na fase 1, uma redução significativa do número de passos/dia em finais de semana/feriado: 6683 (3073 - 14211), comparativamente aos dias úteis: 7780 (5370 - 15225) ( $p = 0,01$ ). Esse declínio nos finais de semana/feriados tem sido descrito na literatura como “efeito final de semana” - EFS. O que se percebeu na presente pesquisa foi que, além da intervenção proposta ter sido eficiente, ela aboliu o “efeito final de semana”, uma vez que na fase dois o número de passos/dia foi equivalente ( $p = 0,28$ ) entre dias úteis: 11545 (8080 - 18640) e os dias de final de semana/feriado: 11482 (8500 - 18300) (**Figura 20**).

Observou-se ainda que o incremento percentual, da Fase 2 comparativamente à Fase 1, dos passos/dia acumulados em dias de finais de semana/feriados: 80,5% (14,4 - 234,6%), foi superior ( $p = 0,007$ ) ao incremento observado nos dias úteis: 51,0% (2,9 - 87,8%). Este fato está associado à presença do EFS na fase 1, bem como com a orientação metodológica fornecida aos voluntários, no sentido de que cumprissem a meta de passos/dia ao longo de toda a Fase 2, independentemente do dia da semana.

Quanto ao nível de adesão dos voluntários à intervenção proposta, excluído um voluntário cujo número de passos/dia ficou abaixo de 80% do número de passos/dia recomendados como meta para o período de intervenção, os valores medianos (extremos) de cumprimento da meta foram: 106,2% (83,4 - 119,9%). Nesse cálculo o valor de 100% significa ter cumprido, na fase 2 do estudo, exatamente um incremento de 3500 passos/dia em relação à fase 1. Ressalte-se ainda que o quartil inferior do nível de adesão ao protocolo foi maior do que 100% (101,4%), em razão de apenas 4 voluntários (21%) terem ficado dentro do limite mínimo de adesão (entre 80,0 e 99,9% da meta recomendada) e os outros 79% tendo cumprido a totalidade da meta prescrita.



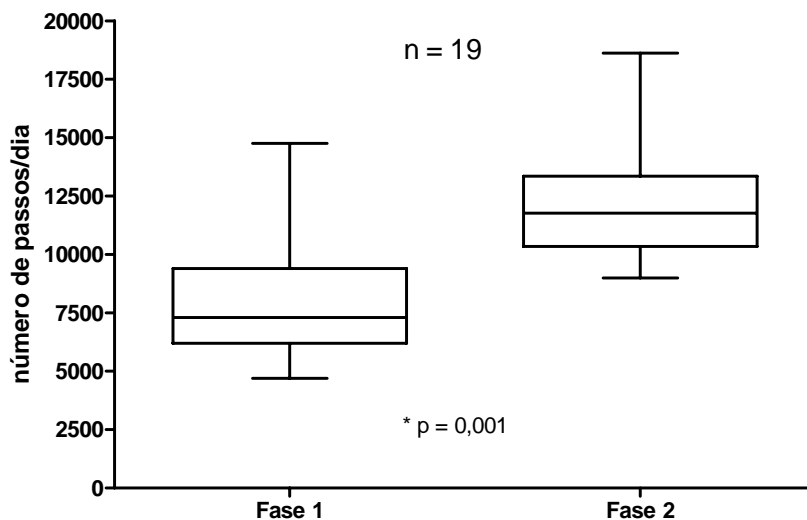


Figura 18: Comparação do número de passos/dia (independentemente do dia da semana), entre as fases de controle (fase 1) e de intervenção (fase 2) do protocolo experimental. \* teste de Wilcoxon

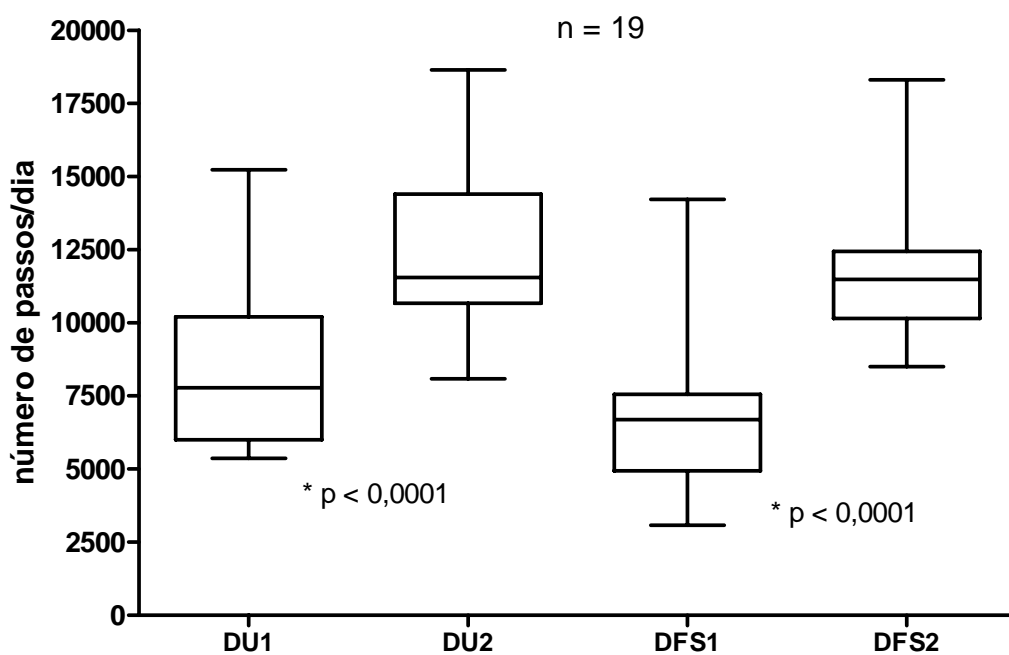


Figura 19: Comparação do número de passos/dia entre dias úteis (DU) e os dias de finais de semana/feriados (DFS), nas fases de controle (1) e de intervenção (2). \* teste de Wilcoxon

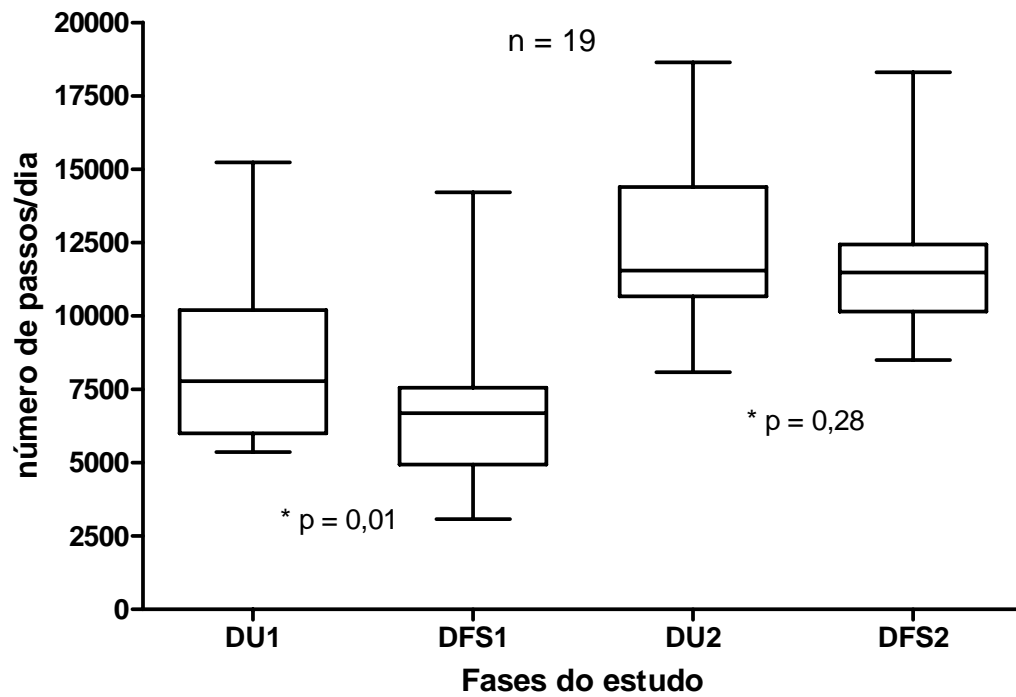


Figura 20: Comparação do número de passos/dia segundo o dia da semana, nas fases de controle (1) e experimental (2) do protocolo experimental.

DU: dias úteis; DFS: dias de finais de semana/feriados; \* teste de Wilcoxon

## II – COMPARAÇÃO DAS VARIÁVEIS FUNCIONAIS E ANTROPOMÉTRICAS NO REPOUSO SUPINO E ORTOSTÁTICO, NAS TRÊS AVALIAÇÕES INSTITUÍDAS.

As **Tabelas 4 a 8** indicam os valores amostrais das variáveis funcionais (FC, FR, PAS e PAD) e antropométricas (peso, IMC) avaliadas no repouso supino e ortostático, nas três avaliações instituídas ao longo do protocolo experimental.

### 1) Freqüência Cardíaca

Os valores de freqüência cardíaca (FC) no repouso supino não mostram diferenças significativas ( $p = 0,14$ ) quando se compararam as 3 avaliações seriadas, com valores medianos e extremos indicando tendência à bradicardia de repouso. As medianas da FC no repouso supino foram de 59, 62 e 64 bpm nas avaliações 1, 2 e 3, com extremos entre 45 e 82 bpm no conjunto das avaliações. No que se refere à postura ortostática, observaram-se valores dentro da faixa de normalidade, com uma indicação inicial de diferença entre as três avaliações seriadas instituídas ( $p = 0,04$ ). Entretanto, quando da aplicação do teste *post hoc*, a comparação entre os pares, ou seja, avaliação 1 vs avaliação 2; avaliação 1 vs avaliação 3 e avaliação 2 vs avaliação 3, mostrou valores estatisticamente iguais ( $p > 0,05$ ). O que se observou foi uma tendência a menores valores de FC no ortostatismo na avaliação 1: 75 (54 – 100) bpm, quando comparada com a avaliação 2: 78 (55 – 100) bpm e com a avaliação 3: 82 (58 – 96) bpm, porém sem significado funcional importante (**Tabela 4**).

### 2) Freqüência respiratória

Os valores de freqüência respiratória (FR) no repouso supino mostraram-se diferentes quando foram comparadas as três avaliações seriadamente ( $p = 0,016$ ). Na análise da diferença entre os pares de avaliação (1 vs 2; 1 vs 3 e 1 vs 2), observou-se diferença apenas na comparação entre a avaliação 1 vs avaliação 3, com aumento mediano de 2 ciclos por minutos na avaliação 3 ( $p < 0,05$ ). Exatamente o mesmo comportamento ocorreu nas comparações da FR na postura ortostática, com nível de

significância de 0,016 na comparação entre as três avaliações e diferença par-a-par identificada apenas entre a avaliação 1 e a avaliação 3 ( $p < 0,05$ ). Nesse último caso houve também aumento mediano de 2 ciclos por minuto na avaliação 3 comparativamente à avaliação 1 (**Tabela 5 e Figuras 21 e 22**).

## **2) Pressão arterial sistólica**

Os valores da pressão arterial sistólica (PAS) medidos no repouso supino, nas três avaliações seriadas instituídas, mostraram-se estatisticamente iguais ( $p = 0,76$ ), com valores medianos dentro da faixa de normalidade. Comportamento semelhante foi observado na comparação da PAS na postura ortostática ( $p = 0,31$ ) (**Tabela 6**).

## **3) Pressão arterial diastólica**

Os valores da pressão arterial diastólica (PAD) medidos no repouso supino, nas três avaliações seriadas instituídas, mostraram-se estatisticamente iguais ( $p = 0,17$ ), com valores medianos dentro da faixa de normalidade. Comportamento semelhante foi observado na comparação da PAD na postura ortostática ( $p = 0,27$ ) (**Tabela 7**).

## **4) Peso corporal e índice de massa corporal (IMC)**

Os valores do peso corporal medidos nas três avaliações seriadas instituídas ao longo do protocolo experimental mostraram-se estatisticamente iguais ( $p = 0,83$ ), indicando absoluta estabilidade desta variável, o que é elemento importante para as análises subseqüentes da variabilidade da frequência cardíaca e dos níveis de desempenho físico. O mesmo comportamento foi observado nas comparações do IMC nas três avaliações realizadas ( $p = 0,79$ ), como era de se esperar em razão da estabilidade da estatura de adultos no intervalo de aproximadamente 40 dias de acompanhamento. Os valores de IMC, nas três avaliações, encontraram-se nas faixas de normalidade (53% dos voluntários) e sobrepeso (47%) (**Tabela 8**).

**Tabela 4:** Comparação dos valores de frequência cardíaca no repouso supino e na postura ortostática, medidos nas 3 avaliações seriadas instituídas (n = 19)

	Frequência Cardíaca (bpm)					
	Repouso Supino			Postura Ortostática		
	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3
Ext Sup	79	82	79	100	100	96
Qtl Sup	70	67	71	82	87	87
Mediana	59	62	64	75	78	82
Qtl Inf	54	57	55	68	69	74
Ext Inf	45	49	51	54	55	58
Média	61	63	64	75	78	79
DP	10	9	8	11	11	12
p*	p = 0,14			p = 0,04 avaliação 1 vs 2: p > 0,05 avaliação 1 vs 3: p > 0,05 avaliação 2 vs 3: p > 0,05		

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Friedman com teste *post hoc* de Dunn

**Tabela 5:** Comparação da frequência respiratória no repouso supino e na postura ortostática, medidos nas 3 avaliações seriadas instituídas (n = 19)

	Frequência Respiratória (cpm)					
	Repouso Supino			Postura Ortostática		
	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3
Ext Sup	20	20	22	20	20	21
Qtl Sup	18	18	21	18	18	19
Mediana	15	16	17	16	17	18
Qtl Inf	12	14	15	13	15	15
Ext Inf	10	11	12	11	13	11
Média	15	16	17	16	17	17
DP	3	3	3	3	2	3
p*	0,016 avaliação 1 vs 2: p > 0,05 avaliação 1 vs 3: p < 0,05 avaliação 2 vs 3: p > 0,05			0,016 avaliação 1 vs 2: p > 0,05 avaliação 1 vs 3: p < 0,05 avaliação 2 vs 3: p > 0,05		

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Friedman com teste *post hoc* de Dunn

**Tabela 6:** Comparação dos valores da Pressão Arterial Sistólica no repouso supino e na postura ortostática, medidos nas 3 avaliações seriadas instituídas (n = 19)

	Pressão Arterial Sistólica (mmHg)					
	Repouso Supino			Postura Ortostática		
	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3
Ext Sup	130	122	128	126	122	128
Qtl Sup	116	116	116	110	110	115
Mediana	110	108	108	100	102	108
Qtl Inf	100	104	105	98	100	100
Ext Inf	98	100	94	90	90	90
Média	110	109	109	104	106	108
DP	9	7	8	9	8	10
p*	0,76			0,31		

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Friedman

**Tabela 7:** Comparação dos valores da Pressão Arterial Diastólica no repouso supino e na postura ortostática, medidos nas 3 avaliações seriadas instituídas (n = 19)

	Pressão Arterial Diastólica (mmHg)					
	Repouso Supino			Postura Ortostática		
	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3
Ext Sup	84	82	84	85	82	82
Qtl Sup	80	78	78	80	80	80
Mediana	78	72	75	75	78	80
Qtl Inf	70	70	70	70	70	76
Ext Inf	62	65	62	64	60	62
Média	76	73	73	75	75	77
DP	6	5	5	5	6	5
p*	0,17			0,27		

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Friedman

**Tabela 8:** Comparação dos valores de variáveis antropométricas de peso e índice de massa corporal (IMC), medidos nas 3 avaliações seriadas instituídas (n = 19)

	Peso (Kg)			IMC (Kg/m <sup>2</sup> )		
	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3
	Ext Sup	88,3	89,1	90,0	28,3	28,1
Qtl Sup	82,9	82,7	81,6	26,7	26,5	26,8
Mediana	76,2	76,2	76,2	24,9	24,9	24,9
Qtl Inf	69,6	68,5	69,3	22,7	22,1	22,1
Ext Inf	60,0	60,1	59,2	19,2	19,5	19,4
Média	76,1	75,9	76,0	24,6	24,5	24,5
DP	8,68	8,55	8,65	2,72	2,66	2,75
p*	0,83			0,79		

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Friedman

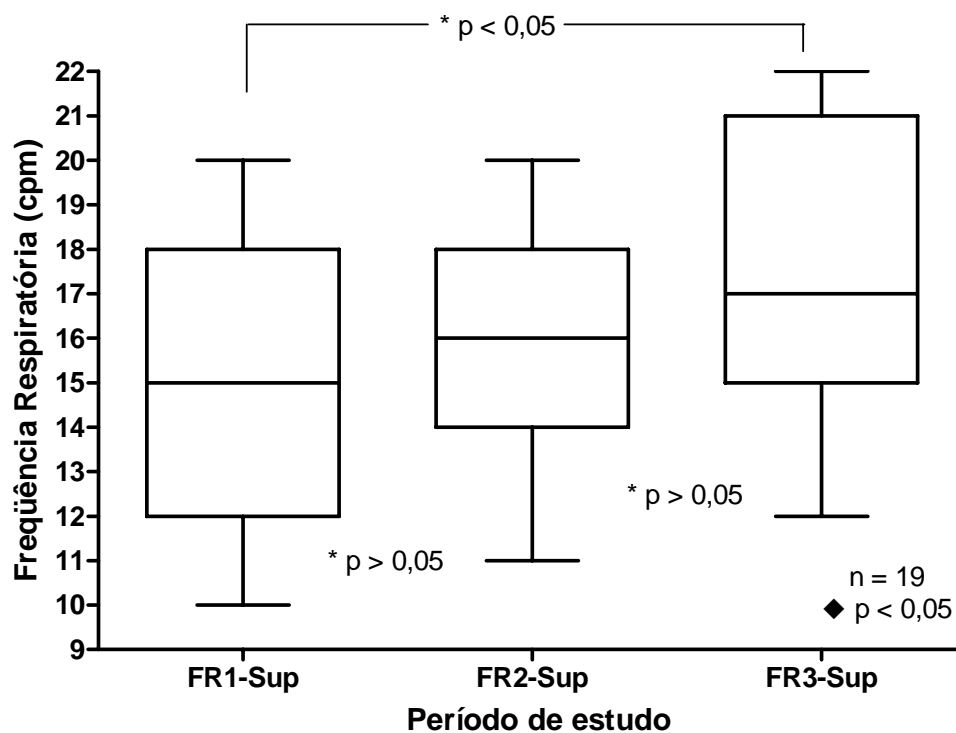


Figura 21: Comparação da frequência respiratória (FR) no repouso supino (Sup), medida nas 3 avaliações seriadas instituídas no período de estudo

◆: teste de Friedam; \*: teste post hoc de Dunn

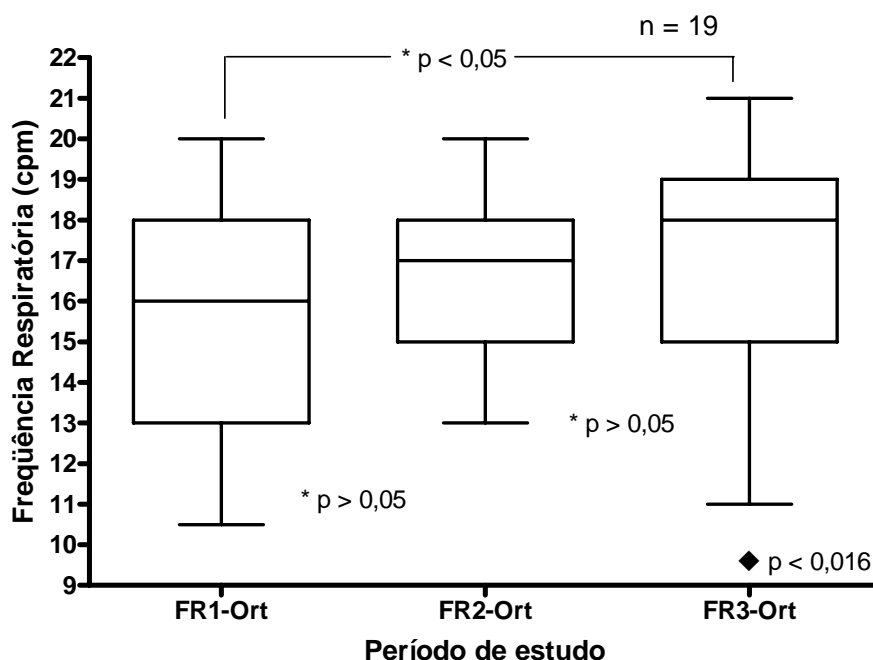


Figura 22: Comparação da frequência respiratória (FR) na postura ortostática (Ort), medida nas 3 avaliações seriadas instituídas no período de estudo

◆: teste de Friedam; \*: teste post hoc de Dunn

### **III – ANÁLISES DA FUNÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA, CONSIDERANDO-SE SUA REPRODUTIBILIDADE, A COMPARAÇÃO SERIADA FRENTE À INTERVENÇÃO, O EFEITO DA ADOÇÃO ATIVA DA POSTURA ORTOSTÁTICA E A COMPARAÇÃO DO GRAU DAS MODIFICAÇÕES OCORRIDAS.**

#### **III.I – REPRODUTIBILIDADE DAS ANÁLISES TEMPORAL E ESPECTRAL DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA.**

Para que se possa proceder às análises subseqüentes do julgamento dos possíveis efeitos da intervenção instituída, faz-se necessário verificar a reprodutibilidade da análise da função autonômica por meio da variabilidade da frequência cardíaca, comparando-se pareadamente os índices temporais e espectrais das avaliações 1 e 2.

##### **III.I.I – Índices Temporais derivados das séries de 5 minutos de intervalos R-R do ECG, obtidos por meio do freqüencímetro Polar®.**

As **Tabelas 9 e 10** indicam as comparações dos índices temporais para análise da reprodutibilidade entre as avaliação 1 e 2, em cada uma das posturas investigadas (supino e ortostatismo). Observa-se boa reprodutibilidade, com equivalência em quase todos os índices nas duas posturas, com níveis de significância variando entre 0,07 e 0,2, indicando igualdade estatística. Exceções isoladas ocorreram apenas nas médias dos intervalos R-R e no rMSSD, ambos na postura ortostática ( $p = 0,045$  e  $0,04$ , respectivamente).

Entretanto, observa-se nas **Figuras 23 a 27A** que, a despeito da boa reprodutibilidade indicada pela comparação estatística, o nível de dispersão entre as avaliações não é o mesmo. Em diversos índices há tendência a variação da dispersão, indicativa de provável diferença no balanço vago-simpático. Esse comportamento pode ser uma demonstração de sutil diferença no estado autonômico basal, mesmo que



quantitativa e estatisticamente sejam semelhantes. O detalhamento da observação dessa eventual diferença nos níveis de dispersão foi realizado apenas na posição de repouso supino.

Além da comparação estatística, outro fato importante a ser observado quando se analisa variáveis com grande dispersão de forma seriada, é o percentual de indivíduos que tendem para uma determinada direção entre uma avaliação e outra. Por exemplo, observou-se que no desvio padrão no repouso supino que, a despeito de não haver diferença estatística entre o grupo nas duas avaliações, em 74% dos indivíduos há aumento do valor individual na avaliação 2 comparativamente à avaliação 1. Esses percentuais foram calculados para os demais índices e serão apresentados, em alguns casos, na forma gráfica com demonstração dos comportamentos individuais. Quando isso ocorrer, o gráfico terá a mesma numeração do gráfico ilustrativo da comparação estatística, por se tratar da mesma variável, porém acrescido da letra “A”.

**Tabela 9:** Comparação dos valores de índices temporais obtidos das séries temporais de intervalos R-R do ECG nas avaliações 1 (inicial) e 2 (controle) (n = 19)

	Média de Intervalos R-R (ms)				Desvio Padrão (ms)				Coeficiente de variação %			
	Supino		Ortostatismo		Supino		Ortostatismo		Supino		Ortostatismo	
	Ava1	Ava2	Ava1	Ava2	Ava1	Ava2	Ava1	Ava2	Ava1	Ava2	Ava1	Ava2
Ext Sup	1343	1168	1032	1020	130,4	123,3	78,50	77,30	11,8	11,5	8,30	7,80
Qtl Sup	1092	1068	860	835	88,20	78,50	59,30	48,10	8,10	7,80	6,80	6,10
Mediana	1005	990	772	744	56,40	52,00	43,40	42,00	5,40	5,50	5,50	5,70
Qtl Inf	845	861	720	674	42,20	37,50	38,00	26,90	4,70	3,80	5,20	4,20
Ext Inf	778	730	604	598	25,30	21,80	17,60	19,30	2,70	2,70	2,00	2,50
Média	994	973	604	598	65,53	58,07	45,99	41,68	6,55	5,84	5,76	5,35
DP	149	128	720	674	32,55	29,09	14,82	15,77	2,96	2,55	1,51	1,39
p*	0,09		0,045		0,10		0,07		0,12		0,20	

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Wilcoxon;

**Tabela 10:** Comparação dos valores de índices temporais obtidos das séries temporais de intervalos R-R do ECG nas avaliações 1 (inicial) e 2 (controle) (n = 19)

	pNN50 (%)				rMSSD (ms)			
	Supino		Ortostatismo		Supino		Ortostatismo	
	Ava 1	Ava 2	Ava 1	Ava 2	Ava 1	Ava 2	Ava 1	Ava 2
Ext Sup	74,6	69,3	59,4	59,8	153,3	142,8	81,40	76,10
Qtl Sup	49,3	54,8	10,4	4,50	82,00	89,30	32,50	24,50
Mediana	30,0	9,80	1,90	1,20	46,00	33,80	19,70	17,40
Qtl Inf	12,5	6,40	0,800	0,400	33,40	27,90	15,70	12,30
Ext Inf	1,30	0,300	0,0	0,0	17,30	16,70	8,800	9,400
Média	30,3	25,8	7,90	6,08	58,54	53,04	25,16	21,66
DP	21,5	26,2	14,1	14,3	35,68	37,26	16,21	15,62
p*	0,19		0,09		0,11		0,04	

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Wilcoxon; pNN50: percentual de Int R-R adjacentes com diferença > 50 ms; rMSSD: raiz quadrada da média do quadrado das diferenças sucessivas dos Int R-R

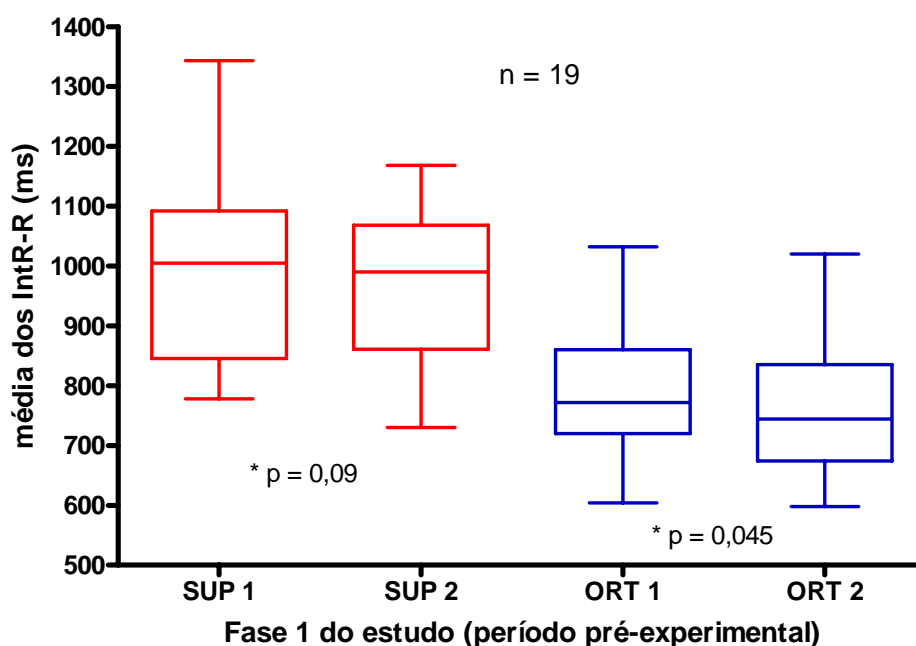


Figura 23: Comparação da média de intervalos R-R pareadamente entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) e após adoção ativa da postura ortostática (ORT).

\* teste de Wilcoxon

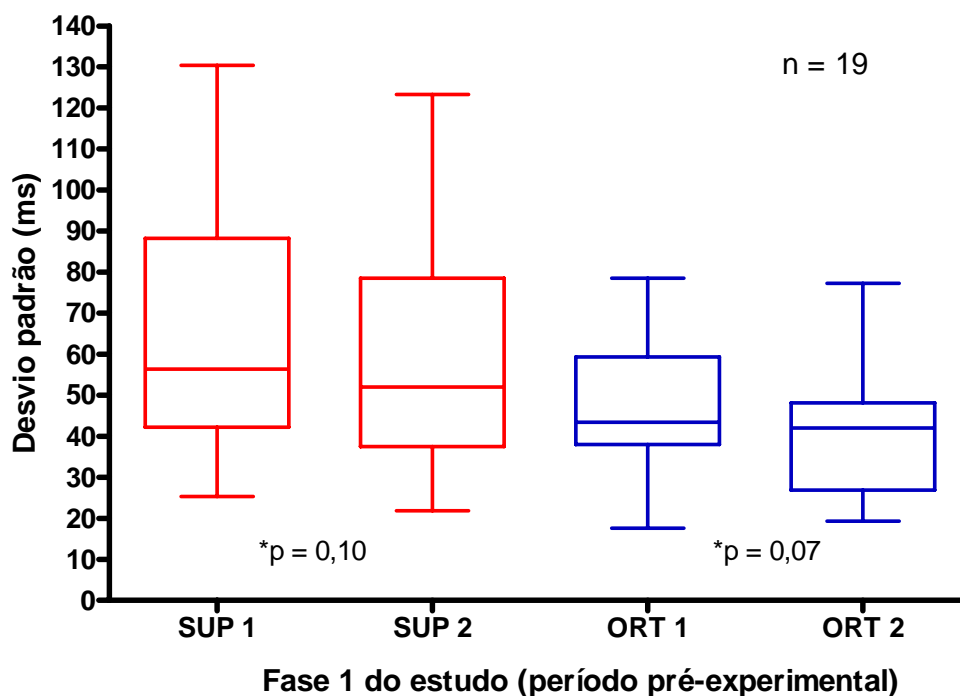


Figura 24: Comparação do desvio padrão dos intervalos R-R, pareadamente entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) e após adoção ativa da postura ortostática (ORT).

\* teste de Wilcoxon

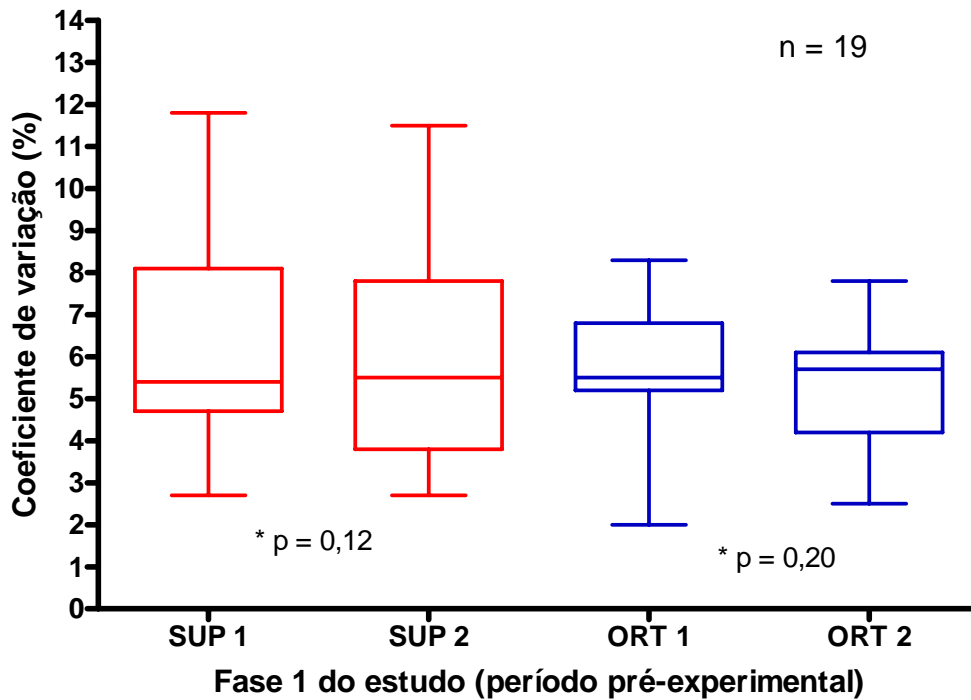


Figura 25: Comparação dos coeficientes de variação das séries de intervalos R-R, entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) e após adoção ativa da postura ortostática (ORT).

\* teste de Wilcoxon

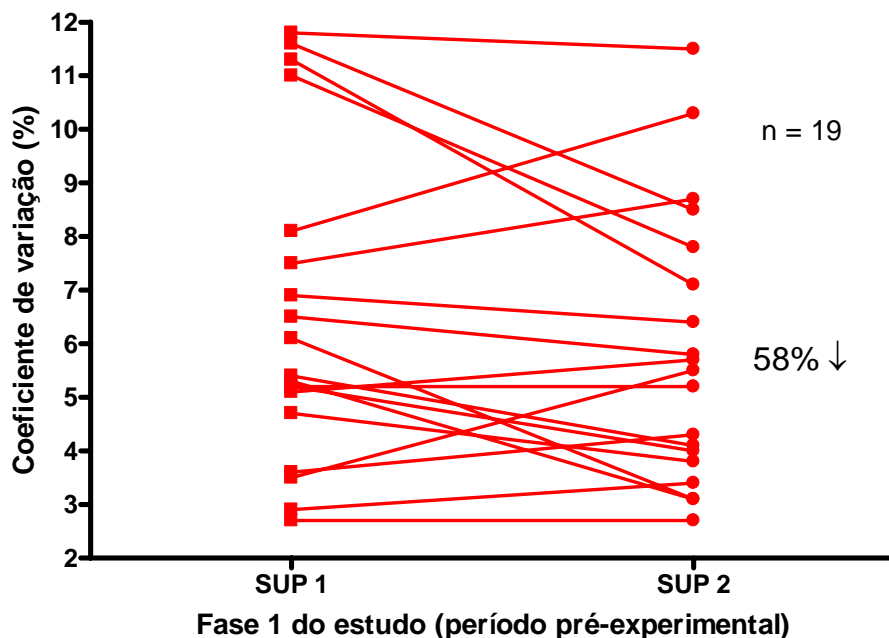


Figura 25A: Comportamento individual dos coeficientes de variação das séries de intervalos R-R, entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP)

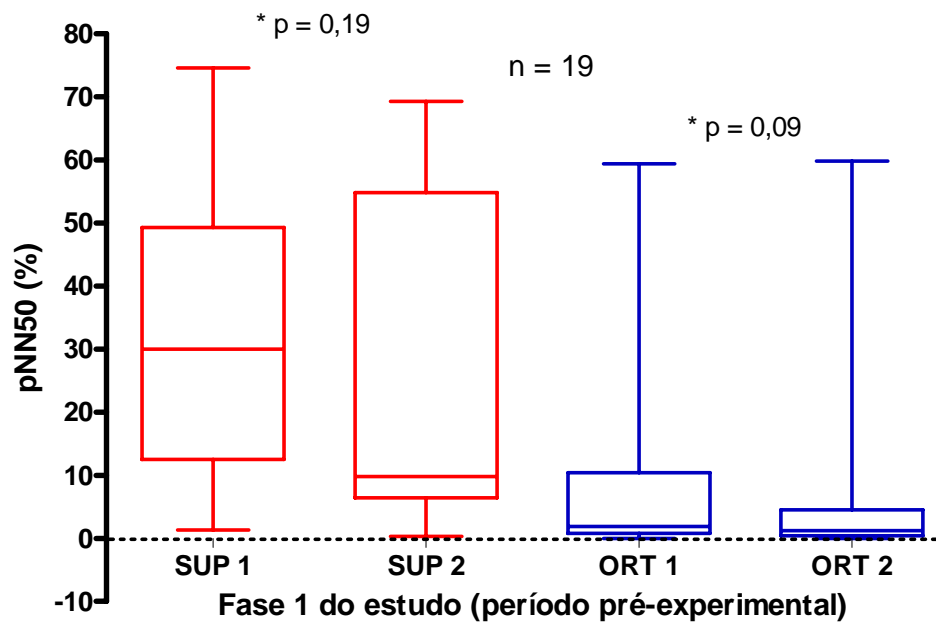


Figura 26: Comparação dos pNN50 das séries de intervalos R-R entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) e após adoção ativa da postura ortostática (ORT).

\* teste de Wilcoxon

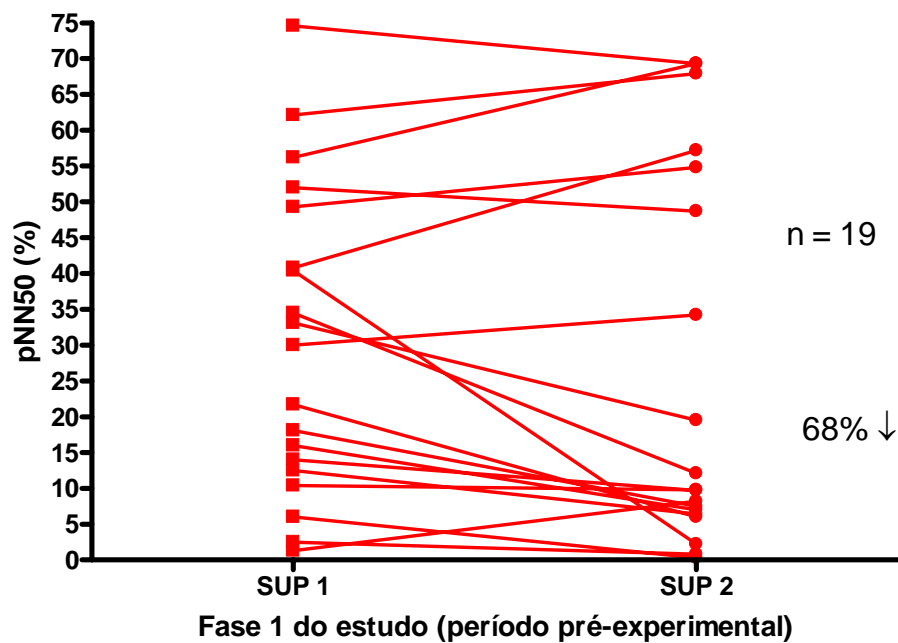


Figura 26A: Comportamento individual dos pNN50 das séries de intervalos R-R, entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP).

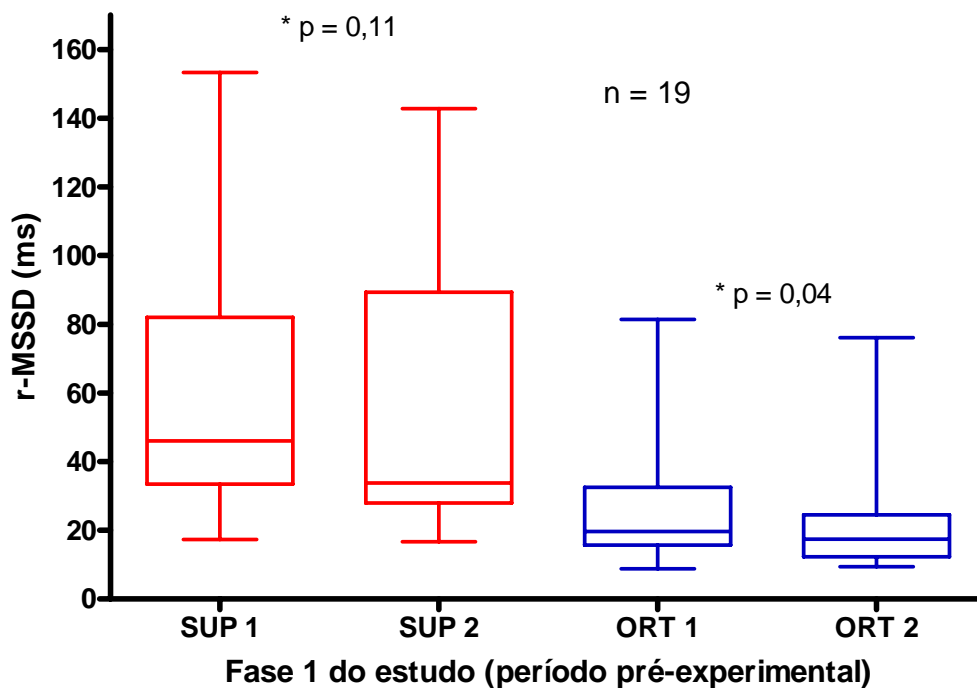


Figura 27: Comparação das r-MSSD das séries de intervalos R-R entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) e após adoção ativa da postura ortostática (ORT).

\* teste de Wilcoxon

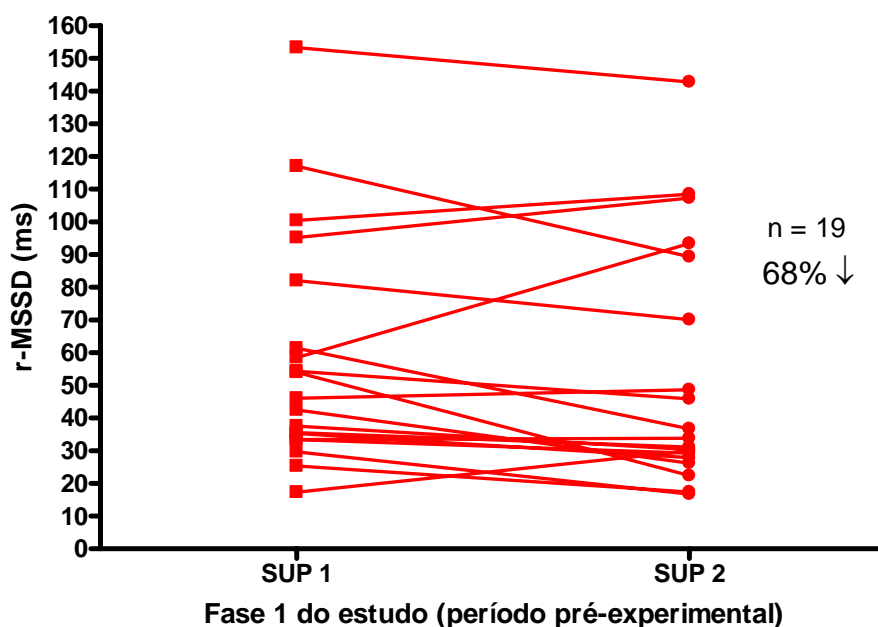


Figura 27A: Comportamento individual das r-MSSD das séries de intervalos R-R entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP).

### III.II – Índices Espectrais derivados das séries de 5 minutos de intervalos R-R do ECG, obtidos por meio do freqüencímetro Polar®.

As **Tabelas 11 e 12** indicam as comparações dos índices espectrais para análise da reprodutibilidade entre as avaliações 1 e 2, em cada uma das posturas investigadas (supino e ortostatismo). Observa-se novamente boa reprodutibilidade, com equivalência em praticamente todos os índices nas duas posturas, com níveis de significância variando entre 0,10 e 0,97, indicando igualdade estatística. A única exceção observada foi na área absoluta de alta freqüência na postura ortostática ( $p = 0,02$ ), com menores valores na avaliação 2:  $14,9 \text{ ms}^2$  (4,3 – 158,3), comparativamente à avaliação 1:  $25,9 \text{ ms}^2$  (4,3 – 170,4).

A exemplo do que foi observado em alguns índices temporais, destaca-se que, a despeito da boa reprodutibilidade indicada pela comparação estatística, o nível de dispersão não é o mesmo em boa parte dos índices. Há tendência de mudança na dispersão na avaliação 2 compatível com menor modulação total (**Figuras 28 a 33A**). Esse achado no domínio da freqüência reforça a lógica anteriormente desenvolvida no sentido de representar possível diferença no estado autonômico basal, bastante sutil, em uma base quantitativa e estatisticamente estável. Novamente empregou-se o recurso da apresentação do percentual de indivíduos que tenderam para uma determinada direção entre uma avaliação e outra, por meio da observação do comportamento individual de cada um dos voluntários, como se observa nos gráficos acrescidos da letra “A”.

**Tabela 11:** Comparação dos valores de índices espectrais obtidos das séries temporais de intervalos R-R do ECG nas avaliações 1 (inicial) e 2 (controle) (n = 19)

	Área Total ( $\text{ms}^2$ )				Área Absoluta de BF ( $\text{ms}^2$ )				Área Absoluta de AF ( $\text{ms}^2$ )			
	Supino		Ortostatismo		Supino		Ortostatismo		Supino		Ortostatismo	
	Ava1	Ava2	Ava1	Ava2	Ava1	Ava2	Ava1	Ava2	Ava1	Ava2	Ava1	Ava2
Ext Sup	2978,6	2291,9	1174,6	1058,9	1093,8	993,10	307,0	393,5	1675,5	1066,1	757,5	707,7
Qtl Sup	1365,0	1131,7	513,30	362,00	482,90	259,60	260,9	204,1	441,30	547,10	92,60	43,20
Mediana	616,80	409,50	326,80	301,70	256,00	158,10	183,4	144,2	174,30	98,800	25,90	14,90
Qtl Inf	269,20	215,90	229,00	125,20	82,200	97,600	146,1	75,30	65,600	53,000	11,10	11,70
Ext Inf	109,60	82,500	45,300	73,400	39,200	27,200	21,80	27,40	20,900	23,400	4,300	4,300
Média	897,72	745,62	402,11	347,18	309,48	238,05	186,2	154,9	364,08	293,42	82,36	62,33
DP	812,18	685,18	259,52	282,35	269,50	249,73	77,97	96,80	475,71	355,55	170,4	158,3
p*	0,26		0,11		0,10		0,17		0,16		0,02	

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Wilcoxon; ava: avaliação; BF: baixa freqüência espectral; AF: alta freqüência espectral

**Tabela 12:** Comparação dos valores de índices espectrais obtidos das séries temporais de intervalos R-R do ECG nas avaliações 1 (inicial) e 2 (controle) (n = 19)

	Área Normalizada de BF (un)				Área Normalizada de AF (un)				Razão Área Absoluta BF/AAF			
	Supino		Ortostatismo		Supino		Ortostatismo		Supino		Ortostatismo	
	Ava1	Ava2	Ava1	Ava2	Ava1	Ava2	Ava1	Ava2	Ava1	Ava2	Ava1	Ava2
Ext Sup	0,81	0,89	0,99	0,97	0,80	0,86	0,73	0,77	4,15	8,04	68,5	33,8
Qtl Sup	0,68	0,65	0,90	0,92	0,66	0,61	0,34	0,23	2,11	1,86	9,35	11,3
Mediana	0,60	0,53	0,86	0,84	0,40	0,47	0,14	0,16	1,48	1,13	6,35	5,34
Qtl Inf	0,34	0,39	0,66	0,77	0,32	0,35	0,10	0,08	0,520	0,630	1,90	3,37
Ext Inf	0,20	0,14	0,27	0,23	0,19	0,11	0,01	0,03	0,250	0,170	0,36	0,30
Média	0,53	0,52	0,78	0,81	0,47	0,48	0,22	0,19	1,58	1,77	10,3	9,28
DP	0,21	0,21	0,19	0,17	0,21	0,21	0,19	0,17	1,22	1,93	15,9	9,33
p*	0,97		0,20		0,96		0,19		0,64		0,58	

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Wilcoxon; ava: avaliação; BF: baixa frequência espectral; AF: alta frequência espectral; un: unidade normalizada

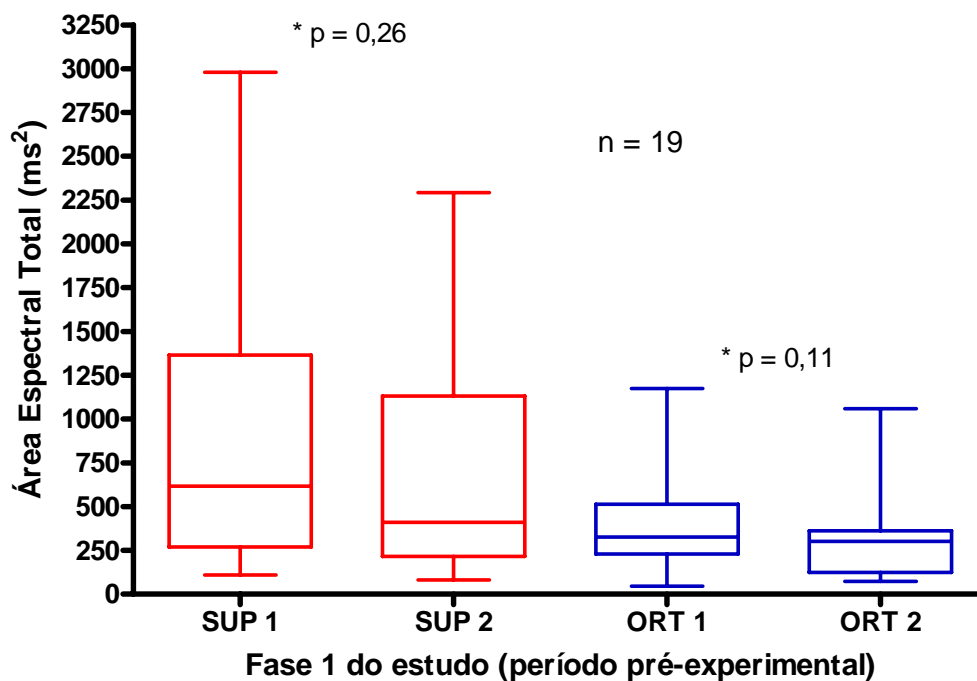


Figura 28: Comparação das áreas espectrais totais entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) e após adoção ativa da postura ortostática (ORT).

\* teste de Wilcoxon

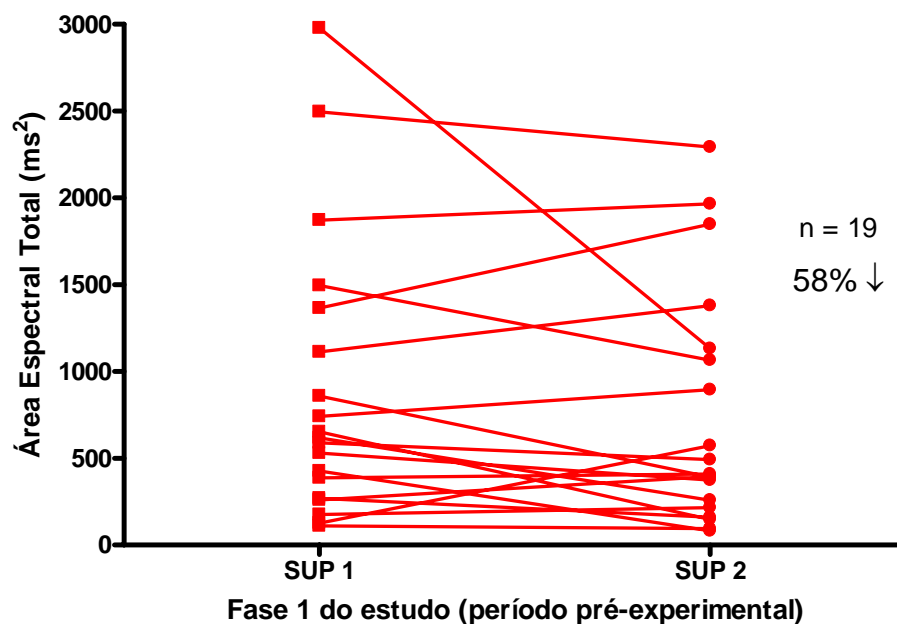


Figura 28A: Comportamento individual das áreas espectrais totais entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP)



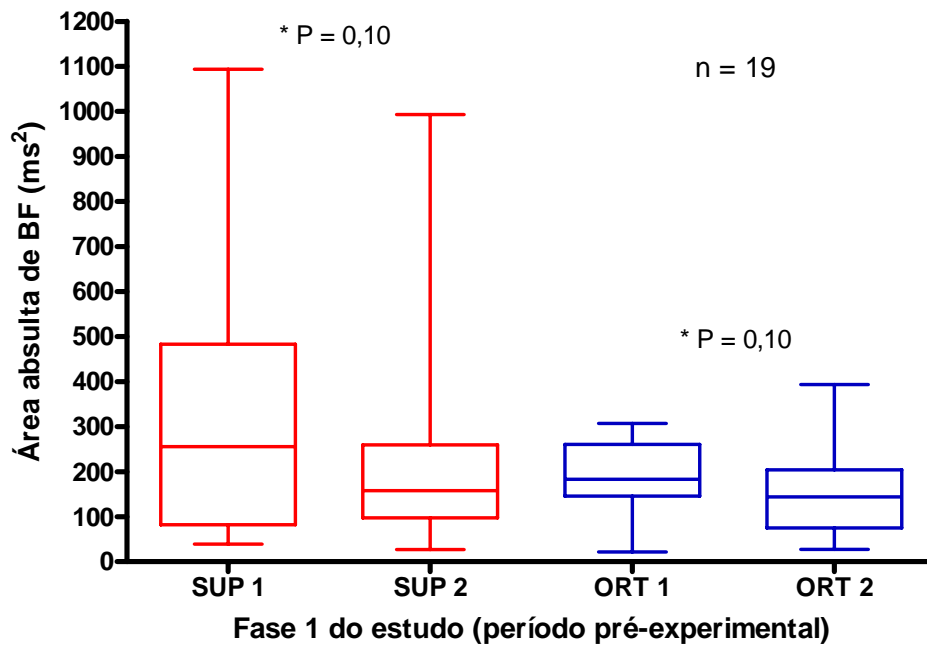


Figura 29: Comparação das áreas absolutas de baixa frequência espectral (BF) entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) e após adoção ativa da postura ortostática (ORT).

\* teste de Wilcoxon

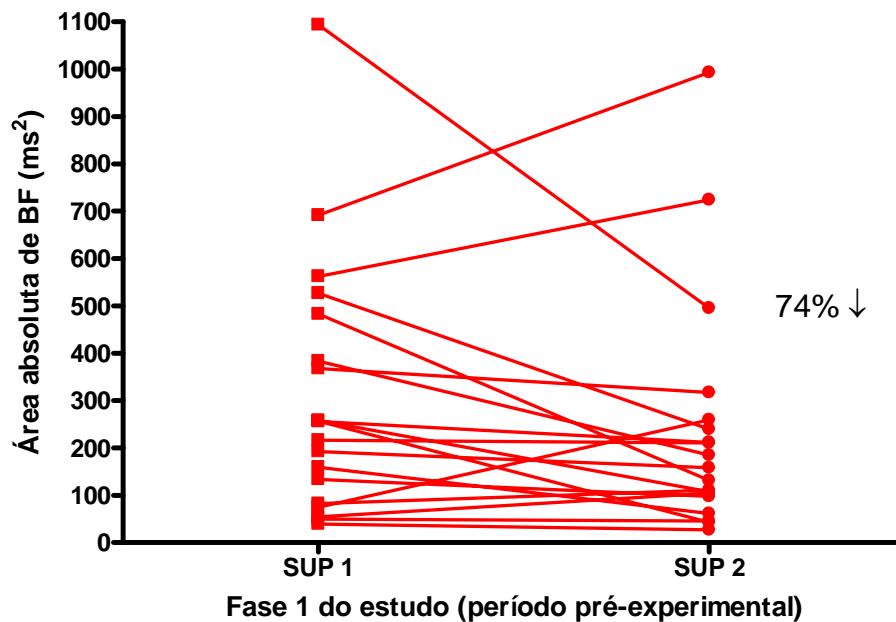


Figura 29A: Comportamento individual das áreas absolutas de baixa frequência espectral (BF) entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle) no repouso supino (SUP).

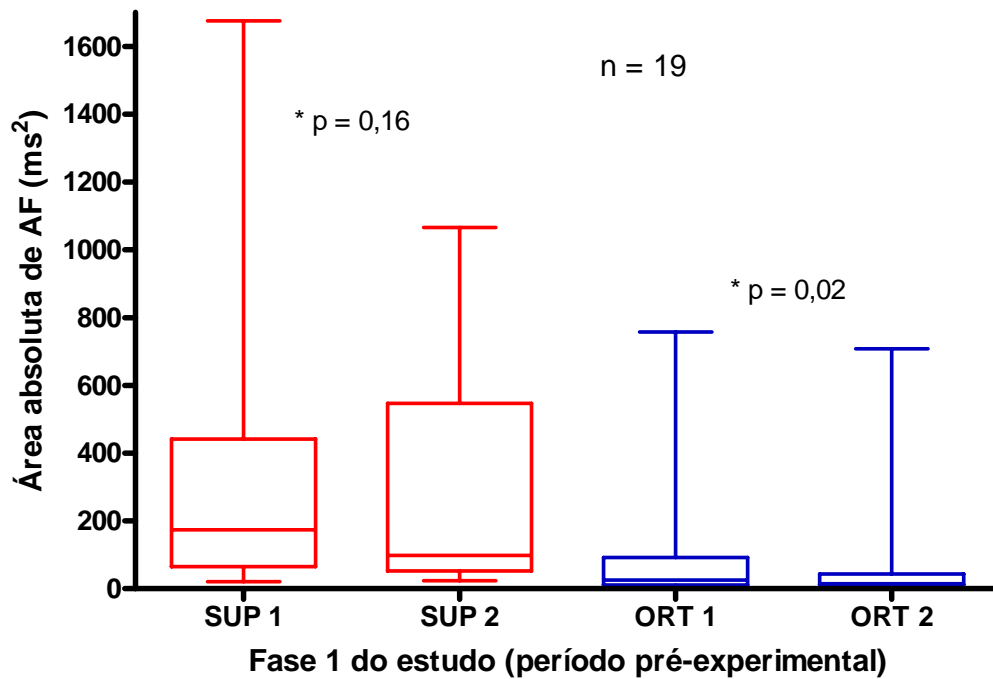


Figura 30: Comparação das áreas absolutas de alta frequência espectral (AF) entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) e após adoção ativa da postura ortostática (ORT).

\* teste de Wilcoxon

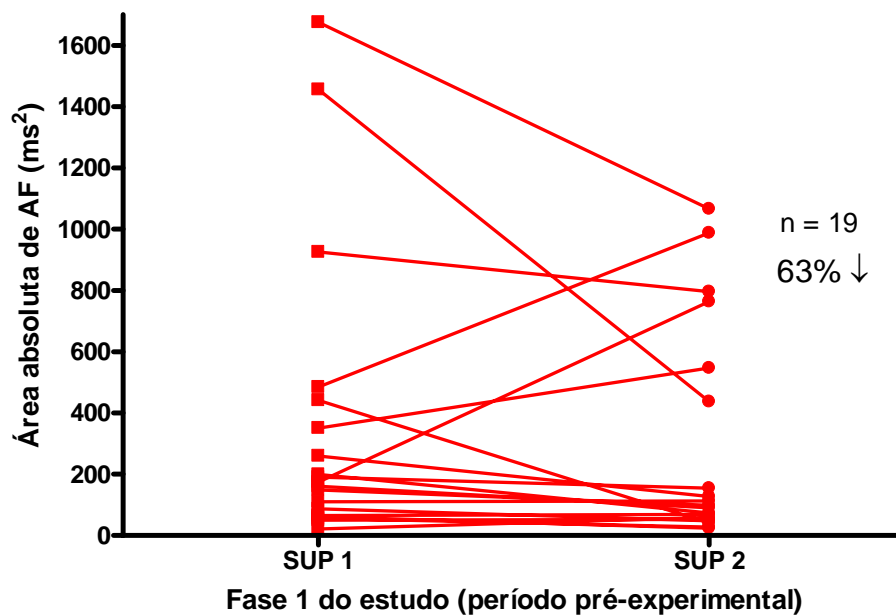


Figura 30A: Comportamento individual das áreas absolutas de alta frequência espectral (AF) entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle) no repouso supino (SUP).

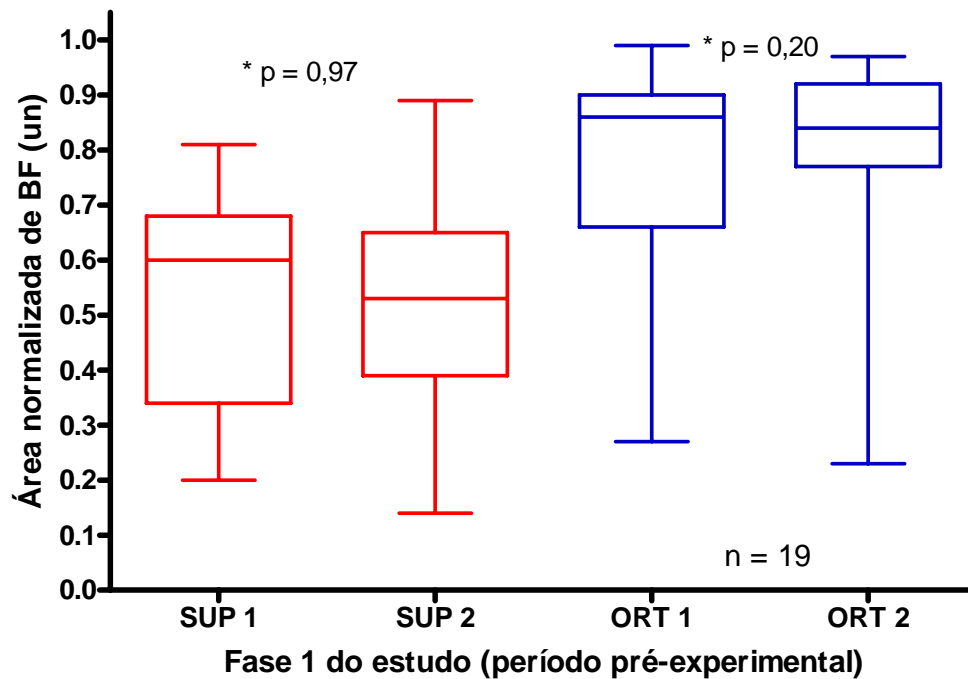


Figura 31: Comparação das áreas normalizadas de baixa freqüência espectral, entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) e após adoção ativa da postura ortostática (ORT).

\* teste de Wilcoxon

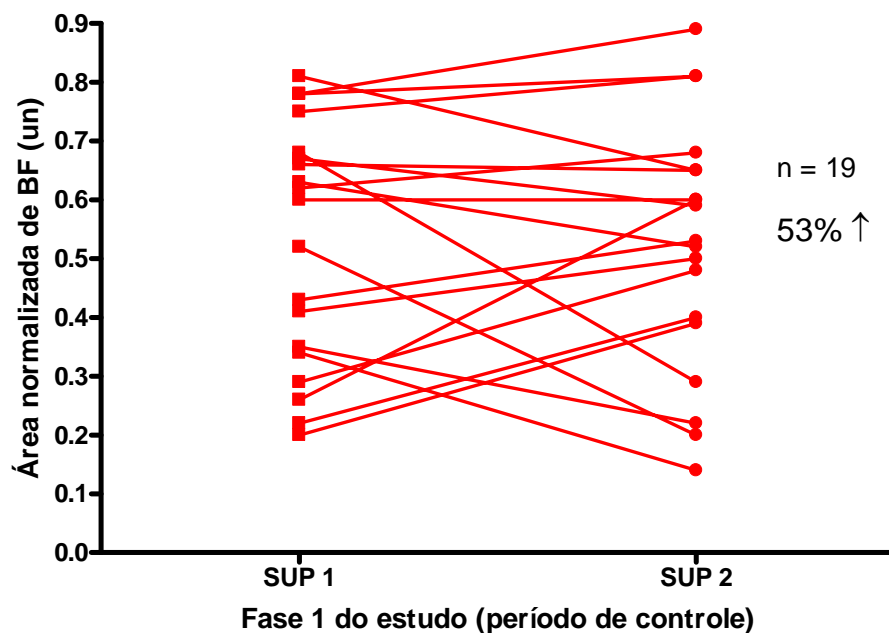


Figura 31A: Comportamento individual das áreas normalizadas de baixa baixa freqüência espectral (BF) , entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle) no repouso supino (SUP).

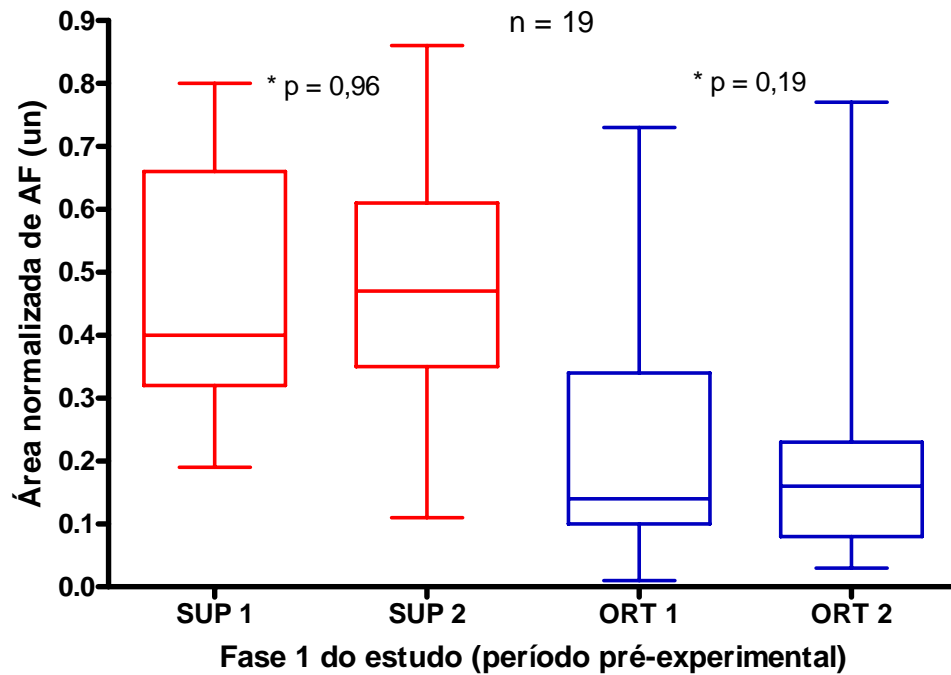


Figura 32: Comparação das áreas normalizadas de alta freqüência espectral (AF) entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) e após adoção ativa da postura ortostática (ORT).

\* teste de Wilcoxon

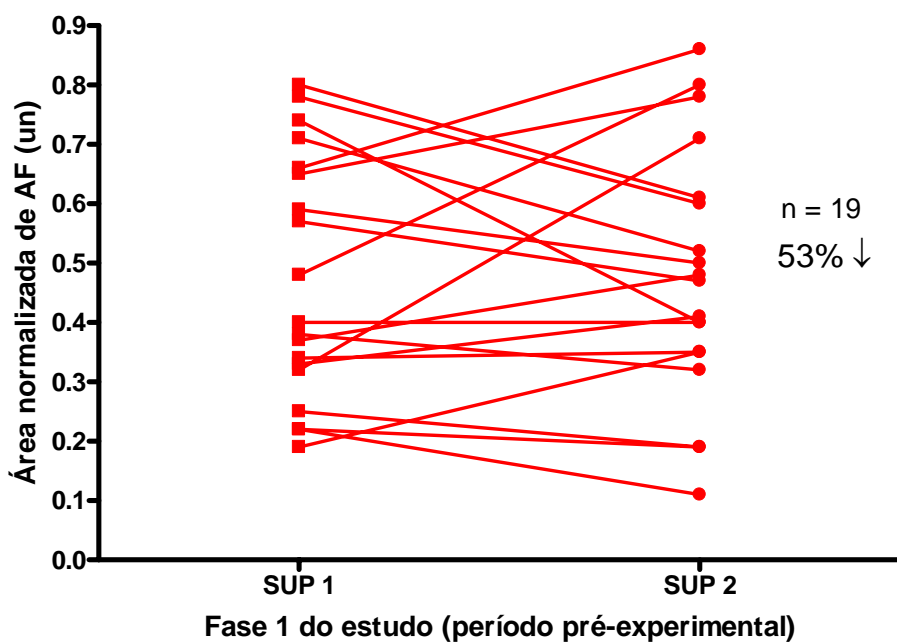


Figura 32A: Comportamento individual das áreas normalizadas de alta freqüência espectral, entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle) no repouso supino (SUP).

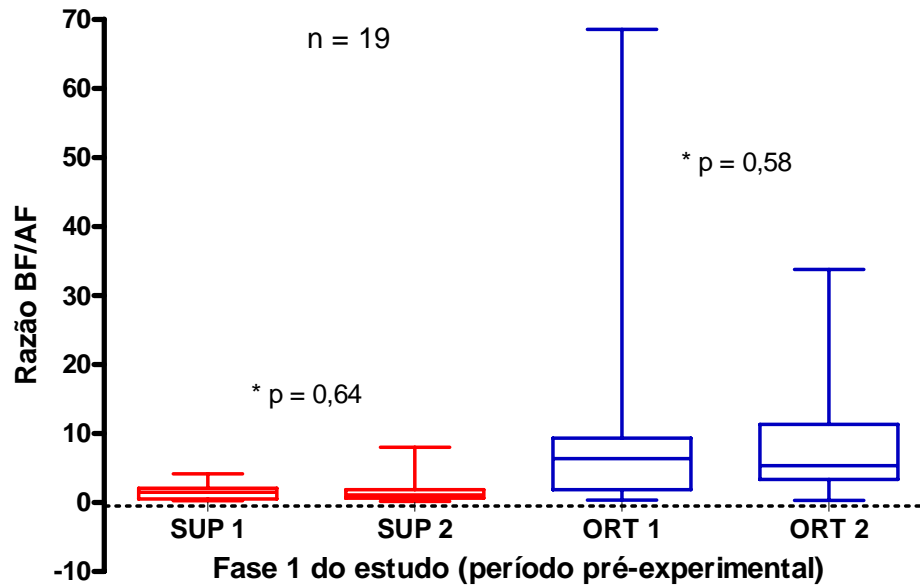


Figura 33: Comparação das razões BF/AF entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle), no repouso supino (SUP) e após adoção ativa da postura ortostática (ORT).

\* teste de Wilcoxon

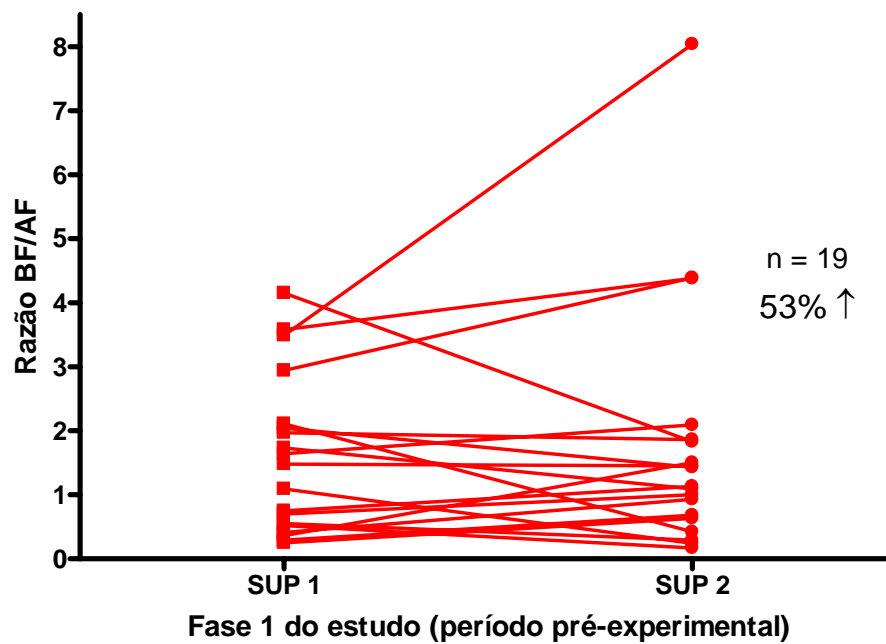


Figura 33A: Comportamento individual das razões BF/AF entre as avaliações 1 (inicial) e 2 (controle) no repouso supino (SUP).

### **III.II – COMPARAÇÕES DOS ÍNDICES TEMPORAIS E ESPECTRAIS DAS ANÁLISES DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA MEDIDOS SERIADAMENTE NO REPOUSO SUPINO E NA POSTURA ORTOSTÁTICA**

Após a análise da reprodutibilidade na fase de controle do protocolo experimental (fase 1), apresentam-se os dados comparativos da variabilidade da frequência cardíaca, temporais e espectrais, nas três avaliações seriadas e nas duas posturas analisadas. Procedeu-se assim à comparação de todo o período de acompanhamento, no sentido de verificar a existência de possíveis modificações na avaliação 3 comparativamente às avaliações 1 e 2, que pudessem assim ser associadas à intervenção proposta.

#### **III.II.I – Índices Temporais derivados das séries de 5 minutos de intervalos R-R do ECG, obtidos por meio do freqüencímetro Polar®.**

As **Tabelas 13 a 18** indicam os valores amostrais e a comparação dos índices temporais das análises da variabilidade da frequência cardíaca a curto prazo (número de int R-R, média, desvio padrão, coeficiente de variação, pNN50 e rMSSD) avaliados nas três avaliações seriadas instituídas ao longo do estudo, tanto no repouso supino quanto na postura ortostática.

##### **a) – Número de Intervalos R-R**

A comparação do número de intervalos R-R do ECG medidos nos registros de 5 minutos das séries temporais, obtidas nas três avaliações seriadas realizadas para análise da variabilidade da frequência cardíaca, no repouso supino, não mostrou diferenças significativas ( $p = 0,50$ ). O mesmo ocorrendo na postura ortostática quando se observou estabilidade no número de intervalos R-R medidos ( $p = 0,11$ ) (**Tabela 13**).

##### **b) – Média dos intervalos R-R**

A comparação das médias dos intervalos R-R do ECG medidos nos registros de 5 minutos das séries temporais obtidas nas três avaliações seriadas realizadas no repouso supino mostrou igualdade estatística. Entretanto, o nível de significância da análise instituída ( $p = 0,065$ ) indica tendência estatística para uma diferença significativa. No caso em questão, observa-se tendência à redução das

medianas, de 1005 ms na avaliação 1, para 990 ms e 958 ms nas avaliações 2 e 3. Na mesma comparação feita na postura ortostática, observou-se diferença significativa entre as três avaliações ( $p = 0,049$ ), com teste de Dunn *post hoc* indicando diminuição da mediana da avaliação 2 comparativamente à avaliação 1 (**Tabela 14 e Figura 34**), como já havia sido observado na comparação da reprodutibilidade entre as avaliações 1 e 2.

#### **c) – Desvio padrão dos intervalos R-R**

A comparação dos desvios padrão dos intervalos R-R do ECG medidos nos registros de 5 minutos das séries temporais obtidas nas três avaliações seriadas realizadas no repouso supino não mostrou diferença significativa (0,10). Na postura ortostática houve diferença significativa entre as três avaliações instituídas ( $p = 0,04$ ). Entretanto, na aplicação do teste de Dunn *post hoc*, não foram evidenciadas diferenças entre os pares, ou seja, nas comparações entre as avaliações 1 vs 2 e 3 e entre a avaliação 2 vs 3. Observa-se uma tendência de aumento nos valores medianos da avaliação 3 (46,6 ms) comparativamente às avaliações 1 e 2 respectivamente (43,3 e 42,0 ms) (**Tabela 15**).

#### **d) – Coeficiente de variação dos intervalos R-R**

A comparação dos coeficientes de variação dos intervalos R-R do ECG medidos nos registros de 5 minutos das séries temporais obtidas nas três avaliações seriadas realizadas no repouso supino mostrou igualdade estatística ( $p = 0,36$ ). O mesmo ocorrendo na postura ortostática ( $p = 0,32$ ) (**Tabela 16**).

#### **e) – pNN50 das séries dos intervalos R-R**

A comparação do pNN50 (percentual de pares de intervalos R-R do ECG consecutivos com diferença superior a 50 ms), medidos nos registros de 5 minutos das séries temporais obtidas nas três avaliações seriadas realizadas no repouso supino mostrou igualdade estatística ( $p = 0,18$ ). O mesmo ocorrendo na postura ortostática ( $p = 0,085$ ) (**Tabela 17**).

#### **f) – rMSSD das séries dos intervalos R-R**

A comparação das rMSSD (raiz quadrada da média do quadrado das diferenças sucessivas dos intervalos R-R do ECG), medidas nos registros de 5 minutos

das séries temporais obtidas nas três avaliações seriadas realizadas no repouso supino mostrou igualdade estatística ( $p = 0,13$ ). Na postura ortostática o mesmo comportamento foi observado ( $p = 0,065$ ), porém em um nível de significância estatística que sugere tendência para a diferença entre as avaliações instituídas (**Tabela 18**). Observou-se tendência a menores valores na avaliação 2: 7,4 ms (9,4 – 76,1), em relação à avaliação 1: 19,7 ms (8,8 – 81,4) e à avaliação 3: 20,8 ms (8,1 – 89,1).

**Tabela 13:** Comparação do número de Intervalos R-R do ECG das séries temporais de 5 min obtidas por meio do freqüencímetro Polar<sup>®</sup>, nas 3 avaliações seriadas instituídas (n = 19)

	Número de Intervalos R-R					
	Repouso Supino			Postura Ortostática		
	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3
Ext Sup	383	415	395	495	510	487
Qtl Sup	362	344	353	416	431	436
Mediana	306	304	317	390	402	410
Qtl Inf	281	284	281	345	360	366
Ext Inf	230	247	257	287	301	311
Média	312	315	320	386	402	403
DP	44,7	45,7	39,1	51,1	52,0	52,1
p*	0,50			0,11		

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão;; \* teste de Friedman

**Tabela 14:** Comparação das médias dos Intervalos R-R do ECG das séries temporais de 5 min, obtidas por meio do freqüencímetro Polar<sup>®</sup>, nas 3 avaliações seriadas instituídas (n = 19)

	Média de Intervalos R-R (ms)					
	Repouso Supino			Postura Ortostática		
	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3
Ext Sup	1343	1168	1171	1032	1020	969,0
Qtl Sup	1092	1068	1075	860,0	835,0	798,0
Mediana	1005	990,0	958,0	772,0	744,0	714,0
Qtl Inf	845,0	861,0	857,0	720,0	674,0	684,0
Ext Inf	778,0	730,0	751,0	604,0	598,0	637,0
Média	994,5	973,2	961,8	789,7	762,0	760,6
DP	148,6	127,8	123,0	108,9	110,6	102,5
p*	p = 0,065			p = 0,049 avaliação 1 vs 2: p < 0,05 avaliação 1 vs 3: p > 0,05 avaliação 2 vs 3: p > 0,05		

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão;; \* teste de Friedman com teste *post hoc* de Dunn



**Tabela 15:** Comparação dos desvios padrão das médias dos Intervalos R-R do ECG, das séries temporais de 5min, obtidas por meio do freqüencímetro Polar<sup>®</sup>, nas 3 avaliações seriadas instituídas (n = 19)

	Desvio Padrão dos Intervalos R-R (ms)					
	Repouso Supino			Postura Ortostática		
	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3
Ext Sup	130	123	85,8	78,5	77,3	79,2
Qtl Sup	88,2	78,5	72,3	59,3	48,1	59,4
Mediana	56,4	52,0	53,7	43,4	42,0	46,6
Qtl Inf	42,2	37,5	39,0	38,0	26,9	29,6
Ext Inf	25,3	21,8	24,6	17,6	19,3	18,3
Média	65,5	58,1	56,6	46,0	41,7	45,3
DP	32,5	29,1	19,1	14,8	15,8	16,7
p*	p = 0,10			p = 0,04 avaliação 1 vs 2: p > 0,05 avaliação 1 vs 3: p > 0,05 avaliação 2 vs 3: p > 0,05		

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Friedman com teste *post hoc* de Dunn

**Tabela 16:** Comparação dos coeficientes de variação das médias dos Intervalos R-R do ECG, das séries temporais de 5 min, obtidas por meio do freqüencímetro Polar<sup>®</sup>, nas 3 avaliações seriadas instituídas (n = 19)

	Coeficiente de variação dos Intervalos R-R (%)					
	Repouso Supino			Postura Ortostática		
	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3
Ext Sup	11,8	11,5	8,90	8,30	7,80	8,30
Qtl Sup	8,10	7,80	7,50	6,80	6,10	7,70
Mediana	5,40	5,50	5,90	5,50	5,70	6,10
Qtl Inf	4,70	3,80	4,40	5,20	4,20	4,50
Ext Inf	2,70	2,70	2,90	2,00	2,50	2,30
Média	6,55	5,84	5,88	5,76	5,35	5,88
DP	2,96	2,55	1,88	1,51	1,39	1,76
p*	p = 0,36			p = 0,32		

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Friedman

**Tabela 17:** Comparação do valores dos pNN50 dos Intervalos R-R das séries temporais de 5min, obtidas por meio do freqüencímetro Polar®, nas 3 avaliações seriadas instituídas (n = 19)

	pNN50 dos Intervalos R-R (%)					
	Repouso Supino			Postura Ortostática		
	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3
Ext Sup	74,6	69,3	69,0	59,4	59,8	71,3
Qtl Sup	49,3	54,8	40,8	10,4	4,50	7,10
Mediana	30,0	9,80	12,5	1,90	1,20	1,60
Qtl Inf	12,5	6,40	6,30	0,80	0,40	0,0
Ext Inf	1,30	0,30	0,90	0,0	0,0	0,0
Média	30,3	25,8	22,7	7,90	6,08	7,07
DP	21,5	26,2	19,5	14,1	14,3	16,2
p*	p = 0,18			p = 0,085		

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Friedman

**Tabela 18:** Comparação dos valores de rMSSD das médias dos Intervalos R-R do ECG das séries temporais de 5 min, obtidas por meio do freqüencímetro Polar®, nas 3 avaliações seriadas instituídas (n = 19)

	rMSSD dos Intervalos R-R (ms)					
	Repouso Supino			Postura Ortostática		
	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3
Ext Sup	153,3	142,8	110,4	81,40	76,10	89,10
Qtl Sup	82,00	89,30	61,90	32,50	24,50	27,90
Mediana	46,00	33,80	37,80	19,70	17,40	20,80
Qtl Inf	33,40	27,90	28,30	15,70	12,30	13,30
Ext Inf	17,30	16,70	18,20	8,800	9,400	8,100
Média	58,54	53,04	47,02	25,16	21,66	23,86
DP	35,68	37,26	24,45	16,21	15,62	17,82
p*	p = 0,13			p = 0,065		

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Friedman

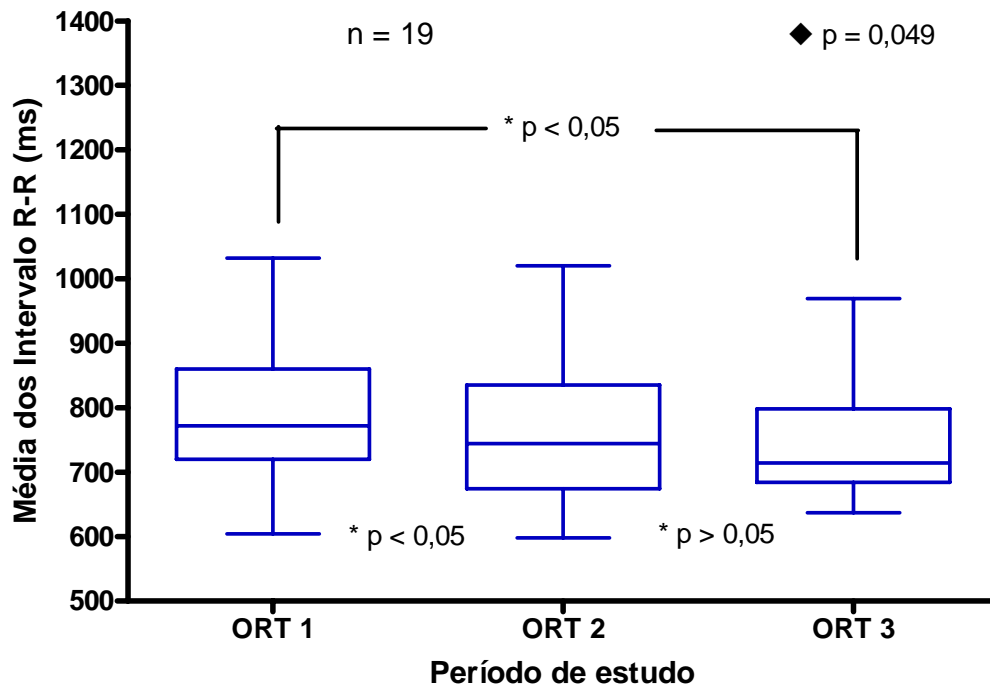


Figura 34: Comparação das médias dos intervalos R-R na postura ortostática (ORT), obtidos das séries temporais de 5 min, nas 3 avaliações instituídas no período de estudo

◆: teste de Friedam; \* teste *post hoc* de Dunn

### III.II.II – Índices Espectrais derivados das séries de 5 minutos de intervalos R-R, obtidos por meio do freqüencímetro Polar.

As **Tabelas 19 a 24** indicam os valores amostrais e a comparação dos índices espectrais das análises da variabilidade da freqüência cardíaca a curto prazo (área espectral total; área absoluta de baixa freqüência espectral; área absoluta de alta freqüência espectral, razão baixa freqüência espectral/alta freqüência espectral; área normalizada de baixa freqüência espectral e área normalizada de alta freqüência espectral) analisados nas três avaliações seriadas instituídas ao longo do estudo, tanto no repouso supino quanto na postura ortostática.

**a) – Área Espectral Total**

A comparação das áreas espectrais totais obtidas nos registros de 5 minutos das séries temporais, medidas nas três avaliações seriadas realizadas para análise da variabilidade da frequência cardíaca, no repouso supino, não mostrou diferenças significativas ( $p = 0,15$ ). O mesmo fenômeno ocorreu na postura ortostática ( $p = 0,53$ ) (**Tabela 19**).

**b) – Área Absoluta de Baixa Frequência Espectral**

A **Tabela 20**, que indica a comparação das áreas espectrais absolutas de baixa frequência, obtidas nos registros de 5 minutos das séries temporais, medidas nas três avaliações seriadas, no repouso supino, não mostrou diferenças significativas ( $p = 0,076$ ). No entanto esse nível de significância encontra-se também dentro de uma faixa de tendência à diferença. No caso em especial a avaliação 2 apresentou tendência a valores medianos menores ( $158,1 \text{ ms}^2$ ) que nas avaliações 1 e 3 ( $256,0$  e  $177,1 \text{ ms}^2$ , respectivamente). Na postura ortostática não foram observadas diferenças nas três avaliações ( $p = 0,62$ ).

**c) – Área Absoluta de Alta Frequência Espectral**

A comparação das áreas espectrais absolutas de alta frequência, obtidas nos registros de 5 minutos das séries temporais e medidas nas três avaliações seriadas realizadas para análise da variabilidade da frequência cardíaca, no repouso supino, não mostrou diferenças significativas ( $p = 0,33$ ). O mesmo fenômeno ocorreu na postura ortostática ( $p = 0,10$ ) (**Tabela 21**).

**d) – Razão BF/AF**

A **Tabela 22**, que indica a comparação das razões BF/AF, obtidas nos registros de 5 minutos das séries temporais e medidas nas três avaliações seriadas, no repouso supino, não mostrou diferenças significativas ( $p = 0,81$ ). Na postura ortostática também não foram observadas diferenças nas três avaliações ( $p = 0,50$ ).

**e) – Área normalizada de Baixa Frequência Espectral**

A comparação das áreas espectrais relativas de baixa frequência, obtidas nos registros de 5 minutos das séries temporais e medidas nas três avaliações seriadas realizadas para análise da variabilidade da frequência cardíaca, no repouso supino, não

mostrou diferenças significativas ( $p = 0,76$ ). O mesmo fenômeno ocorreu na postura ortostática ( $p = 0,37$ ) (**Tabela 23**).

ccc

#### **f) – Área normalizada de Alta Frequência Espectral**

A **Tabela 24** indica que a comparação áreas espectrais relativas de alta frequência, obtidas nos registros de 5 minutos das séries temporais e medidas nas três avaliações seriadas, no repouso supino, não mostrou diferenças significativas ( $p = 0,76$ ). Na postura ortostática também não foram observadas diferenças nas três avaliações ( $p = 0,37$ ).

Como foi demonstrado, no domínio da frequência, não houve diferença estatística em nenhum dos índices e em nenhuma das posturas avaliadas, como níveis de significância variando entre 0,076 e 0,81. Além disso, não se observou nenhuma oscilação merecedora de destaque nos níveis de dispersão, motivo pelo qual se optou apenas pela apresentação desses dados na forma de tabela.

**Tabela 19:** Comparação entre as áreas espectrais totais das séries temporais dos Intervalos R-R de 5 min, obtidas por meio do freqüencímetro Polar<sup>®</sup>, nas 3 avaliações seriadas instituídas (n = 19)

	Área Espectral Total (ms <sup>2</sup> )					
	Repouso Supino			Postura Ortostática		
	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3
Ext Sup	2978,6	2291,9	1449,4	1174,6	1058,9	1301,3
Qtl Sup	1365,0	1131,7	943,80	513,30	362,00	556,20
Mediana	616,80	409,50	404,90	326,80	301,70	322,00
Qtl Inf	269,20	215,90	334,90	229,00	125,20	161,60
Ext Inf	109,60	82,500	94,300	45,300	73,400	61,000
Média	897,72	745,62	621,81	402,11	347,18	396,05
DP	812,18	685,18	417,04	259,52	282,35	308,40
p*	p = 0,15			p = 0,53		

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Friedman

**Tabela 20:** Comparação entre as áreas espectrais absolutas de baixa freqüência, das séries temporais dos Intervalos R-R de 5 min, obtidas por meio do freqüencímetro Polar<sup>®</sup>, nas 3 avaliações seriadas instituídas (n = 19)

	Área Absoluta Baixa Freqüência (ms <sup>2</sup> )					
	Repouso Supino			Postura Ortostática		
	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3
Ext Sup	1094	993,1	509,3	307,0	393,5	432,8
Qtl Sup	482,9	259,6	244,2	260,9	204,1	221,5
Mediana	256,0	158,1	177,1	183,4	144,2	179,2
Qtl Inf	82,20	97,60	99,90	146,1	75,30	73,90
Ext Inf	39,20	27,20	22,00	21,80	27,40	16,10
Média	309,5	238,1	186,2	186,2	154,9	175,8
DP	269,5	249,7	125,4	77,97	96,80	122,7
p*	p = 0,076			p = 0,62		

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Friedman

**Tabela 21:** Comparação entre as áreas espectrais absolutas de alta freqüência, das séries temporais dos Intervalos R-R 5min, obtidas por meio do freqüencímetro Polar<sup>®</sup>, nas 3 avaliações seriadas instituídas (n = 19)

	Área Absoluta Alta Freqüência (ms <sup>2</sup> )					
	Repouso Supino			Postura Ortostática		
	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3
Ext Sup	1676	1066	846,1	757,5	707,7	998,7
Qtl Sup	441,3	547,1	334,8	92,60	43,20	45,10
Mediana	174,3	98,80	82,90	25,90	14,90	16,80
Qtl Inf	65,60	53,00	52,50	11,10	11,70	10,60
Ext Inf	20,90	23,40	19,60	4,300	4,300	2,700
Média	364,1	293,4	213,5	82,36	62,33	79,97
DP	475,7	355,6	231,9	170,4	158,3	224,2
p*	p = 0,33			p = 0,10		

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Friedman

**Tabela 22:** Comparação entre as Razões BF/AF, das séries temporais dos Intervalos R-R de 5 min, obtidas por meio do freqüencímetro Polar®, nas 3 avaliações seriadas instituídas (n = 19)

	Razão (BF/AF)					
	Repouso Supino			Postura Ortostática		
	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3
Ext Sup	4,15	8,04	6,95	68,52	33,75	41,37
Qtl Sup	2,11	1,86	2,06	9,35	11,32	14,85
Mediana	1,48	1,13	1,05	6,35	5,34	5,780
Qtl Inf	0,52	0,63	0,72	1,90	3,37	2,97
Ext Inf	0,25	0,17	0,07	0,36	0,30	0,18
Média	1,582	1,766	1,811	10,34	9,279	9,605
DP	1,224	1,929	1,734	15,93	9,329	10,48
p*	p = 0,81			p = 0,50		

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Friedman

**Tabela 23:** Comparação entre as áreas espectrais relativas normalizadas de baixa freqüência, das séries temporais dos Intervalos R-R de 5 min, obtidas por meio do freqüencímetro Polar®, nas 3 avaliações seriadas instituídas (n = 19)

	Área espectral normalizada de Baixa Freqüência (un)					
	Repouso Supino			Postura Ortostática		
	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3
Ext Sup	0,81	0,89	0,87	0,99	0,97	0,98
Qtl Sup	0,68	0,65	0,67	0,90	0,92	0,94
Mediana	0,60	0,53	0,51	0,86	0,84	0,85
Qtl Inf	0,34	0,39	0,42	0,66	0,77	0,75
Ext Inf	0,20	0,14	0,06	0,27	0,23	0,15
Média	0,53	0,52	0,54	0,78	0,81	0,81
DP	0,21	0,21	0,20	0,19	0,17	0,18
p*	p = 0,76			p = 0,37		

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; un: unidade normalizada; \* teste de Friedman

**Tabela 24:** Comparação entre as áreas espectrais relativas normalizadas de alta freqüência, das séries temporais dos Intervalos R-R de 5 min, obtidas por meio do freqüencímetro Polar®, nas 3 avaliações seriadas instituídas (n = 19)

	Área espectral normalizada de Alta Freqüência (un)					
	Repouso Supino			Postura Ortostática		
	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3
Ext Sup	0,80	0,86	0,94	0,73	0,77	0,85
Qtl Sup	0,66	0,61	0,58	0,34	0,23	0,25
Mediana	0,40	0,47	0,49	0,14	0,16	0,15
Qtl Inf	0,32	0,35	0,33	0,10	0,08	0,06
Ext Inf	0,19	0,11	0,13	0,01	0,03	0,02
Média	0,47	0,48	0,46	0,22	0,19	0,19
DP	0,21	0,21	0,20	0,19	0,17	0,18
p*	p = 0,76			p = 0,37		

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; un: unidade normalizada; \* teste de Friedman

### **III.III – COMPARAÇÃO DOS EFEITOS DO ORTOSTATISMO ATIVO EM CADA UMA DAS AVALIAÇÕES, BEM COMO DA COMPARAÇÃO DA MAGNITUDE DE SEU EFEITO NAS TRÊS AVALIAÇÕES SERIADAS INSTITUÍDAS.**

Tendo sido realizadas as comparações dos estados basais na postura supina e no ortostatismo, faz-se necessário verificar os efeitos da mudança postural, bem como comparar o grau desses efeitos (magnitude) nas três avaliações instituídas, haja vista que, teoricamente, pode haver mudança no grau de resposta independentemente do estado basal da função autonômica cardíaca.

#### **III.III.I – Efeitos da mudança postural ativa, em cada avaliação, e a comparação da magnitude da resposta ao ortostatismo nos índices temporais da variabilidade da frequência cardíaca.**

As **Tabelas 25 a 27** indicam os efeitos do ortostatismo ativo, nas três avaliações instituídas, comparadas uma a uma, no intuito de verificar se a modificação decorrente da mudança postural foi significativa ou não, nos índices temporais da VFC. Nesta análise observou-se que as alterações são marcantes, nas três avaliações instituídas e em todos os índices temporais ( $p < 0,0001$ ), com exceção do coeficiente de variação ( $0,37 < p < 0,94$ ). A **Figura 35** demonstra o comportamento do coeficiente de variação, que foi o único índice temporal onde não houve mudança significativa quando da adoção da mudança postural, em nenhuma das três avaliação seriadas. Apresentam-se ainda as **Figuras 36 e 37** para ilustrar o efeito marcante do ortostatismo ativo na redução do pNN50 e da rMSSD ( $p < 0,0001$ ).



**Tabela 25:** Variações absolutas e relativas das médias dos intervalos R-R do ECG, na postura ortostática relativamente ao repouso supino, nas três avaliações seriadas instituídas (n = 19)

	Variações absolutas (abs) e relativas (%) das médias de Intervalos R-R					
	Avaliação 1		Avaliação 2		Avaliação 3	
	$\Delta$ Abs. (ms)	$\Delta$ %	$\Delta$ Abs. (ms)	$\Delta$ %	$\Delta$ Abs. (ms)	$\Delta$ %
Ext Sup	-45,0	-5,30	-58,0	-5,60	-44,0	-5,90
Qtl Sup	-129	-13,8	-123	-16,8	-111	-13,0
Mediana	-190	-18,6	-227	-23,4	-220	-23,6
Qtl Inf	-289	-25,7	-281	-25,9	-257	-26,8
Ext Inf	-437	-37,8	-341	-34,4	-370	-32,5
Média	-205	-20,0	-211	-21,4	-201	-20,5
DP	100	8,20	88,5	7,94	90,3	8,33
*p	< 0,0001		< 0,0001		< 0,0001	
**p			0,69			

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Wilcoxon, para avaliar o efeito do ortostatismo em cada avaliação; \*\* teste de Friedman para comparar a magnitude da resposta nas 3 avaliações;  $\Delta$  Abs: variação absoluta;  $\Delta$  %: variação relativa

**Tabela 26:** Variações absolutas e relativas dos coeficientes de variação dos intervalos R-R do ECG, na postura ortostática relativamente ao repouso supino, nas três avaliações seriadas instituídas (n = 19)

	Variações absolutas (abs) e relativas (%) dos coeficientes de variação					
	Avaliação 1		Avaliação 2		Avaliação 3	
	$\Delta$ Abs. (ms)	$\Delta$ %	$\Delta$ Abs. (ms)	$\Delta$ %	$\Delta$ Abs. (ms)	$\Delta$ %
Ext Sup	2,40	75,9	2,20	57,9	3,80	97,4
Qtl Sup	1,40	25,9	1,10	32,6	1,40	22,2
Mediana	-0,50	-6,70	0,30	7,30	0,10	2,10
Qtl Inf	-3,10	-27,4	-1,80	-23,1	-0,70	-20,7
Ext Inf	-6,10	-52,6	-6,80	-59,1	-3,90	-48,1
Média	-0,784	-0,411	-0,489	2,56	00,0	5,89
DP	2,51	37,9	2,31	34,0	1,95	37,0
*p	0,37		0,71		0,94	
**p			0,81			

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Wilcoxon, para avaliar o efeito do ortostatismo em cada avaliação; \*\* teste de Friedman para comparar a magnitude da resposta nas 3 avaliações;  $\Delta$  Abs: variação absoluta;  $\Delta$  %: variação relativa

**Tabela 27:** Variações absolutas e relativas dos pNN50 das séries de intervalos R-R do ECG, na postura ortostática relativamente ao repouso supino, nas três avaliações seriadas instituídas (n = 19)

	Variações absolutas (abs) e relativas (%) dos pNN50					
	Avaliação 1		Avaliação 2		Avaliação 3	
	$\Delta$ Abs. (ms)	$\Delta$ %	$\Delta$ Abs. (ms)	$\Delta$ %	$\Delta$ Abs. (ms)	$\Delta$ %
Ext Sup	-1,10	-4,30	-0,100	-11,9	2,30	3,30
Qtl Sup	-5,80	-70,4	-5,60	-77,3	-3,90	-67,0
Mediana	-16,8	-86,1	-8,10	-87,6	-8,70	-92,1
Qtl Inf	-36,6	-97,6	-31,5	-96,8	-30,0	-100
Ext Inf	-64,2	-100	-67,1	-100	-44,4	-100
Média	-22,4	-78,8	-19,8	-80,7	-15,6	-80,2
DP	18,3	26,5	21,9	23,8	14,5	25,4
*p	< 0,0001		< 0,0001		< 0,0001	
**p	0,84					

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Wilcoxon, para avaliar o efeito do ortostatismo em cada avaliação; \*\* teste de Friedman para comparar a magnitude da resposta nas 3 avaliações; pNN50: percentual de Int R-R adjacentes com diferença > 50 ms;  $\Delta$  Abs: variação absoluta;  $\Delta$  %: variação relativa

**Tabela 28:** Variações absolutas e relativas das rMSSD das séries de intervalos R-R do ECG, na postura ortostática relativamente ao repouso supino, nas três avaliações seriadas instituídas (n = 19)

	Variações absolutas (abs) e relativas (%) dos rMSSD					
	Avaliação 1		Avaliação 2		Avaliação 3	
	$\Delta$ Abs. (ms)	$\Delta$ %	$\Delta$ Abs. (ms)	$\Delta$ %	$\Delta$ Abs. (ms)	$\Delta$ %
Ext Sup	-4,10	-11,30	-3,60	-21,60	-2,200	-8,50
Qtl Sup	-11,70	-33,70	-12,00	-40,10	-11,20	-33,60
Mediana	-21,90	-55,00	-17,40	-47,00	-17,90	-51,20
Qtl Inf	-42,40	-69,10	-40,80	-59,10	-31,60	-62,20
Ext Inf	-120,8	-86,20	-120,1	-87,10	-60,00	-80,40
Média	-33,38	-51,45	-31,38	-52,35	-23,16	-48,03
Ext Inf	31,62	21,44	31,17	18,19	16,26	19,06
*p	< 0,0001		< 0,0001		< 0,0001	
**p	0,50					

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Wilcoxon, para avaliar o efeito do ortostatismo em cada avaliação; \*\* teste de Friedman para comparar a magnitude da resposta nas 3 avaliações; rMSSD: raiz quadrada da média do quadrado das diferenças sucessivas dos Int R-R;  $\Delta$  Abs: variação absoluta;  $\Delta$  %: variação relativa

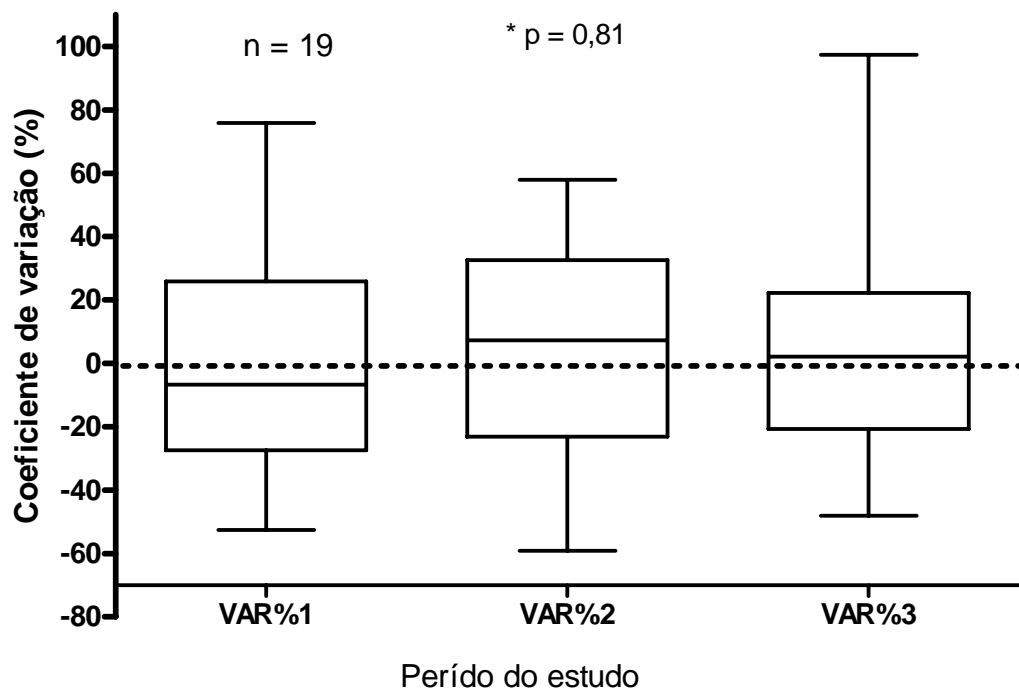


Figura 35: Comparação da magnitude do efeito do ortostatismo no coeficientes de variação, nas três avaliações seriadas instituídas  
\* teste de Friedman; Var%: variação percentual

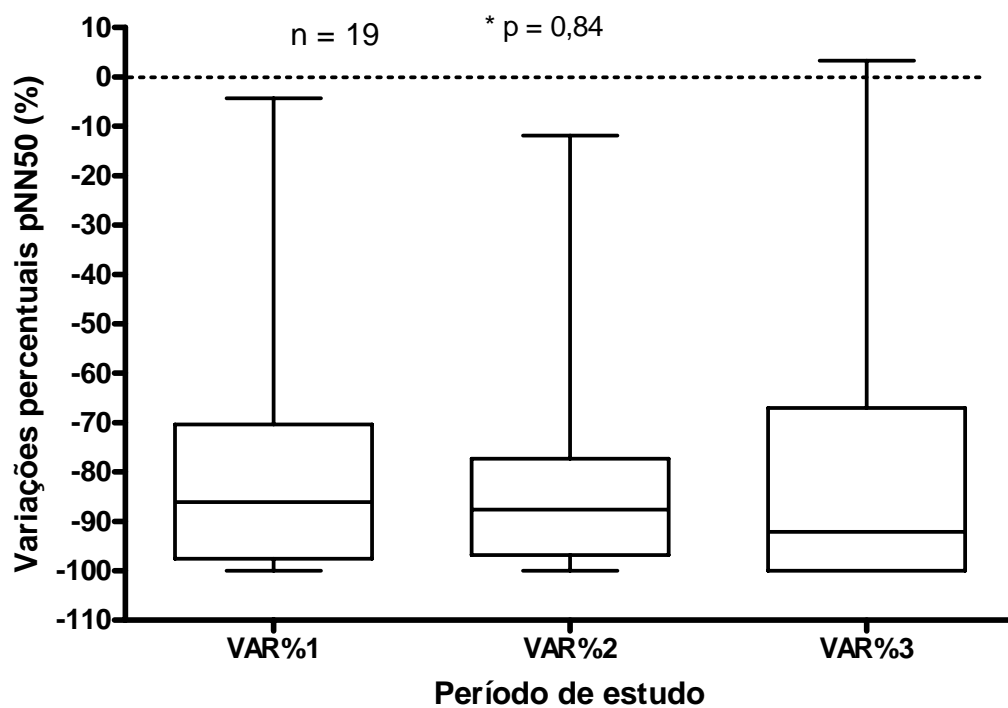


Figura 36: Comparação da magnitude do efeito do ortostatismo no pNN50, nas três avaliações seriadas instituídas  
\* teste de Friedman; Var%: variação percentual

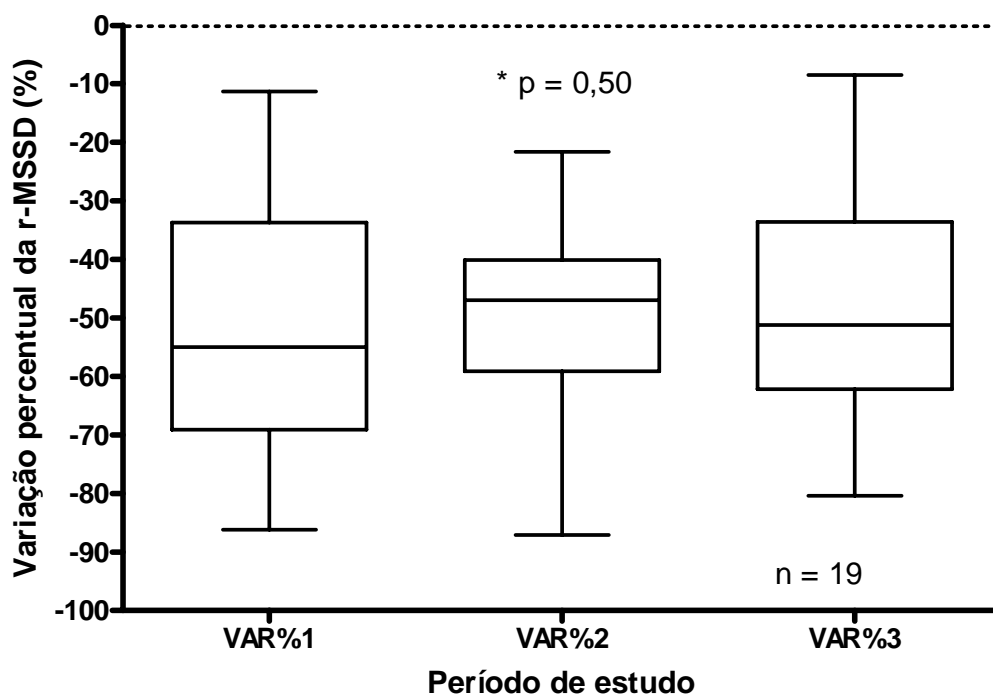


Figura 37: Comparação da magnitude do efeito do ortostatismo na r-MSSD, nas três avaliações seriadas instituídas

\* teste de Friedman; Var%: variação percentual

### III.III.II – Efeitos da mudança postural ativa, em cada avaliação, e a comparação da magnitude da resposta ao ortostatismo nos índices espectrais da variabilidade da frequência cardíaca.

As **Tabelas 29 a 32** indicam os efeitos do ortostatismo ativo nas três avaliações instituídas, comparadas uma-a-uma, no intuito de verificar se as modificações na FAC, decorrentes da mudança postural, foram significativas ou não nos índices espectrais da VFC. Observou-se que as alterações são marcantes, nas três avaliações instituídas e em todos os índices espectrais ( $0,04 > p > 0,0001$ ). Observou-se ainda absoluta estabilidade estatística das variações relativas ( $0,24 < p < 0,69$ ). Além disso, o percentual de indivíduos que variaram em uma direção ou na outra foi muito equilibrado ( $\cong 50\%$ ), motivo pelo qual a representação gráfica dessas variáveis será restrita às **Figuras 38 e 39**, apenas como exemplos dos efeitos que o ortostatismo ativo produziu no grupo em estudo. Na **Figura 38** observa-se uma tendência à redução da

área total e na **Figura 39** o marcante efeito, já comentado anteriormente, de predomínio simpático, com valores de variação percentual da razão BF/AF quase sempre positivos.

Ao final da apresentação dos dados deste subitem, incluíram-se as **Figuras 40 a 47** como ilustrações das séries temporais e dos espectros de frequências obtidos por meio do aplicativo ECGLAB. São demonstrados os comportamentos de dois voluntários nas duas posturas estudadas. As **Figuras 40 a 43** dizem respeito a um voluntário que apresentou predomínio vagal no repouso supino e as **Figuras 44 a 47** referem-se a outro voluntário, que teve prevalência simpática nesta posição. Apresenta-se a ilustração na seguinte ordem: periodograma e espectrograma na postura supina, seguidos das mesmas imagens na postura ortostática, para cada um dos voluntários.

**Tabela 29:** Variações absolutas e relativas das áreas espectrais totais das séries de intervalos R-R do ECG, na postura ortostática relativamente ao repouso supino, nas três avaliações seriadas instituídas (n = 19)

	Variações absolutas (abs) e relativas (%) das Áreas Totais					
	Avaliação 1		Avaliação 2		Avaliação 3	
	$\Delta$ Abs. (ms)	$\Delta$ %	$\Delta$ Abs. (ms)	$\Delta$ %	$\Delta$ Abs. (ms)	$\Delta$ %
Ext Sup	222,2	85,60	153,8	58,00	357,5	143,7
Qtl Sup	-28,50	-7,500	-8,300	-5,600	54,30	14,10
Mediana	-220,2	-51,60	-205,6	-38,60	-93,40	-35,30
Qtl Inf	-531,3	-65,70	-738,1	-69,40	-574,8	-70,50
Ext Inf	-2652	-89,00	-1993	-90,80	-1127	-82,80
Média	-495,6	-28,04	-398,4	-29,03	-225,8	-20,98
DP	757,3	55,88	600,9	44,19	424,7	58,17
*p	0,003		0,004		0,046	
**	0,43					

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Wilcoxon, para avaliar o efeito do ortostatismo em cada avaliação; \*\* teste de Friedman para comparar a magnitude da resposta nas 3 avaliações;  $\Delta$  Abs: variação absoluta;  $\Delta$  %: variação relativa

**Tabela 30:** Variações absolutas e relativas das áreas espectrais relativas normalizadas de baixa frequência, das séries de intervalos R-R do ECG, na postura ortostática relativamente ao repouso supino, nas três avaliações seriadas instituídas (n = 19)

	Variações absolutas (abs) e relativas (%) das Área Relativas Normalizadas de Baixa Frequência					
	Avaliação 1		Avaliação 2		Avaliação 3	
	$\Delta$ Abs. (ms)	$\Delta$ %	$\Delta$ Abs. (ms)	$\Delta$ %	$\Delta$ Abs. (ms)	$\Delta$ %
Ext Sup	0,530	265	0,630	450	0,550	183
Qtl Sup	0,340	105	0,390	97,5	0,380	80,9
Mediana	0,280	47,8	0,300	51,7	0,270	43,5
Qtl Inf	0,170	24,4	0,150	18,5	0,170	27,3
Ext Inf	-0,250	-48,1	0,030	7,90	0,010	1,40
Média	0,252	68,5	0,287	82,5	0,265	64,7
DP	0,173	71,2	0,165	105	0,138	50,4
*p	0,0006		0,0001		0,0001	
**p	0,69					

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Wilcoxon, para avaliar o efeito do ortostatismo em cada avaliação; \*\* teste de Friedman para comparar a magnitude da resposta nas 3 avaliações;  $\Delta$  Abs: variação absoluta;  $\Delta$  %: variação relativa

**Tabela 31:** Variações absolutas e relativas das áreas espectrais relativas normalizadas de alta frequência, das séries de intervalos R-R do ECG, na postura ortostática relativamente ao repouso supino, nas três avaliações seriadas instituídas (n = 19)

	Variações absolutas (abs) e relativas (%) das Área Relativas Normalizadas de Alta Frequência					
	Avaliação 1		Avaliação 2		Avaliação 3	
	$\Delta$ Abs. (ms)	$\Delta$ %	$\Delta$ Abs. (ms)	$\Delta$ %	$\Delta$ Abs. (ms)	$\Delta$ %
Ext Sup	0,250	52,1	-0,030	-3,80	-0,010	-3,8
Qtl Sup	-0,170	-46,2	-0,150	-53,2	-0,170	-48,3
Mediana	-0,280	-62,5	-0,300	-63,6	-0,270	-69,2
Qtl Inf	-0,340	-75,7	-0,390	-77,5	-0,380	-78,0
Ext Inf	-0,530	-97,0	-0,630	-92,7	-0,550	-91,3
Média	-0,252	-55,6	-0,287	-62,0	-0,265	-61,3
DP	0,173	32,2	0,165	21,2	0,138	23,3
*p	0,0006		0,0001		0,0001	
**	0,24					

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Wilcoxon, para avaliar o efeito do ortostatismo em cada avaliação; \*\* teste de Friedman para comparar a magnitude da resposta nas 3 avaliações;  $\Delta$  Abs: variação absoluta;  $\Delta$  %: variação relativa

**Tabela 32:** Variações absolutas e relativas das razões BF/AF das séries de intervalos R-R do ECG, na postura ortostática relativamente ao repouso supino, nas três avaliações seriadas instituídas (n = 19)

	Variações absolutas (abs) e relativas (%) das Razões (ABF/AAF)					
	Avaliação 1		Avaliação 2		Avaliação 3	
	$\Delta$ Abs. (ms)	$\Delta$ %	$\Delta$ Abs. (ms)	$\Delta$ %	$\Delta$ Abs. (ms)	$\Delta$ %
Ext Sup	66,5	3259	32,3	2260	38,0	1188
Qtl Sup	7,71	761	8,80	928	12,9	667
Mediana	2,93	363	4,34	313	4,88	380
Qtl Inf	1,49	184	2,69	187	1,82	206
Ext Inf	-0,730	-67,0	0,060	25,0	0,110	4,90
Média	8,76	547	7,51	628	7,79	466
DP	15,5	717	8,50	684	9,35	340
*p	0,0001		0,0001		0,0001	
**p	0,62					

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Wilcoxon, para avaliar o efeito do ortostatismo em cada avaliação; \*\* teste de Friedman para comparar a magnitude da resposta nas 3 avaliações;  $\Delta$  Abs: variação absoluta;  $\Delta$  %: variação relativa

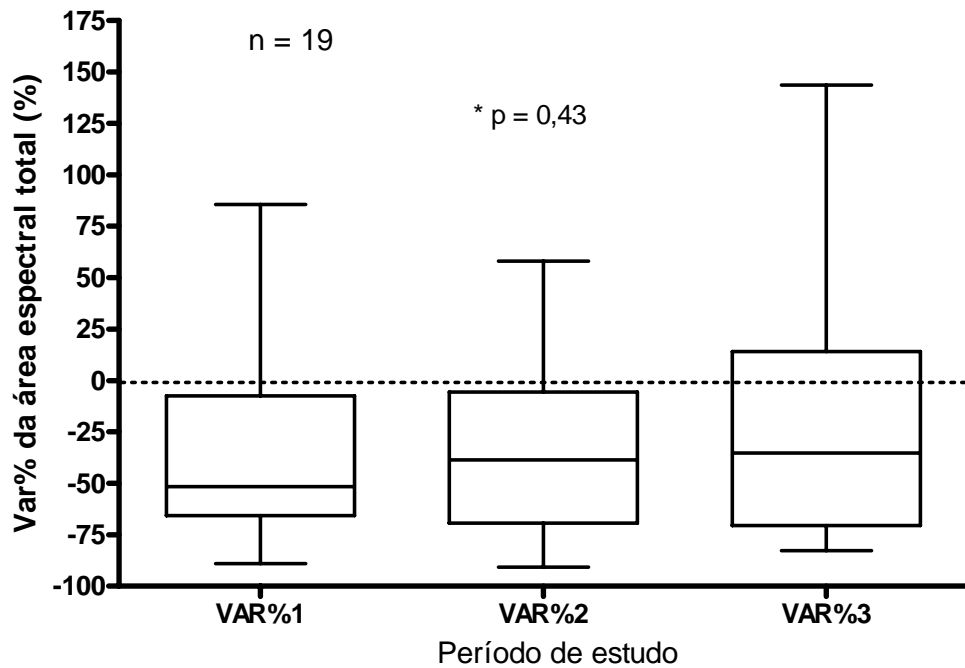


Figura 38: Comparação da magnitude do efeito do ortostatismo na área espectral total, nas três avaliações seriadas instituídas

\* teste de Friedman; Var%: variação percentual

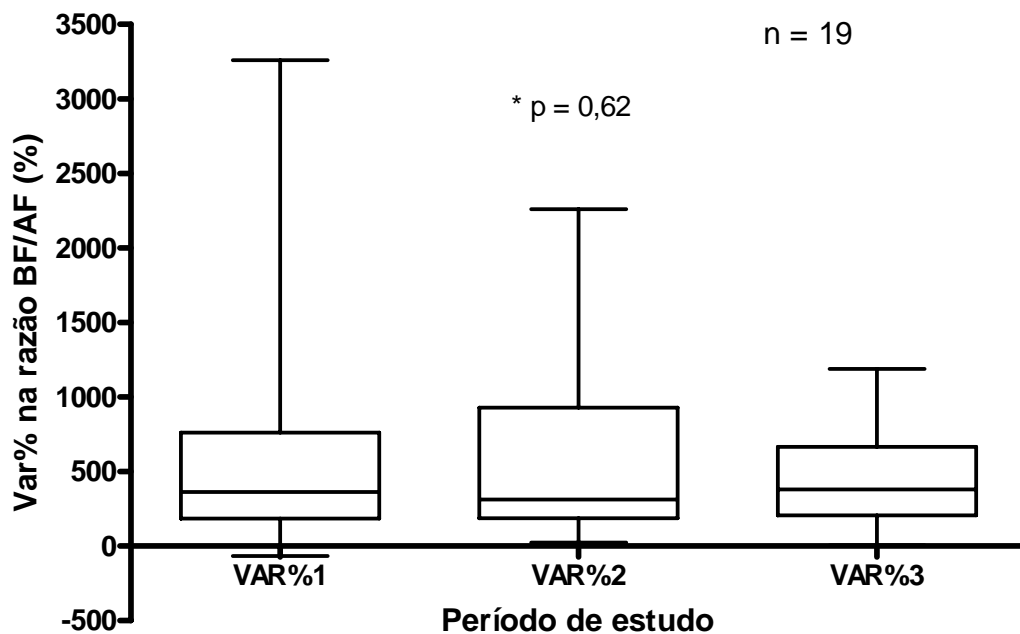
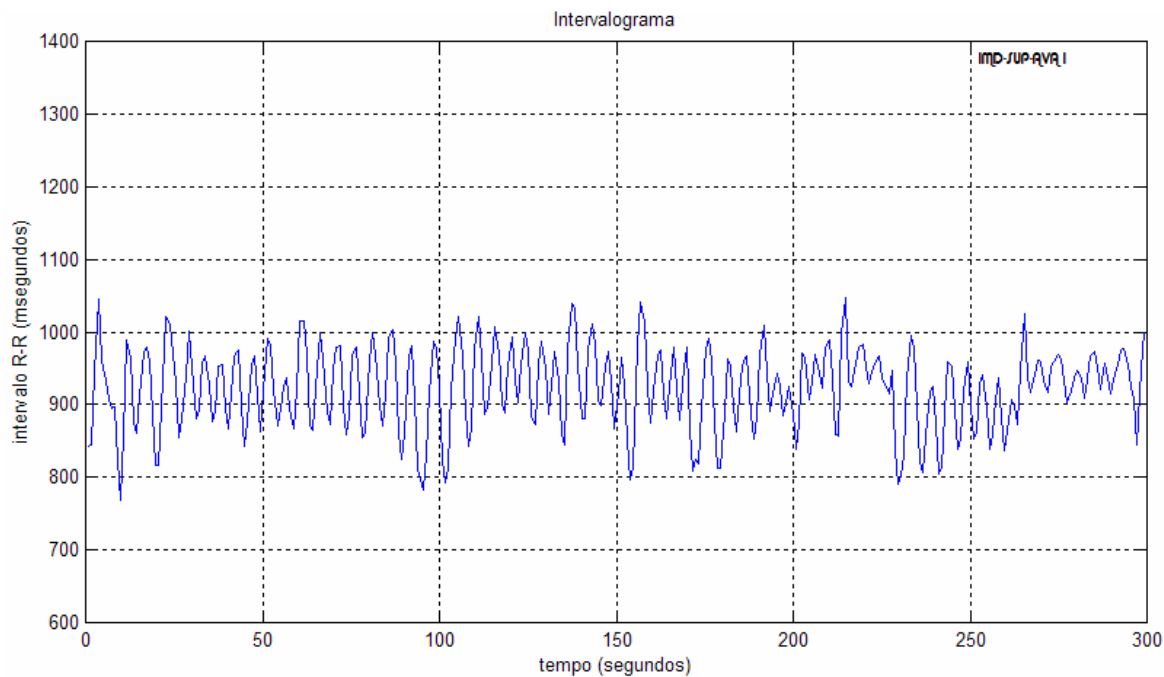


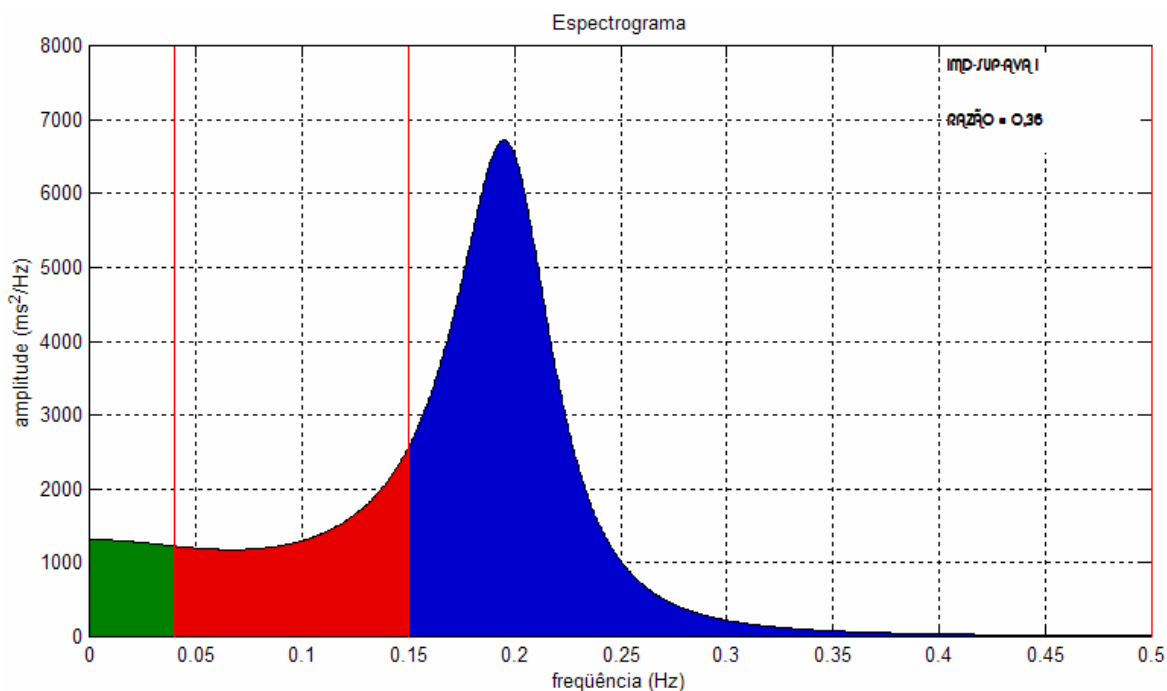
Figura 39: Comparação da magnitude do efeito do ortostatismo na razão BF/AF, nas três avaliações seriadas instituídas

\* teste de Friedman; Var%: variação percentual

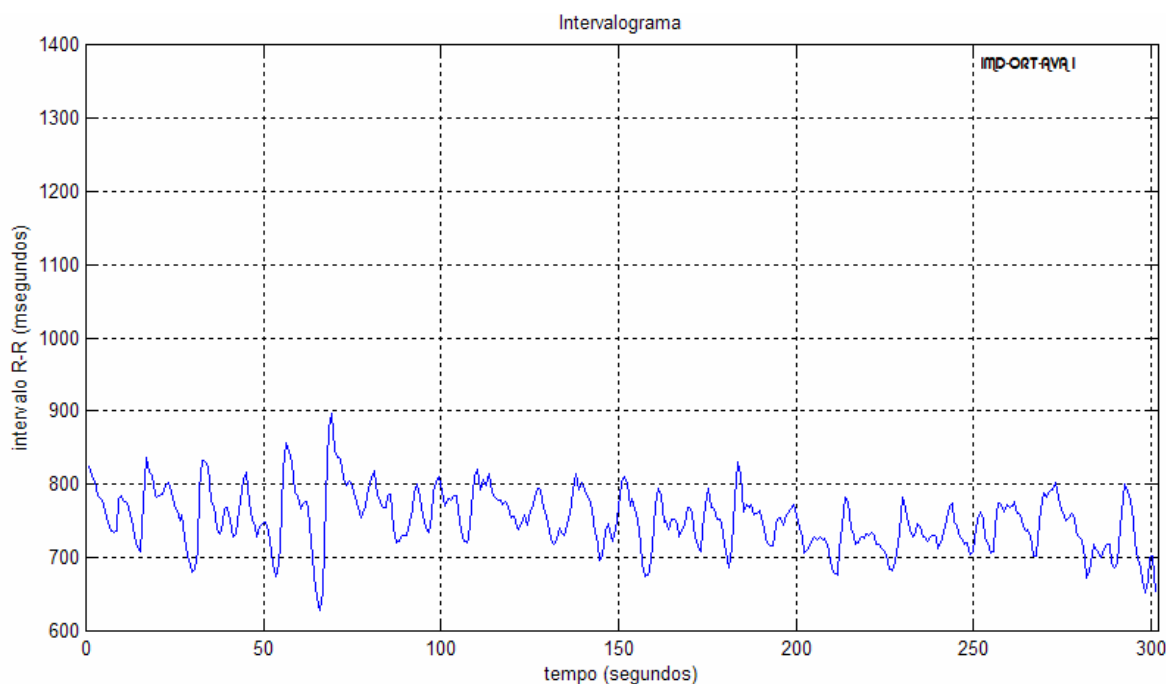




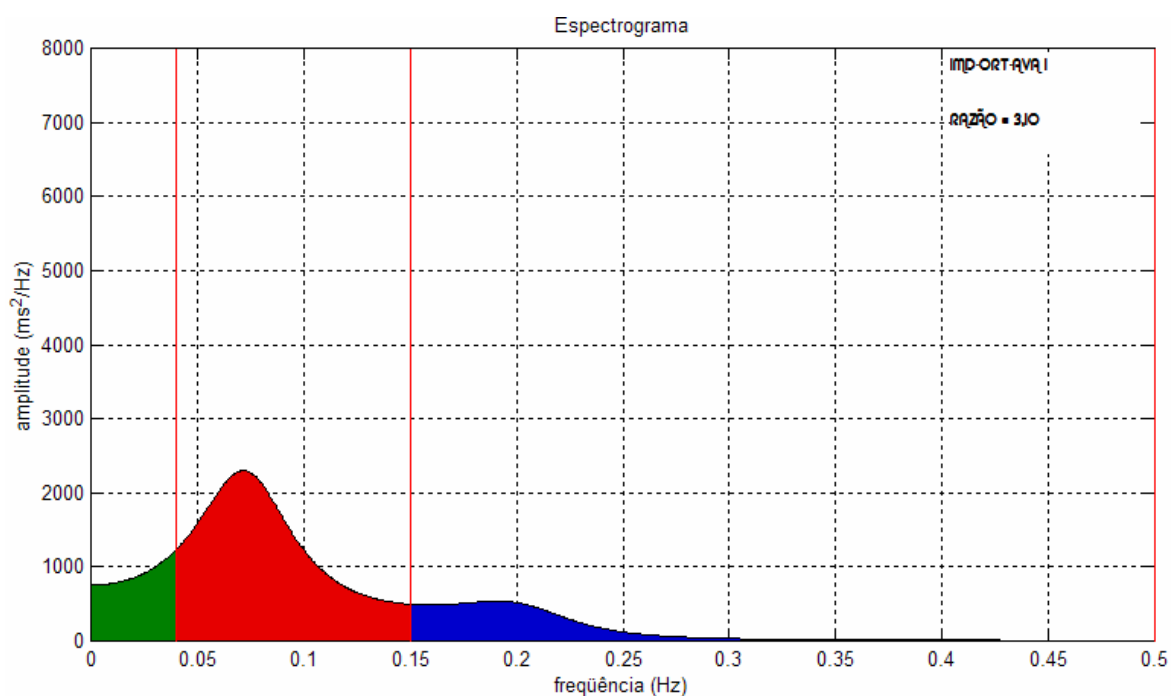
**Figura 40:** Exemplo representativo de periodograma da série de 5 min de intervalos R-R obtida pelo freqüencímetro Polar<sup>®</sup>, no repouso supino, e processada pelo aplicativo ECGLAB, de indivíduo com predomínio vagal no repouso supino.



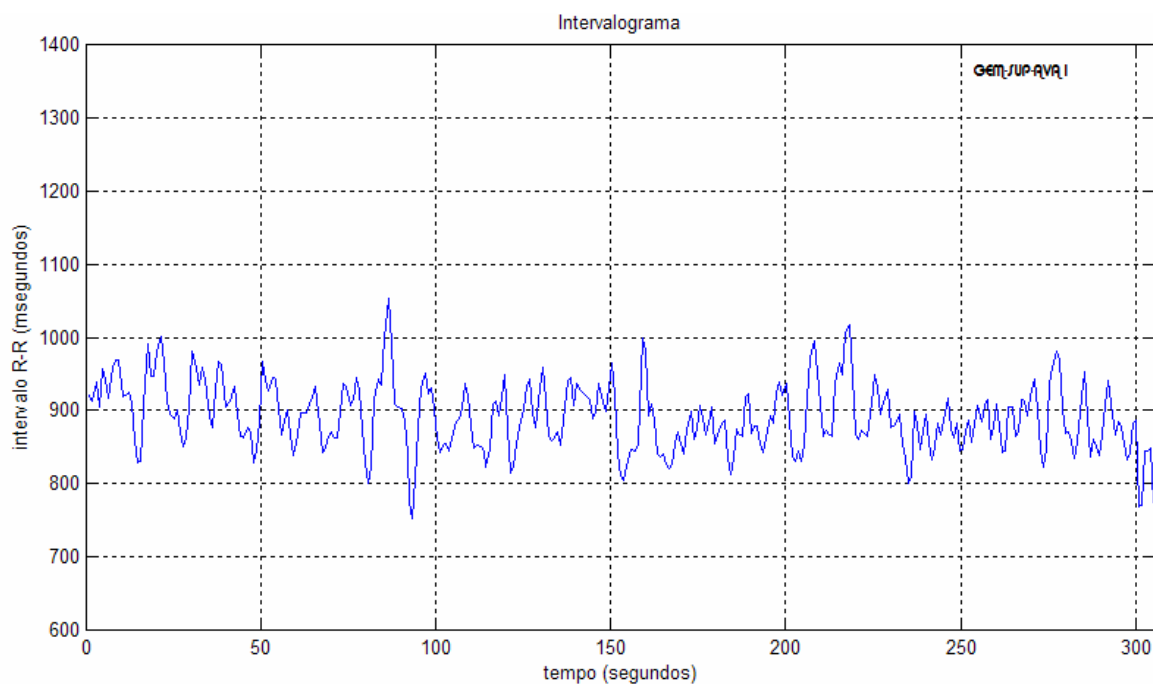
**Figura 41:** Exemplo representativo de espectrograma da série de 5 min de intervalos R-R obtida pelo freqüencímetro Polar<sup>®</sup>, no repouso supino, e processada pelo aplicativo ECGLAB, de indivíduo com predomínio vagal no repouso supino.



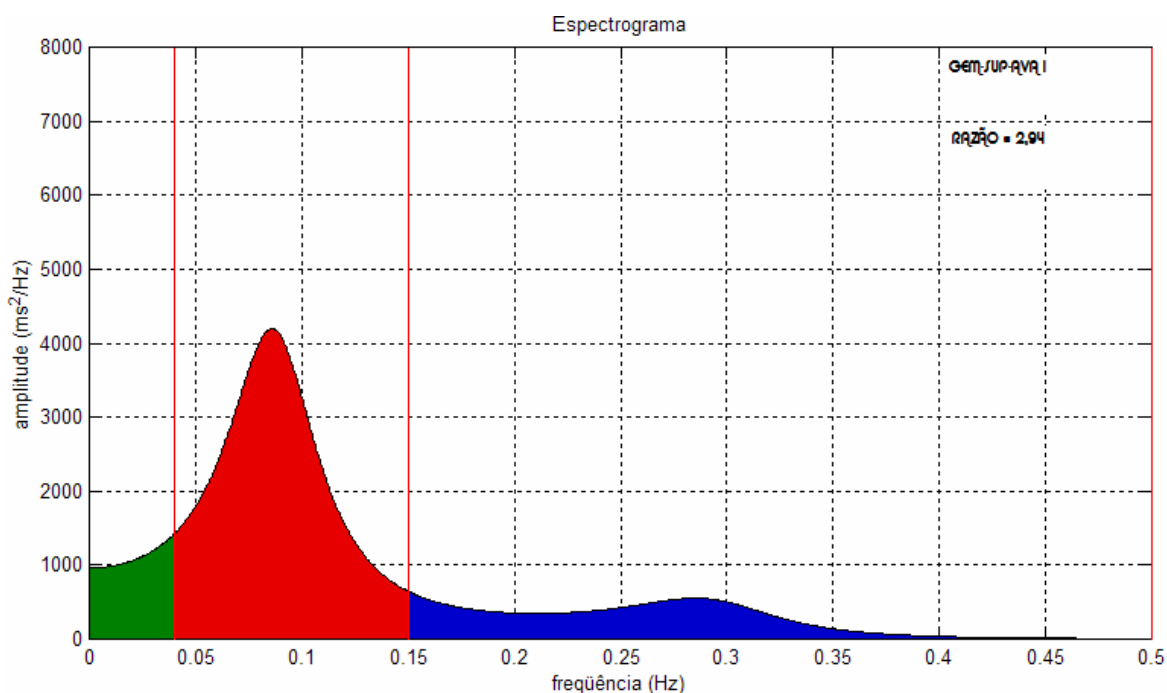
**Figura 42:** Exemplo representativo de periodograma da série de 5 min de intervalos R-R obtida pelo freqüencímetro Polar<sup>®</sup>, na postura ortostática, e processada pelo aplicativo ECGLAB, de indivíduo com predomínio vagal no repouso supino.



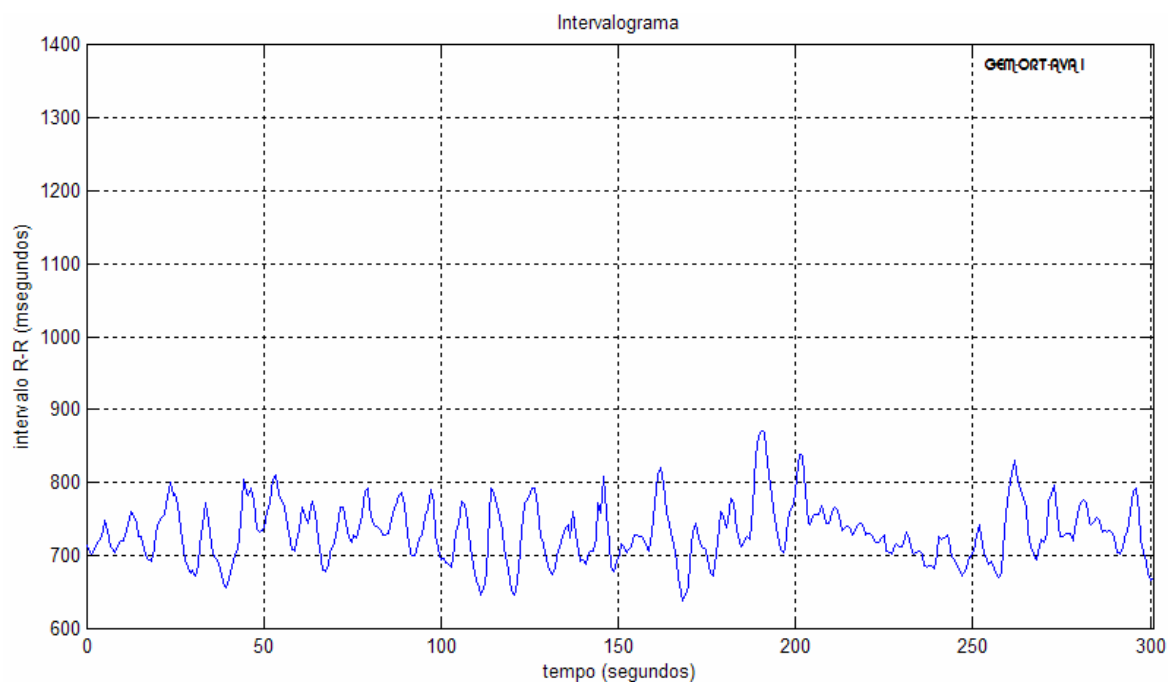
**Figura 43:** Exemplo representativo de espectrograma da série de 5 min de intervalos R-R obtida pelo freqüencímetro Polar<sup>®</sup>, na postura ortostática, e processada pelo aplicativo ECGLAB, de indivíduo com predomínio vagal no repouso supino.



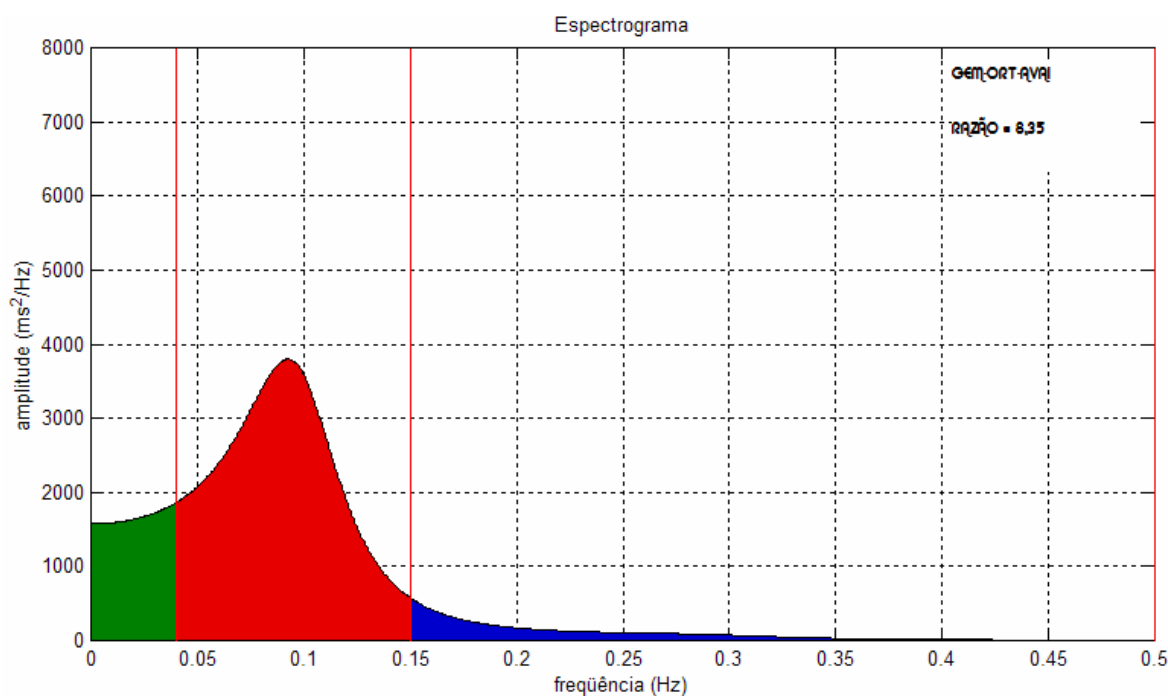
**Figura 44:** Exemplo representativo de periodograma da série de 5 min de intervalos R-R obtida pelo freqüencímetro Polar®, no repouso supino, e processada pelo aplicativo ECGLAB, de indivíduo com predomínio simpático no repouso supino.



**Figura 45:** Exemplo representativo de espectrograma da série de 5 min de intervalos R-R obtida pelo freqüencímetro Polar®, no repouso supino, e processada pelo aplicativo ECGLAB, de indivíduo com predomínio simpático no repouso supino.



**Figura 46:** Exemplo representativo de periodograma da série de 5 min de intervalos R-R obtida pelo freqüencímetro Polar<sup>®</sup>, na postura ortostática, e processada pelo aplicativo ECGLAB, de indivíduo com predomínio simpático no repouso supino.



**Figura 47:** Exemplo representativo de espectrograma da série de 5 min de intervalos R-R obtida pelo freqüencímetro Polar<sup>®</sup>, na postura ortostática, e processada pelo aplicativo ECGLAB, de indivíduo com predomínio simpático no repouso supino.

## **IV – COMPARAÇÕES DAS VARIÁVEIS FUNCIONAIS AVALIADAS NOS DOIS TESTES ERGOESPIROMÉTRICOS E DO *POLAR FITNESS TEST* MEDIDO NAS TRÊS AVALIAÇÕES SERIADAS INSTITUÍDAS.**

A **Tabela 33** e as **Figuras 48, 49, 49A, 50 e 50A** indicam os valores amostrais das variáveis ergoespirométricas avaliadas (FC,  $VO_2$ , tempo e desempenho físico expresso pela distância percorrida) nos testes de esforço submáximos instituídos ao final da fase 1 (controle) e ao final da fase 2 (intervenção). Todos os dados aqui apresentados referem-se aos valores medidos no momento do limiar anaeróbico (LA) ou limiar ventilatório um, conforme descrito anteriormente no capítulo de materiais e métodos.

### **1) Frequência Cardíaca**

A comparação dos valores de frequência cardíaca (FC) medidos no ponto do limiar anaeróbico não apresentou diferença significativa entre os dois testes ergoespirométricos instituídos ( $p = 0,12$ ) (**Tabela 33**).

### **2) Consumo de oxigênio no LA ( $VO_2$ -LA)**

A **Tabela 33** indica ainda que a comparação entre os valores do consumo de oxigênio medido no momento do LA não apresentou diferença significativa entre os dois testes ergoespirométricos instituídos ( $p = 0,15$ ) (**Figura 48**).

### **3) Tempo no teste ergoespirométrico necessário para se atingir o LA**

O tempo de teste necessário para se alcançar o limiar anaeróbico no teste ergoespirométrico 2 (TE 2) foi estatisticamente superior: 359 (179 - 521 segundos), comparativamente aos valores alcançados no primeiro TE: 340 (208 - 436 segundos) ( $p = 0,027$ ) (**Tabela 33 e Figura 49 e 49A**).

### **4) Desempenho físico até se atingir o LA, expresso pela distância percorrida**

A **Tabela 33** também mostra a comparação entre o desempenho físico no momento do LA no TE 2 comparativamente ao TE 1. Houve incremento significativo no TE 2: 398,6 m (165,6 – 637,5 m), relativamente ao teste de controle – TE 1: 372,2 m (197,8 – 528,8 m) ( $p = 0,02$ ) (**Figura 50 e 50A**).

A **Tabela 34 e as Figuras 51 e 51A** indicam os valores amostrais do *Polar Fitness Test* medidos nas três avaliações seriadas instituídas ao longo do protocolo experimental. Apesar do consumo de oxigênio ao nível do limiar anaeróbico não ter se alterado no teste ergoespirométrico realizado após a intervenção do aumento no número de passos/dia, o consumo máximo de oxigênio, estimado pelo *Polar Fitness Test*, mostrou-se significativamente superior na avaliação 3 comparativamente às avaliações 1 e 2 ( $p < 0,001$ ).

A **Tabela 35** indica os valores amostrais de variáveis de desempenho relacionadas a diferentes momentos envolvendo a FC. A primeira condição de análise refere-se ao padrão de recuperação da FC no primeiro minuto após o término do teste, comparativamente ao pico do esforço. Esta análise foi feita nos dois testes ergoespirométricos (TE), onde se observou que todos voluntários reduziram no mínimo 13 batimentos no primeiro minuto. O comportamento da recuperação foi igual nos dois TEs ( $p = 0,49$ ). Observou-se ainda que o limiar anaeróbico (LA) ocorreu em aproximadamente 60%, em valores medianos, da FC máxima prevista para a idade. Esse comportamento foi semelhante nos dois testes ( $p = 0,14$ ). Finalmente, observou-se também que o grau de incremento da FC no LA, comparativamente à FC de repouso, medida na mesma postura e no mesmo dia, foi semelhante nos dois testes ( $p = 0,36$ ), com valores medianos de aproximadamente 43%.

**Tabela 33:** Comparação das variáveis funcionais e de desempenho físico, avaliadas ao nível do limiar anaeróbico (LA), nos dois testes ergoespirométricos (TE) instituídos (n = 19)

	<b>Variáveis funcionais e de desempenho no LA</b>							
	<b>FC (bpm)</b>		<b>VO<sub>2</sub> (ml/Kg/min)</b>		<b>tempo (s)</b>		<b>desem. físico (m)</b>	
	<b>TE 1</b>	<b>TE 2</b>	<b>TE 1</b>	<b>TE 2</b>	<b>TE 1</b>	<b>TE 2</b>	<b>TE1</b>	<b>TE 2</b>
Ext Sup	143	145	22,9	26,0	436	521	528,8	637,5
Qtl Sup	123	125	17,8	19,4	362	433	403,4	523,7
Mediana	112	120	16,2	17,6	340	359	372,2	398,6
Qtl Inf	101	108	15,2	15,2	320	334	344,4	363,9
Ext Inf	94,0	95,0	14,2	13,4	208	179	197,8	165,6
Média	113	118	16,9	18,0	333	369	366,0	422,5
DP	12,7	14,6	2,29	3,40	62,9	90,6	89,43	132,5
p*	0,12		0,15		0,027		0,02	

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Wilcoxon; desem. físico: desempenho físico

**Tabela 34:** Comparação dos valores do *Polar Fitness Test* para estimativa do consumo máximo de oxigênio em repouso (*Polar OwnIndex*), nas três avaliações seriadas instituídas (n = 19)

	<b>Polar Fitness Test (OwnIndex)</b>		
	<b>Avaliação 1</b>	<b>Avaliação 2</b>	<b>Avaliação 3</b>
Ext Sup	39	39	46
Qtl Sup	34	36	42
Mediana	32	32	41
Qtl Inf	31	30	39
Ext Inf	25	28	34
Média	32	33	40
DP	3,5	3,1	2,9
p*	<b>0,0001</b> <b>avaliação 1 vs 2: p &gt; 0,05</b> <b>avaliação 1 vs 3: p &lt; 0,001</b> <b>avaliação 2 vs 3: p &lt; 0,001</b>		

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Friedman com teste post hoc de Dunn

**Tabela 35:** Variações absolutas e/ou relativas de condições de desempenho físico relacionadas à frequência cardíaca em diferentes momentos dos testes ergoespirométricos (TE) instituídos (n = 19)

	$\Delta$ Abs FC1min – Fcpico (bpm)		% FCmáxPrev no LA		$\Delta$ Relativa FCrep / FCLA (%)	
	TE 1	TE 2	TE 1	TE 2	TE 1	TE 2
Ext Sup	- 45	- 46	72,6	81,9	96,40	120,7
Qtl Sup	- 29	- 32	63,3	69,0	69,30	67,60
Mediana	- 25	- 28	59,4	61,7	42,90	44,00
Qtl Inf	- 20	- 23	54,3	56,8	26,50	31,80
Ext Inf	- 18	- 13	47,2	47,7	22,20	10,30
Média	- 26	- 28	59,8	62,4	47,04	51,64
Ext Inf	6,9	8,9	6,69	8,29	21,52	27,83
*p	0,49		0,14		0,36	

Ext: extremo; Sup: superior; Qtl: quartil; Inf: inferior; DP: desvio padrão; \* teste de Wilcoxon;  $\Delta$ : variação; Abs: absoluta; FC1min: FC após 1 min recuperação no TE; Fcpico: FC no pico de esforço no TE; FCmáxPrev: FC máxima prevista pela idade; LA: limiar anaeróbico; FCrep: FC repouso na postura ortostática

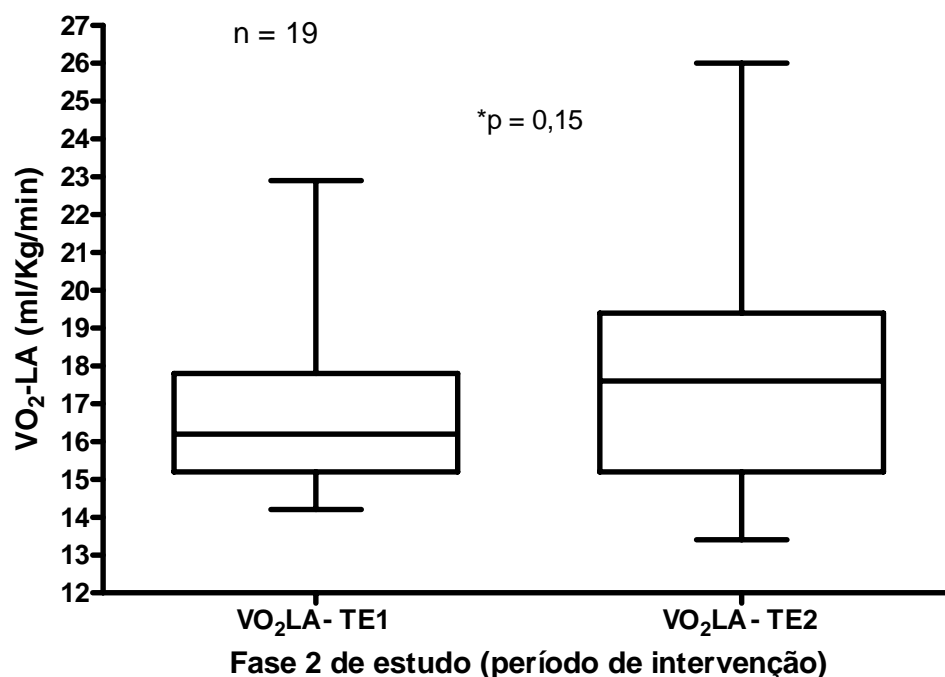


Figura 48: Comparação do consumo de oxigênio no limiar anaeróbico ( $VO_2$ -LA), nos 2 testes ergoespirométricos (TE) instituídos, antes (1) e após (2) a intervenção.

\* teste de Wilcoxon



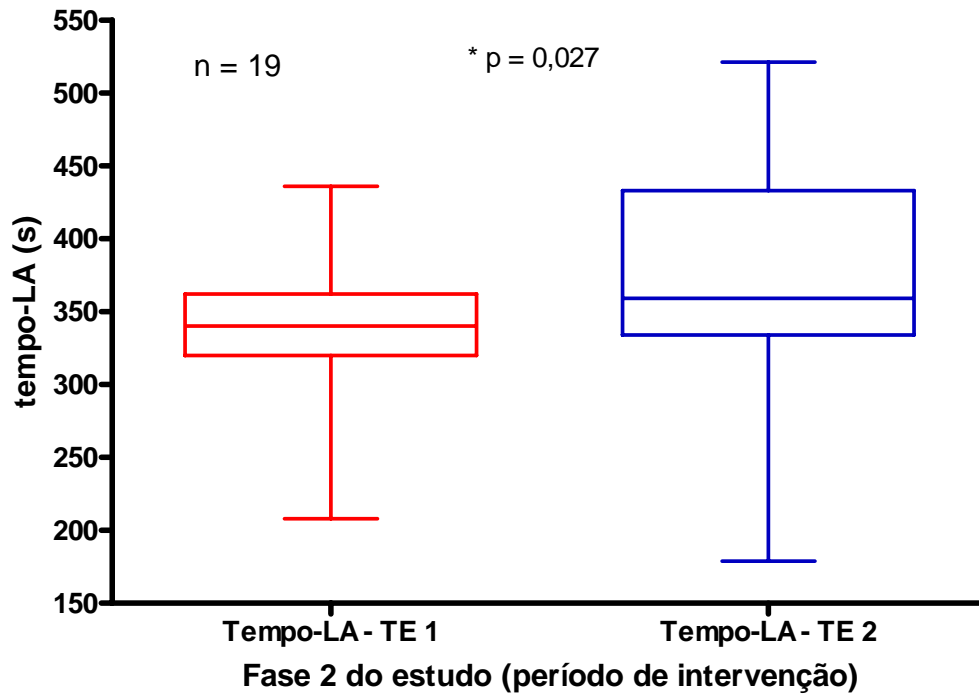


Figura 49: Comparação do tempo de teste para atingir o limiar anaeróbico (tempo-LA), nos 2 testes ergoespirométricos (TE) instituídos, antes (1) e após (2) a intervenção.

\* teste de Wilcoxon

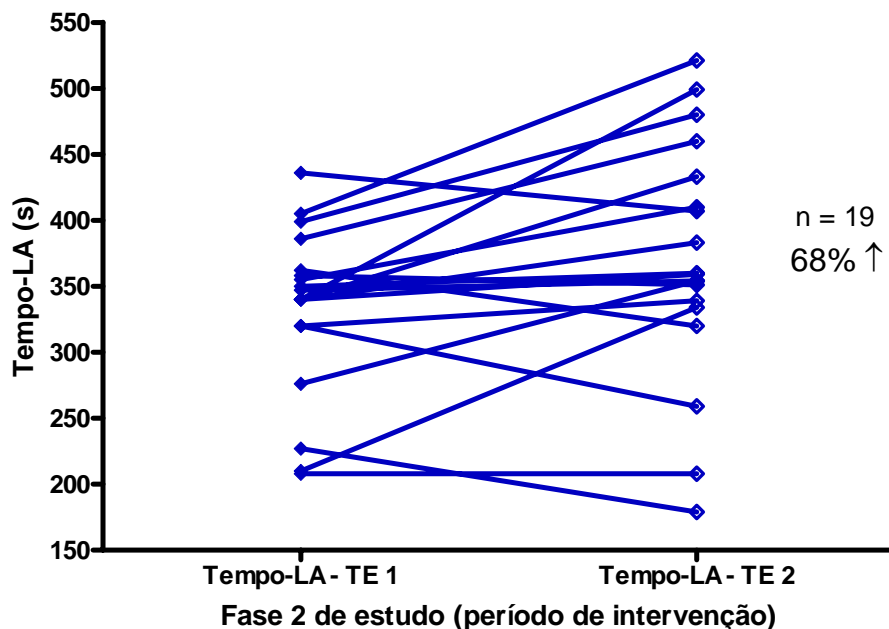


Figura 49A: Comportamento individual do tempo de teste para atingir o limiar anaeróbico (tempo-LA), nos 2 testes ergoespirométricos (TE) instituídos, antes (1) e após (2) a intervenção.

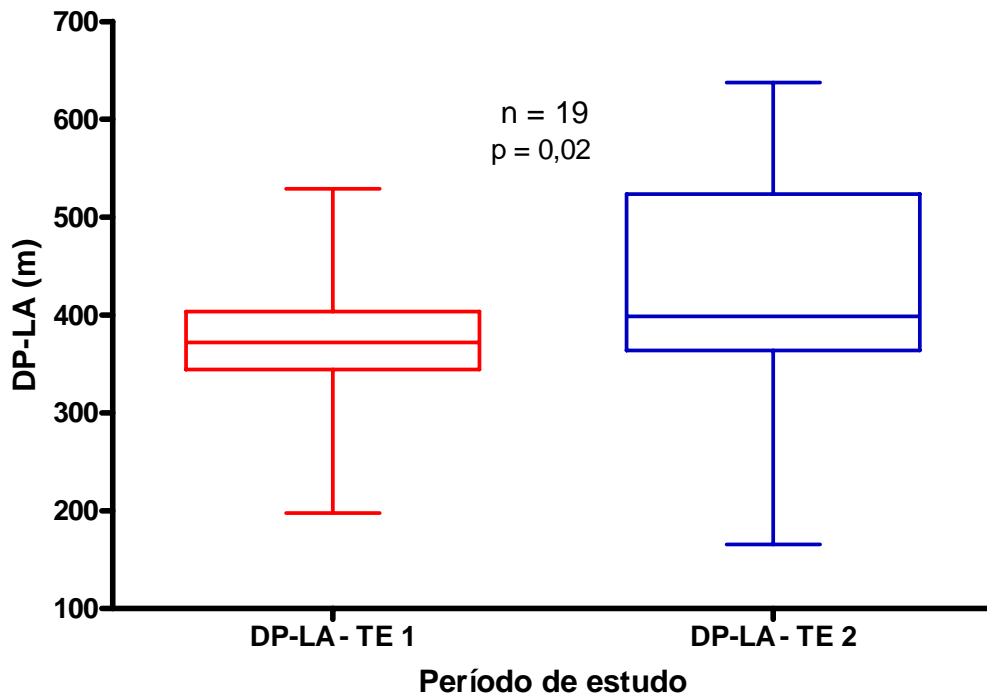


Figura 50: Comparação do desempenho físico expresso pela distância percorrida até o ponto do limiar anaeróbico (DP-LA), nos 2 testes ergoespirométricos (TE) instituídos, antes (1) e após (2) a intervenção.

\* teste de Wilcoxon

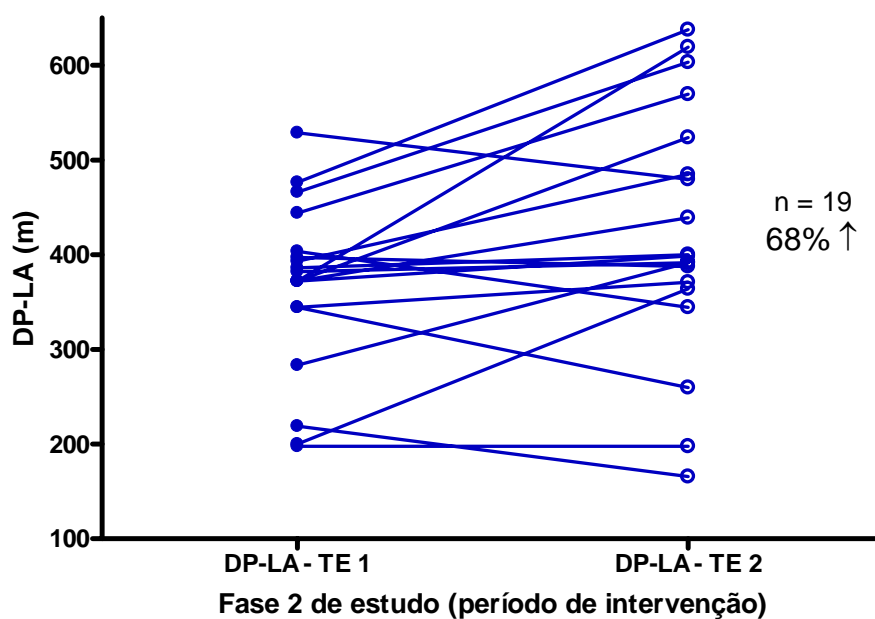


Figura 50A: Comportamento individual do desempenho físico expresso pela distância percorrida até o limiar anaeróbico (DP-LA), nos 2 testes ergoespirométricos (TE) instituídos, antes (1) e após (2) a intervenção.

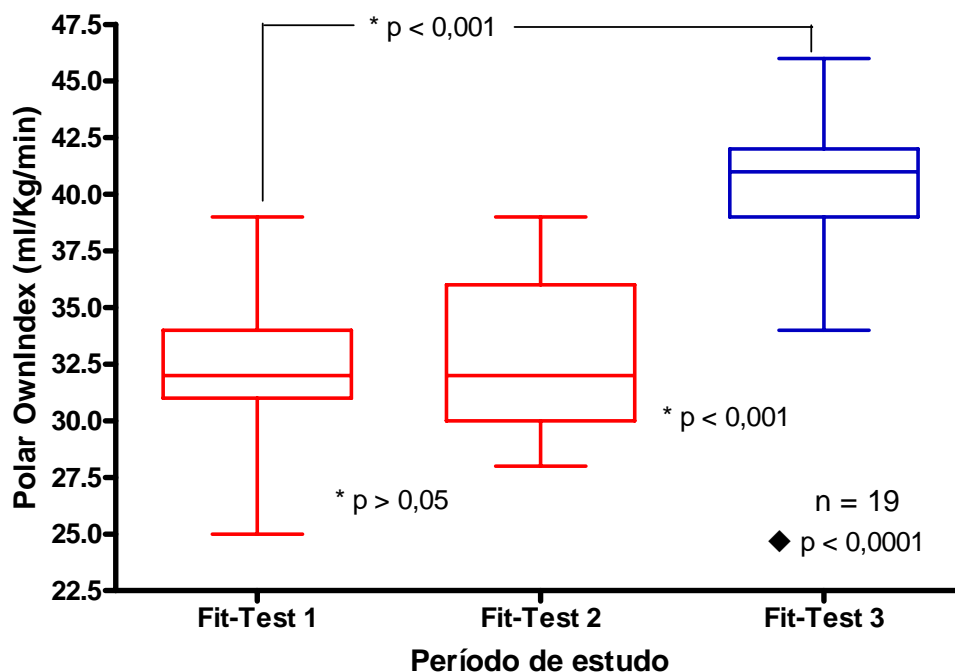


Figura 51: Comparação do *Polar Fitness Test* medido nas 3 avaliações instituídas no protocolo experimental ( $\cong$  40 dias).

◆: teste de Friedman; \*: teste post hoc de Dunn; Polar OwnIndex: índice resultante do Polar Fitness Test, que estima  $VO_2\max$  no repouso

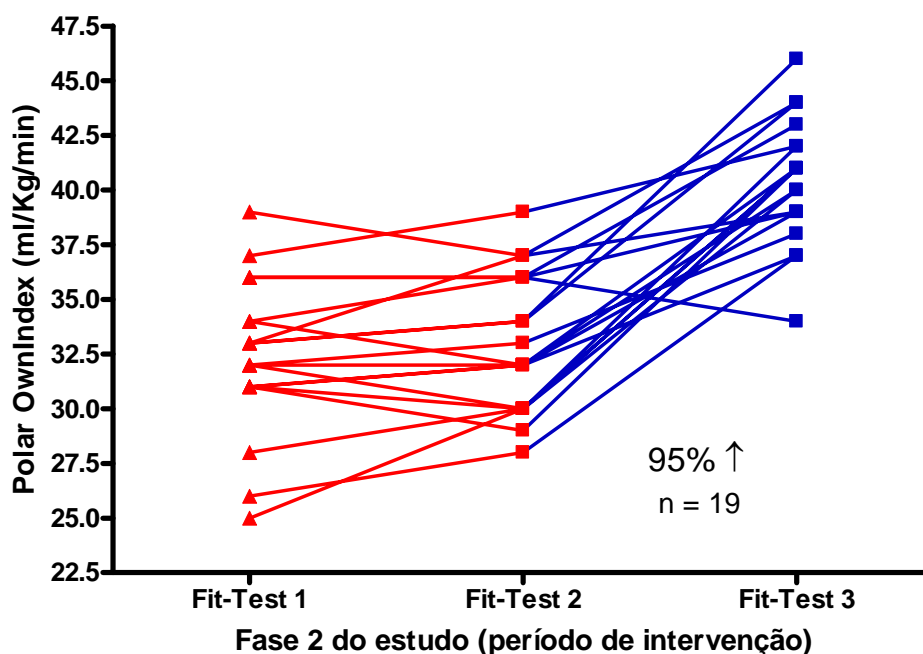


Figura 51A: Comportamento individual do *Polar Fitness Test* medido nas 3 avaliações instituídas no protocolo experimental ( $\cong$  21 dias).

Polar OwnIndex: índice resultante do Polar Fitness Test, que estima  $VO_2\max$  no repouso

## **V – CORRELAÇÕES ENTRE ÍNDICES TEMPORAIS E ESPECTRAIS DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA COM A QUANTIDADE DE PASSOS/DIA E COM VARIÁVEIS ERGOESPIROMÉTRICAS.**

A despeito das variáveis indicadoras da função autonômica cardíaca não terem se modificado de maneira estatisticamente significativa, buscou-se estabelecer algumas correlações em função de prováveis alterações sutis que poderiam manifestar associação com o padrão de passos/dia nas fases de controle e de intervenção, o mesmo valendo para os dois testes de desempenho submáximo.

### **V.I – CORRELAÇÕES ENTRE ÍNDICES DA FUNÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA E OS INCREMENTOS ABSOLUTO E RELATIVO DO NÚMERO DE PASSOS DIÁRIOS.**

Para esta análise empregaram-se a média de intervalos R-R do ECG, o pNN50, a rMSSD, a área espectral total, razão BF/AF e as áreas espectrais absolutas de baixa e alta frequências, correlacionados com os incrementos absoluto e relativo do número de passos diários associados à intervenção em ambas posturas corporais (repouso supino e postura ortostática), registrados na avaliação 3.

Nas correlações calculadas relativamente ao incremento absoluto do número de passos/dia, não se observou nenhuma correlação significativa entre as variáveis da FAC e o quantitativo de passos ( $-0,13 < r_s < 0,26 // p > 0,41$ ).

Em relação ao incremento percentual no número de passos diários, comportamento semelhante foi observado para a maioria dos índices da FAC ( $p > 0,11$ ), com exceção do pNN50 ( $r_s = 0,39 // p = 0,09$ ) e da área absoluta de baixa frequência ( $r_s = 0,42 // p = 0,07$ ) no repouso supino e do pNN50 e da rMMSD ( $r_s = 0,44 // p = 0,06$ ) na postura ortostática, onde houve tendência estatística para uma correlação moderada.

## V.II – CORRELAÇÕES ENTRE ÍNDICES DA FUNÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA - FAC E VARIÁVEIS ERGOESPIROMÉTRICAS.

Para esta análise, correlacionaram-se as mesmas variáveis da FAC descritas no item anterior, com o consumo de oxigênio no limiar anaeróbico ( $VO_2$ -LA) e com o desempenho físico expresso pela distância percorrida. As variáveis correlacionadas foram as da avaliação 2 da FAC em relação ao primeiro teste ergoespirométrico (TE) e os dados de FAC na avaliação 3 relativamente ao índices de consumo de oxigênio e de desempenho físico no segundo TE. Em nenhum dos casos, seja nas correlações entre avaliação 2 da FAC x TE1 e avaliação 3 da FAC x TE2, houve correlação significativa ( $p > 0,31$ ).

## V.III – CORRELAÇÕES ENTRE O NÚMERO DE PASSOS/DIA E VARIÁVEIS ERGOESPIROMÉTRICAS.

Neste conjunto de dados foram correlacionados os valores de  $VO_2$ -LA e o desempenho físico do primeiro teste de esforço com o número de passos/dia acumulados na primeira fase (controle). Posteriormente as mesmas correlações foram calculadas considerando-se os valores dos passos/dia acumulados na fase de intervenção (fase 2) e as variáveis ergoespirométricas do segundo teste físico. Novamente não se observou qualquer nível importante de correlação ( $0,02 < r_s < 0,08 // p > 0,05$ ).

## V.IV – CORRELAÇÕES ENTRE A FC DE REPOUSO E O PERCENTUAL DE INCREMENTO DA FC ATÉ ATINGIR O LIMIAR ANAERÓBICO (LA).

A **Tabela 35** mostra os valores de vários momentos de medida da FC em que se calculou correlações nas variáveis de desempenho. Considerou-se aqui a correlação entre a FC de repouso na postura ortostática ( $FC_{repOrt}$  – avaliada no repouso ortostático minutos antes do TE), relativamente ao grau de incremento (variação percentual) da FC no LA comparativamente ao valor prévio de repouso ( $\Delta\%FC$ -LA). Encontrou-se correlação negativa:  $r_s = -0,69$  ( $p = 0,001$ ) no TE 1 e  $r_s = -0,67$  ( $p = 0,002$ ) no TE 2. Observa-se na **Figura 52** a clara tendência de menores variações percentuais da FC-LA em associação com maiores valores de  $FC_{repOrt}$ . Exatamente o mesmo

comportamento pode ser visualizado na **Figura 53**, relativa à mesma correlação, calculada para no teste ergoespirométrico 2, onde  $r_s = -0,67$  ( $p = 0,001$ ).

Apresenta-se, na seqüência, a discussão do conjunto de dados aqui observados.

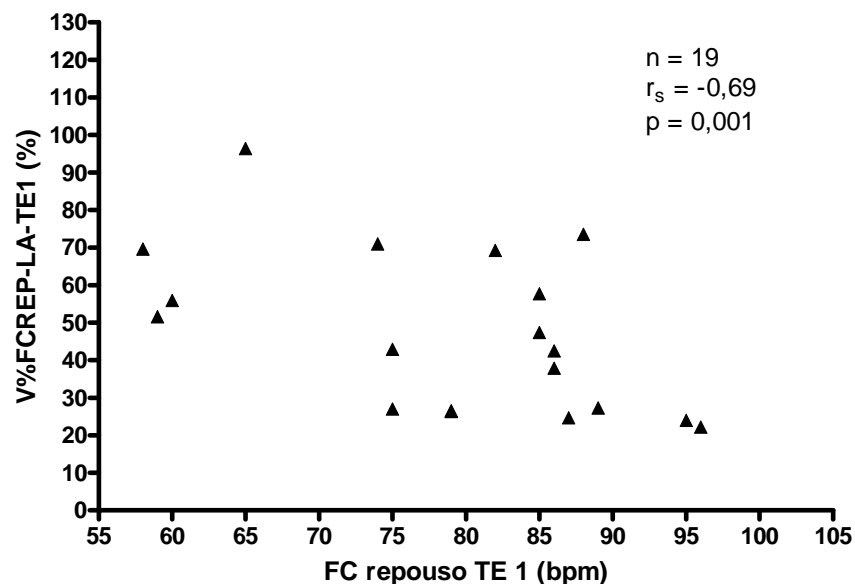


Figura 52: Correlação entre a FC repouso e a variação percentual do incremento de FC do repouso até o limiar anaeróbico (V%FCREP-LA) no primeiro teste ergoespirométrico instituído (TE1)  
FC: frequência cardíaca

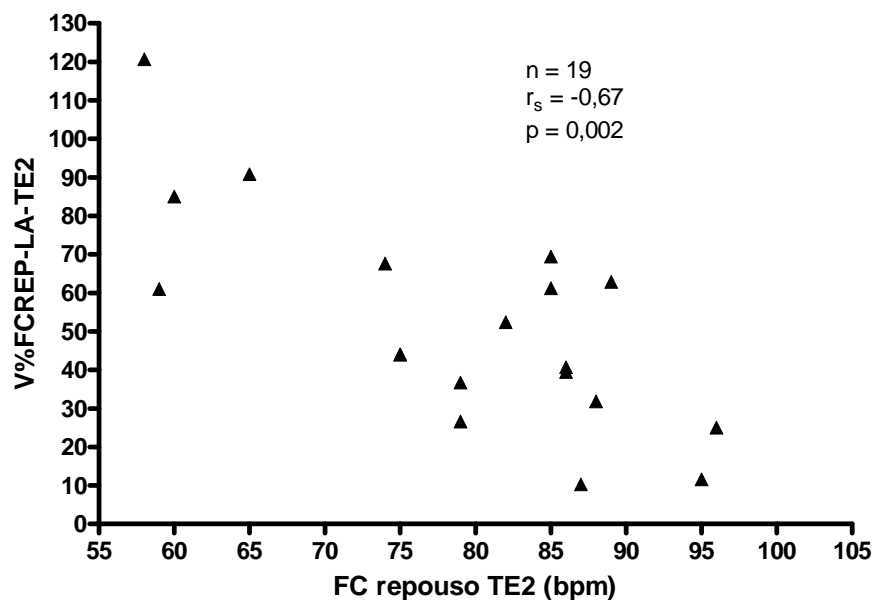


Figura 53: Correlação entre a FC repouso e a variação percentual do incremento de FC do repouso até o limiar anaeróbico (V%FCREP-LA) no segundo teste ergoespirométrico instituído (TE 2)  
FC: frequência cardíaca

## DISCUSSÃO

Seguindo a estrutura apresentada no capítulo de resultados, procurou-se desenvolver a presente discussão na mesma seqüência dos diversos tópicos em análise. Entretanto, como muitos dados possuem relação entre si, em alguns casos não foi possível a separação didática dos conteúdos.

Antes da discussão e interpretação específicas dos diversos achados desta pesquisa, faz-se necessária uma apreciação preliminar de algumas considerações genéricas que possuem implicações diretas em vários aspectos da discussão, especialmente no que se refere às características da amostra estudada e à natureza do principal fenômeno fisiológico investigado: a função autonômica cardíaca.

### **I – CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA:**

O grupo estudado constituiu-se basicamente de indivíduos jovens e com normalidade clínico-cardiológica observada ao exame físico e eletrocardiográfico. Este fato é obviamente decorrente de decisões metodológicas tomadas em função do objeto de estudo e do delineamento metodológico escolhido. Entretanto, essas características criam, de imediato, uma expectativa de amplas faixas de variação em diversas variáveis fisiológicas em análise. Especialmente no que se refere à função autonômica cardíaca, esta constatação se traduz em índices, tanto temporais quanto espectrais, com grande dispersão, em uma faixa de normalidade bastante ampla e ainda carente de delimitações. Frente às inúmeras evidências de redução da variabilidade da FC com o avanço da idade (MASARI et al., 2006; PIKKUJAMSA et al., 1999; TSUJI et al., 1996b), pode-se supor inclusive que seja exatamente na faixa etária estudada, com concentração de indivíduos entre 20 e 30 anos, o auge funcional da regulação autonômica cardíaca (DE MEERSMAN e STEIN, 2007; TULPPO et al., 1998b). A esse respeito cabe novamente a consideração de que a análise da VFC pode apresentar limitações em detectar variações da modulação vagal em situações onde a ação desta porção do SNA já é muito elevada (BUCH et al., 2002). Esta é exatamente a expectativa de modulação autonômica para adultos jovens e saudáveis, atenuada apenas pela condição sedentária. A repercussão

imediate deste fato na interpretação dos dados desta pesquisa recai na dificuldade de se estabelecer parâmetros mínimos de mudança na função autonômica cardíaca (FAC) que possam ter significado clínico, além da magnitude da dispersão também poder interferir no julgamento estatístico empregado. Portanto, destaca-se preliminarmente que a amostra estudada caracteriza-se, teoricamente, por uma grande variabilidade funcional, considerada em princípio dentro da normalidade em razão da ausência de qualquer manifestação clínica que sugira interpretação diferente. Este fato dificulta a observação estatística de eventuais mudanças mais discretas no padrão autonômico dos voluntários, uma vez que toda análise realizada deverá considerar um alto nível de modulação e de dispersão do equilíbrio vago-simpático.

Um exemplo marcante da dispersão nas variáveis cardiovasculares do grupo estudado é a ampla faixa de variação da FC de repouso, tanto na postura supina, com extremos entre 45 e 82 bpm, quanto no ortostatismo, com limites de 54 e 100, considerando-se as três avaliações realizadas. Perceba-se que esse fato assume importância ainda maior quando se considera os estreitos critérios de inclusão admitidos na pesquisa. Significa dizer que, mesmo em faixa etária relativamente restrita, sem casos de obesidade e/ou baixo peso, na ausência de qualquer manifestação clínica e com nível semelhante de aptidão física, a faixa encontrada para diversas variáveis fisiológicas, sabidamente influenciadas pela regulação autonômica, é ampla. Essa característica de grande dispersão deve ser considerada na interpretação dos resultados. As mesmas ponderações valem para a frequência respiratória e a pressão arterial de repouso.

## **II – INTERVENÇÃO PROPOSTA E CARACTERÍSTICAS DA FUNÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA**

Outra questão preliminar a ser considerada na interpretação dos dados é a magnitude e/ou a intensidade da intervenção instituída. Por razões anteriormente apresentadas, tanto na introdução quanto na descrição dos métodos, optou-se por uma intervenção de muito baixa intensidade (com ênfase na caminhada), de moderada quantidade no seu incremento (3500 passos/dia) e de curta duração (cerca de 3 semanas). A escolha pelo número de passos/dia a ser incrementado baseou-se na boa equivalência da variável escolhida com a recomendação atual para o acúmulo de 30



minutos diários de atividades físicas (ATFs), com ênfase na caminhada (TUDOR-LOCKE et al., 2005b; WELK et al., 2000b).

Destacam-se essas características da base do aumento proposto no nível de atividade física apenas no intuito de reforçá-las, uma vez que tem íntima relação com os dados obtidos. O tipo de incremento proposto não se constituiu em limitação ao estudo, uma vez que foi opção metodológica da pesquisa, mas certamente merece destaque inicial, pois é a base de toda e qualquer interpretação que se faça dos dados obtidos. A ausência de controle sobre a intensidade e a duração dos estímulos geram, sem dúvida, limitação interpretativa quanto às possíveis contribuições de cada um desses parâmetros do treinamento físico. Entretanto, conforme já destacado, verificaram-se os efeitos de um protocolo de incremento de atividade física da forma como descrito, sem se objetivar a análise, conjunta ou individualizada, de outros parâmetros do treinamento físico, como a duração e a intensidade.

O período de acompanhamento de 3 semanas certamente incita questionamentos. A escolha pela análise dos efeitos a curto prazo no incremento do nível de atividade física (ATF) reveste-se de interesse pelo potencial poder investigativo do momento inicial de uma eventual modificação funcional. Em estudo que contou com nossa colaboração sobre os efeitos de um programa de exercícios físicos regulares na FC de repouso e na pressão arterial (PA) em indivíduos hipertensos e diabéticos, verificou-se que os significativos benefícios alcançados manifestaram-se entre o início do programa e a sétima semana, estabilizando-se posteriormente até a décima terceira semana (PORTO et al., 1997). Essa análise a mais curto prazo tem importância na detecção de comportamento ou evolução. Certamente que a melhor opção metodológica teórica consiste no acompanhamento por longos períodos, com avaliações seriadas, o que, entretanto, tem repercussão sobre o nível de adesão conforme comentado no capítulo de materiais e métodos e sobre a operacionalidade do estudo.

Agregam-se aos fatos acima expostos as características inerentes da função autonômica cardíaca enquanto elemento essencial da regulação cardiovascular a curto prazo, especialmente por meio de ajustes da frequência cardíaca. Esta última, por sua vez, sofre influência de inúmeros fatores, como o nível de ansiedade, o estado emocional geral, o padrão de sono, temperatura corporal, atividade física prévia etc. Desta forma, essas características inerentes da modulação autonômica cardíaca impõem variações circunstanciais que contribuem para uma ampla faixa de variação normal e, portanto, grande dispersão dos índices marcadores da atividade autonômica cardíaca.

### III – PERFIL DO NÚMERO DE PASSOS/DIA E AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO PROPOSTA

Quanto ao número de passos/dia (PD) usualmente acumulado pelos voluntários, registrado na fase 1 (controle) do estudo, o valor mediano encontrado (7295 passos/dia) parece absolutamente compatível com a classificação de “insuficientemente ativo”, indicando que o uso do questionário IPAQ foi adequado no sentido de selecionar essa característica básica da amostra a ser estudada. Esse valor é inclusive inferior a média encontrada em grupo de 21 homens analisados em outro estudo, que incluiu indivíduos com condições clínicas diversas e com idade média superior aos aqui avaliados (43,1 anos) (CHAN C.B et al., 2003). Em estudo que comparou estimativas de distâncias percorridas por dia, com base em dados registrados por meio de pedômetro e por meio de questionários, a média de passos diários dos homens foi de 5569. Esse valor inferior aos aqui observados deve-se provavelmente à faixa etária empregada (25 a 70) e também pelas diferenças na caracterização clínica dos voluntários (BASSETT et al., 2000b). Em uma terceira pesquisa, encontrou-se média de passos/dia entre os homens de 10079 passos, superior portanto ao valor aqui encontrado. Novamente as diferenças nos métodos empregados devem ser responsáveis pelas diferentes estimativas. Nesse último estudo, a maior parte dos homens (62,5%) cumpriam o mínimo de 30 minutos de atividade física diária (McCORMACK et al., 2006). Fica patente portanto que diferentes objetivos e métodos dificultam as comparações, mas que os dados aqui observados são compatíveis com o critério de inclusão estabelecido para um nível insuficiente de atividade física. Esta é uma consideração fundamental, uma vez que toda e qualquer conclusão daqui derivada terá estreita relação com a caracterização do nível inicial de atividade física do grupo estudado.

Outro ponto importante para a discussão é o fato de que a sistematização da utilização do pedômetro no meio científico ainda é bastante recente e carente de padronização metodológica. Sendo assim, persistem dúvidas quanto à quantidade mínima de passos necessária para uma boa equivalência em relação à recomendação de 30 minutos de atividade física diária como elemento mínimo de um estilo de vida ativo, associado à menor morbi-mortalidade. O que não se pode perder de vista é que a recomendação do mínimo de atividade física diária para a promoção da saúde, endossada pela Organização Mundial da Saúde, é o fato dela prever quantidade (30

minutos) e intensidade (moderada) mínimas de atividade física (WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO, 2004). Frequentemente, e a exemplo do que aqui foi realizado, as intervenções baseadas em incremento no número de passos não tem considerado o requisito mínimo da intensidade. Catrine Tudor-Locke, já citada anteriormente por ser uma das maiores especialistas em considerações metodológicas a cerca do uso do pedômetro, apresentou, juntamente com colaboradores, uma sugestão para se ajustar os incrementos no quantitativo de passos ao critério da intensidade do esforço. Propuseram faixas de intensidades de passos, divididas por sexo e nível de atividade física, de modo a atender a essa característica no esforço a ser empreendido. Dessa forma, homens deveriam cumprir seus 30 minutos de caminhada em uma velocidade entre 96 e 124 passos por minuto (TUDOR-LOCKE et al., 2005b). Tomando-se o valor intermediário de velocidade (110 passos por minuto), chega-se a um total de 3300 passos em 30 minutos. Outra condição destacada por esses autores é a necessidade de que os 30 minutos de ATF sejam acrescidos ao padrão usual do praticante. Sendo assim, devem ser ressaltados dois aspectos positivos do incremento de passos aqui investigado. Inicialmente o valor enquadra-se perfeitamente dentro da faixa de classificação sugerida e, além disso, foi realizado acima do padrão usual de cada voluntário, devidamente registrado na fase de controle. A restrição que se pode considerar é apenas quanto ao fato de que, no protocolo realizado, não se fixou o tempo em que os voluntários deveriam cumprir a meta de passos diários. Isto causa alguma limitação apenas na comparação da meta aqui estipulada em relação à mensagem dos 30 minutos. É certo que se buscou um paralelo com a recomendação dos 30 minutos, sem, no entanto, constituir objetivo específico da pesquisa a verificação da equivalência.

Considerando ainda a busca de valores de referência, muito se tem pesquisado em relação a um montante de 10.000 passos/dia, que ainda permanece como valor arbitrário (McCORMACK et al., 2006; BESSER e DANNENBERG, 2005; TUDOR-LOCKE et al., 2005a; TUDOR-LOCKE et al., 2005b; CHAN C.B et al., 2003; LE MASURIER et al., 2003; IWANE et al., 2000). Apesar da ausência de uma evidência definitiva e de que certamente o melhor é se buscar uma faixa de número de passos diários e não um valor exato, a amostra estudada apresentou padrão mediano correspondente a aproximadamente 73% do mínimo comumente aceito como limite para se considerar um indivíduo ativo. Portanto, o padrão de passos/dia observado na fase 1, acrescido da classificação com base no questionário IPAQ na forma como foi aplicado (respostas representativas de um padrão dos 2 meses anteriores), permite

afirmar que a intervenção foi iniciada em indivíduos insuficientemente ativos, atendendo assim ao pré-requisito metodológico. Sob essa mesma ótica e guardadas as considerações metodológicas acima comentadas, observou-se que o padrão de passos diários acumulados pelos voluntários na fase de controle, representando portanto o padrão usual de cada um, é absolutamente compatível com aqueles apresentados em outros estudos, seja de caráter epidemiológico ou de programas de intervenção. (MCCORMACK et al., 2006; TUDOR-LOCKE et al., 2005b; TUDOR-LOCKE e BASSETT, 2004; CROTEAU, 2004; CHAN C.B et al., 2003). Desta forma, parece também bem determinado, e nossos dados reforçam esse achado, que o padrão usual de passos diários de um indivíduo sedentário é bem inferior a 10.000 e que, por conseqüência, intervenções que tenham esse valor como meta, muito provavelmente, irão promover um significativo incremento no quantitativo de passos diários em seus adeptos.

Quanto à adesão necessária para se considerar que a intervenção foi efetivamente executada, observou-se incremento significativo no número de PD na fase 2 comparativamente à fase 1. Conforme se observa na **Figura 18**, existiu diferença altamente significativa, com incremento mediano de 4477 PD, o que equivaleu a um aumento mediano de 61%. Do ponto de vista do comportamento individual, 100% dos voluntários alcançaram o aumento mínimo dos PD. É importante destacar que o incremento médio ficou acima da meta geral estabelecida de 3500 PD. Essa diferença se deve ao fato da meta ter sido estabelecida considerando-se apenas a média de passos/dia acumulados nos dias úteis. Nossos dados indicaram a presença do “efeito final de semana” (EFS) na primeira fase do estudo, portanto quando os voluntários seguiam suas rotinas habituais. Em valores medianos, a queda no número de passos/dia nos finais de semana/feriados foi de 14% ( $p = 0,01$ ). Nesse aspecto, nossos dados reforçam achados anteriores da literatura que sistematicamente indicam a ocorrência do EFS (CROTEAU, 2004; TUDOR-LOCKE et al., 2004a; TUDOR-LOCKE et al., 2004b; BASSETT et al., 2000b). Entretanto, a magnitude do EFS também é ponto de ampla faixa de variação nesses estudos, motivada novamente por diferenças de métodos. Em um levantamento do ano de 2006, observou-se que o efeito das estações climáticas do ano interfere no padrão de passos diários, com repercussão inclusive no EFS. O estudo foi realizado na Ilha do Príncipe Eduardo, região do Canadá onde há intensas variações de temperatura dependendo da estação do ano, o que não é o caso de Brasília. Por outro lado, outra diferença encontrada nesse aspecto é que em alguns casos o EFS é atribuído apenas ao

domingo. No presente estudo considerou-se como dia de final de semana, além do domingo, os sábados e os feriados. Comumente se observa que aos sábados a redução de passos em relação aos dias úteis tende a ser menor que aquela apresentada nos domingo/feriados. Assim, a queda no quantitativo de passos diários aqui registrada como EFS tende a ser menor do que em estudos que empregam apenas o domingo nessa caracterização.

Na fase de intervenção (fase 2), além do incremento mediano do número de PD, houve um incremento percentual desses passos tanto nos dias úteis como nos finais de semana/feriado. Entretanto a diferença na quantidade de passos nos finais de semana/feriado foi superior ao incremento observado nos dias úteis, abolindo-se assim o EFS nesta fase. Esta é uma observação interessante, pois mostra que, pelo menos no curto prazo, foi possível manter a meta de passos em todos os dias da semana. O maior percentual de aumento no número de PD nos finais de semana, comparativamente aos dias úteis (**Figuras 19 e 20**), indica que a adesão ao protocolo se deu em todos os dias, independentemente se dia útil ou não. Do ponto de vista das políticas de intervenção em saúde pública, por meio do aumento no nível de ATF, esse achado adquire especial importância, uma vez que na amostra estudada conseguiu-se eliminar o paradoxo habitual de se acumular menor quantidade de passos quando se dispõe de mais tempo livre. A esse respeito cabe ainda comentar que as informações verbais colhidas dos voluntários, na quase totalidade do grupo, confirmam que havia necessidade de maior esforço pessoal para cumprir a meta de passos nos dias em que não trabalhavam. A atividade laboral contribuiu para um maior número de passos na rotina habitual dos voluntários.

Ainda em relação à intervenção proposta, cabe comentar que a adesão ao protocolo instituído foi bastante efetiva. Houve necessidade de excluir apenas um voluntário com base no critério mínimo de 80% de cumprimento da meta. Optou-se por esse valor de corte, pois alguns estudos têm demonstrado que a incorporação de cerca de 2000 passos, de forma regular, já demonstra impacto no nível de atividade física (KOULOURI et al., 2006). Sendo assim, escolheu-se uma margem de segurança maior, pois 80% da meta estabelecida significam 2800 passos/dia a mais. O alto nível de adesão ao protocolo indica que instituir uma meta de incremento de 3500 passos/dia, em relação à média de PD comumente acumulada nos dias úteis, é absolutamente factível em um grupo de indivíduos jovens, saudáveis e insuficientemente ativos, ao menos no curto prazo. Por outro lado, os dados do estudo piloto desenvolvido previamente

indicaram que a adesão a metas mais intensas e/ou por mais longo prazo torna-se seriamente comprometida (PORTO et al., 2006). Esse fato sugere que esta pode ser uma grande limitação metodológica para o delineamento de pesquisas clínicas a médio e longo prazos associadas ao pedômetro, especialmente se tiverem como base uma intervenção que requeira mudanças mais marcantes nos hábitos de vida.

#### **IV – COMPARAÇÃO SERIADA DAS VARIÁVEIS FUNCIONAIS E ANTROPOMÉTRICAS**

A premissa normalmente encontrada nos inúmeros estudos que investigam efeitos diversos de programas de condicionamento físico, nas mais variadas funções orgânicas, é a presença de bradicardia relativa no repouso e/ou em atividades submáximas, associada ao aumento no nível de atividade física (EVANGELISTA et al., 2005; MARTINELLI et al., 2005; JURCA et al., 2004; NARUMI et al., 2004; CATAI et al., 2002; SICHE, 1998). Esta constatação normalmente está associada a aumentos importantes do nível de ATF, usualmente com programas estruturados e/ou supervisionados de exercícios físicos. A redução da FC de repouso e/ou em atividades submáximas é uma adaptação esperada frente ao treinamento, uma vez que reflete maior eficiência cardiovascular, normalmente decorrente de alterações centrais no débito cardíaco e periféricas na produção energética. No presente estudo não se observou variação significativa da FC de repouso. Entende-se que as possíveis causas para a manutenção desse padrão cronotrópico estão associados à baixa intensidade e quantidade (volume) no incremento de ATF instituída. Nesse sentido a ausência de bradicardia relativa associada à intervenção é compatível com o tipo de ATF proposta e ao tempo de acompanhamento. Admite-se assim que qualquer alteração observada no desempenho físico submáximo esteja relacionada a mecanismos de adaptação periféricos e não centrais.

A frequência respiratória – FR ao longo das três avaliações instituídas mostrou diferença estatística entre a primeira e a terceira avaliação, tanto no repouso supino quanto na postura ortostática. Houve incremento mediano de 2 ciclos por minuto em ambas posturas, o que equivaleu a 13 e 12,5% de incremento, respectivamente. A despeito da significância estatística, considera-se que essas mudanças não tiveram

impacto funcional nas demais variáveis observadas, além do fato dessa modificação ocorrer dentro da faixa de normalidade da FR nas duas posições estudadas.

O comportamento da pressão arterial, tanto sistólica quanto diastólica, mostrou-se absolutamente estável ao longo do estudo. O acompanhamento da pressão arterial não era objetivo específico da investigação, mas seu monitoramento é crítico no sentido de verificar a estabilidade pressórica, uma vez que modificação nos níveis de repouso da pressão poderiam interferir nas avaliações da função autonômica cardíaca. Todos os valores situaram-se dentro da faixa de normalidade, mesmo porque a presença de hipertensão arterial era critério de exclusão do estudo.

Como últimas variáveis consideradas neste item, merece destaque a equivalência dos valores de peso corporal e IMC nas três avaliações realizadas. São várias as evidências que associam a redução da variabilidade da frequência cardíaca à obesidade. A variação significativa de peso corporal e/ou do IMC, em avaliações seriadas, representa potencial efeito confundidor nas análises da VFC (NAGAI e MORITANI, 2004; ARONNE et al., 1997). Além da VFC, o próprio rendimento submáximo pode sofrer interferências do peso, reforçando a necessidade de manutenção do peso corporal ao longo de intervenções associadas ao nível de atividade física e/ou à inclusão de procedimentos estatísticos que permitam correções para peso corporal e/ou IMC. No presente estudo não houve necessidade de qualquer elaboração estatística nesse sentido, haja vista a igualdade estatística observada nessas variáveis, com a curiosa coincidência de valores medianos de peso corporal e IMC nas três avaliações realizadas.

## **V – REPRODUTIBILIDADE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA**

A reprodutibilidade de uma avaliação funcional é sempre objeto de preocupação em estudos longitudinais, por constituir pressuposto básico de interpretação e análise da evolução de um determinado fenômeno ao longo do tempo. No que refere à reprodutibilidade da análise da variabilidade da frequência cardíaca, como método de investigação da função autonômica cardíaca (FAC), existem

evidências que sustentam o seu uso para verificar, por exemplo, possíveis alterações na FAC, associadas à uma intervenção de qualquer natureza, ou simplesmente para se acompanhar a evolução da regulação autonômica seriadamente. É digno de nota a esse respeito, que no clássico livro “Heart Rate Variability” (MALIK e CAMM, 1995), considerado por muitos como principal obra sobre aspectos metodológicos e fisiológicos da VFC, há um capítulo especialmente dedicado às questões da reprodutibilidade, entretanto com ênfase na análise da VFC com base nos registros de 24 horas por meio do sistema Holter (KAUTZNER, 1995). Análise semelhante é apresentada na força tarefa de 1996 que objetivou padronizar a metodologia de análise da VFC (TASK FORCE, 1996). Em ambos os casos há indicação de adequada reprodutibilidade no curto prazo e em períodos mais longos, compreendendo semanas e poucos meses. Os estudos indicam ainda que, mesmo com um nível adequado de reprodutibilidade dos índices temporais e espectrais da VFC, existem oscilações de pequena magnitude que podem ser esperadas na avaliação em dias diferentes, uma vez que a FAC é sujeita, conforme dito anteriormente, a estímulos diversos, como atividade mental, ritmo circadiano, padrão de sono etc. Em razão dessas peculiaridades inerentes à regulação nervosa do aparelho cardiovascular, entende-se que a melhor avaliação para medidas seriadas da VFC seja em torno do conceito de equivalência funcional dos índices e/ou estabilidade dos valores representativos da função autonômica cardíaca. Apesar das variações esperadas da VFC ao longo do tempo, sem que haja significado clínico de mudança funcional, estudo recente encontrou adequada reprodutibilidade da VFC, no registro de curto prazo (10 minutos), em reavaliações no prazo de 3 dias e de 6 meses (KOWALEWSKI e URBAN, 2004). Resultados semelhantes foram encontrados em pesquisa que avaliou a reprodutibilidade da análise a curto prazo da variabilidade da frequência cardíaca avaliada em cinco dias consecutivos em condições experimentais. Encontrou-se alta reprodutibilidade independentemente no nível relatado de atividade física dos voluntários (MELANSON, 2000).

A aplicação de análises matemáticas mais rigorosas para avaliação da reprodutibilidade, como o método de Bland-Altman (BLAND e ALTMAN, 1995), baseado na comparação da média de duas medidas em relação à sua diferença, deve ser analisada com cautela. Esse cuidado na escolha do método é particularmente importante no caso da análise da VFC, justamente em razão das características intrínsecas da FAC, que, do ponto de vista fisiológico, não admitem a precisa igualdade matemática de valores tomados em duas ou mais circunstâncias funcionais. Nesse sentido, entende-se



que a reprodutibilidade, ou a estabilidade, das avaliações deve respeitar as características inerentes da variável em questão. Na presente pesquisa optou-se pela comparação estatística pareada dos valores nas duas avaliações iniciais, portanto na fase de controle, para fundamentar a reprodutibilidade funcional dos dois momentos analisados, e como base para a comparação posterior do período de intervenção. No domínio do tempo, verificou-se estabilidade estatística de todos os índices da VFC na postura supina e da maioria deles na postura ortostática (níveis de significância entre 0,07 e 0,20). Nos casos isolados da média de intervalos R-R do ECG e da rMSSD, na condição de pé, houve diferenças entre as avaliações 1 e 2 ( $0,04 < p < 0,045$ ). Nos índices do domínio da frequência o mesmo comportamento foi observado, com absoluta igualdade estatística em todos as variáveis no repouso supino ( $0,10 < p < 0,97$ ) e a maioria na postura ortostática ( $0,11 < p < 0,58$ ). A única exceção nos índices espectrais foi na área absoluta de alta frequência espectral na condição ortostática, onde houve redução significativa na avaliação 2 comparada com a avaliação inicial ( $p = 0,02$ ). O julgamento do conjunto desses dados é compatível com uma reprodutibilidade, ou estabilidade, aceitável para uma análise de seguimento com intervenção, respeitadas as características de oscilações individuais anteriormente comentadas. Entretanto cabem ainda considerações sobre os procedimentos experimentais, os valores de comparação estatística e o sentido de algumas sutis variações observadas.

A avaliação em ambiente de laboratório de pesquisa pode envolver variados níveis de ansiedade, preocupação, nervosismo e/ou insegurança nos indivíduos avaliados. Obviamente que essas são condições com potencial efeito de interação com o sistema nervoso autônomo, que, por sua natureza e função próprias, sensibiliza o conjunto do estado emocional pessoal nas mais diversas circunstâncias do cotidiano. Nesse contexto não há como desprezar um possível efeito de “aprendizagem do teste”, entendendo-se aqui a aprendizagem com a familiaridade em relação ao ambiente laboratorial e com o conhecimento adquirido em relação à absoluta tranquilidade dos testes de avaliação da FAC. A título de exemplo, cita-se o total desconhecimento que muitos tinham em relação ao simples registro do eletrocardiograma convencional de repouso. Certo é que foram adotados todos os cuidados metodológicos no sentido de tranquilizar previamente os voluntários e de padronizar as “frases e orientações de comando” e a rotina das avaliações. A suposição teórica que se deve admitir é de que o estado emocional, com a conseqüente repercussão autonômica, possa ter sido sutilmente diferente entre uma e outra avaliação, com o sentido de que na segunda, a possibilidade

do voluntário apresentar seu “real” estado autonômico (sem as influências do “estresse” do teste) tenha sido maior. Observe-se que esta postulação tem coerência com os dados obtidos. Pode-se perceber nas **Figuras de 24 a 33** pequenas modificações no nível de dispersão dos índices da VFC obtidos nas duas primeiras avaliações. Para essa finalidade, acrescentaram-se as **Figuras 25A a 33A**, que indicam o comportamento individual de cada uma das variáveis, em cada indivíduo, entre uma e outra avaliação. À exceção das áreas normalizadas de baixa e alta frequências espectrais e da razão BF/AF, há tendência de modificação dos índices individuais, em um sentido ou no outro, em aproximadamente 60 – 70% dos voluntários. Essa tendência é reforçada pelos diversos níveis de significância estatística já apresentados, muitas vezes na faixa da tendência estatística ou muito próxima dela. Entende-se com todo esse conjunto de dados que, a despeito da boa reprodutibilidade indicativa da estabilidade autonômica, parece haver sutil diminuição no nível da modulação autonômica total na segunda avaliação comparativamente à primeira. Esse detalhamento concentrou-se apenas na postura supina, uma vez que interessava, para essa análise, apenas a condição basal. Considerando-se o percentual de voluntários em que houve mudança quantitativa na avaliação 2 comparada com a avaliação 1, o sentido dessas mudanças e sem caracterizar as participações relativas das porções simpática e parasimpática do SNA, pode-se dizer que existiu tendência para a redução do coeficiente de variação, do pNN50, da rMSSD, da área espectral total e das áreas absolutas de baixa e alta frequências espectrais. Essa tendência de queda nos índices acima indica, em conjunto, tendência à menor modulação total. Essa tendência observada é absolutamente coerente com a possibilidade de uma sutil modificação no estado emocional na avaliação 1, sobretudo pelo desconhecimento da condição experimental, ter interferido no sentido de maior modulação autonômica total. Por outro lado, esse possível aumento na modulação total na avaliação 1 em relação à avaliação 2, parece não ter influenciado o balanço vago-simpático, uma vez que as comparações estatísticas das áreas normalizadas de baixa e alta frequências espectrais apontam para igualdade quase absoluta ( $p = 0,97$  e  $0,96$  respectivamente), assim como a razão ABF/AAF, que é o índice representativo do equilíbrio vago-simpático e onde houve forte equivalência estatística ( $p = 0,58$ ). Nos três casos, os comportamentos individuais dessas variáveis também mostraram equilíbrio em torno de 50% dos indivíduos que tenderam para um lado ou outro de variação quantitativa.

Finalmente, deve-se destacar a esse respeito que o comportamento acima descrito tem implicações importantes no presente estudo, indicando a adequação metodológica pela decisão de se instituir uma avaliação inicial de controle para a função autonômica cardíaca. Pode-se ainda destacar que, em se tratando de função fisiológica tão sujeita a oscilações circunstanciais e mesmo com as sucessivas demonstrações de boa reprodutibilidade, como as aqui apresentadas e outras na literatura, entende-se que considerações sobre possíveis efeitos de aprendizagem devem figurar em qualquer estudo que avalie a função autonômica cardíaca de modo transversal e isolado, o que não tem sido visto na literatura especializada.

## **VI – ANÁLISE DA COMPARAÇÃO DA FUNÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA NAS TRÊS AVALIAÇÕES SERIADAS – EFEITOS DA INTERVENÇÃO**

Superadas as questões relativas à equivalência funcional entre as duas avaliações iniciais e admitindo-se assim que a avaliação 1 constituiu-se em efetivo controle da avaliação 2, passa-se então a considerar que eventuais modificações na terceira avaliação poderiam ser associadas à intervenção instituída, ou seja, ao aumento no nível de atividade física por meio do incremento no número de passos/dia.

Nos índices obtidos da análise da variabilidade no domínio do tempo, que expressam a variação global da regulação autonômica cardíaca, ou seja, quanto de variação autonômica existe, observou-se tendência à igualdade estatística entre as avaliações. Significa dizer que o aumento no número de passos diários, na quantidade aqui proposta, não modificou essencialmente a variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo. Entretanto, dentro dessa apreciação mais genérica, alguns detalhes podem ser destacados. Em relação à média dos intervalos R-R do ECG, observou-se tendência estatística ( $p = 0,065$ ) no repouso supino e diferença significativa ( $p = 0,049$ ) na postura ortostática, ambas no sentido de uma taquicardia relativa da avaliação 3 comparativamente à segunda avaliação, que é o marco de comparação para se julgar os efeitos da intervenção (**Tabela 14 e Figura 34**). Obviamente que a média dos intervalos R-R do ECG guarda estreita relação com a frequência cardíaca, onde já havia aparecido a mesma tendência nas comparações relativas à reprodutibilidade. Entretanto, quando se

analisa a média de intervalos R-R do ECG esse fenômeno fica mais marcante, indicando provavelmente maior sensibilidade dessa variável comparada com a frequência cardíaca, uma vez que uma não é exatamente igual à outra. Conforme comentado anteriormente, o efeito mais comumente relatado em programas de aumento do nível de atividade física é a ocorrência de bradicardia relativa decorrente do treinamento (EVANGELISTA et al., 2005; MARTINELLI et al., 2005; TULPPO et al., 2003b; CATAI et al., 2002). Exatamente o oposto daquilo que foi observado em nossa amostra. Esse achado não era esperado, podendo assim ser considerado como uma resposta paradoxal. Certamente que de pequena magnitude, mas paradoxal especialmente por ser em sentido inverso ao esperado. Entende-se que duas razões podem justificar o fato. Uma primeira possibilidade pode ser a própria dinâmica da presença de oscilações individuais normais na avaliação seriada da VFC, a despeito da boa reprodutibilidade, conforme se comentou em considerações preliminares neste capítulo. Uma segunda hipótese, menos provável, é a possibilidade do aumento no nível de atividade física ter desencadeado algum efeito prolongado sobre a VFC, no sentido de um aumento absoluto e/ou relativo da porção simpática do SNA. Este fenômeno já foi descrito em atletas com altas intensidades de esforço prévio (FURLAN et al., 1993). Nesse estudo foi demonstrado que atletas em altas cargas de treinamento necessitam de mais do que 24 horas para voltarem ao padrão de repouso e poderem manifestar dominância vagal na regulação autonômica. De modo semelhante, em estudo realizado com esquiadores de longa duração observou-se o mesmo tipo de efeito tardio do exercício sobre a avaliação da FAC, com a modulação vagal ficando mascarada por várias horas após o esforço (HAUTALA et al., 2001). Diferentemente do atual estudo, as duas pesquisas acima mencionadas foram realizadas em pessoas treinadas e com aplicação de esforços de alta intensidade. Entretanto chama atenção do estudo desenvolvido com os esquiadores, que foi encontrado correlação negativa importante ( $r = -0,712 // p < 0,016$ ) entre o consumo máximo de oxigênio dos voluntários e o tempo de recuperação necessário para o restabelecimento dos padrões da modulação autonômica anteriores ao esforço prolongado em percurso de 75 Km.

Obviamente que as características dos voluntários, bem como do protocolo experimental, em nada se assemelham aos do presente estudo. Entretanto, a julgar pela correlação encontrada entre os esquiadores e pelo baixo nível de aptidão aeróbica dos voluntários aqui estudados, pode-se supor, do ponto de vista teórico, que pequenos esforços, como caminhar, possam gerar algum nível de efeito tardio na

avaliação da FAC neste grupo. Como aqui os voluntários foram orientados a perfazerem a meta de número de passos/dia em todos os dias da fase 2 do estudo (intervenção), isso fez com que aumentassem também a rotina de passos no próprio dia da avaliação 3, nas horas que antecederiam aos testes. A orientação de preparação que os voluntários receberam foi igual nas três avaliações realizadas. Restringiu-se o exercício vigoroso nas 24 horas anteriores e qualquer exercício físico nas 12 horas que antecederiam aos testes. Nesse sentido, e como não há recomendação diferente na literatura para caminhadas livres de baixa a moderada intensidades, não houve a preocupação de se restringir o número de passos diários no próprio dia da reavaliação número 3.

É certo que as análises teóricas acima não podem ser descartadas. Entretanto, considerando-se o fato da magnitude da atividade física instituída ser muito pequena do ponto de vista de sua intensidade cardiovascular, repercutindo assim de forma muito suave nos mecanismos de regulação, entende-se que esses achados estejam provavelmente mais associados às oscilações próprias da VFC, ou às duas condições combinadas. Para minimizar esse potencial efeito, havia todo o cuidado em não se realizar testes em dias atípicos (quando relatado pelos voluntários) e no sentido de garantir adequado repouso prévio antes dos registros.

No que se refere ao desvio padrão, observou-se comportamento semelhante ao da média dos intervalos R-R do ECG, com valores no limite das tendências estatísticas para a diferença entre as avaliações. Entretanto, esta variável é influenciada pelas alterações da FC e/ou da média dos intervalos R-R do ECG. Portanto o comportamento do desvio padrão, no caso específico, deve estar relacionado mais às mudanças no ritmo cardíaco que da própria modulação autonômica. O fato dos coeficientes de variação terem sido absolutamente iguais nas três avaliações reforça esse entendimento.

Em relação aos índices temporais indicadores da modulação parassimpática (pNN50 e rMSSD) percebe-se que o aumento no número de passos diários não os modificou no repouso supino. Entretanto, na postura ortostática, há tendência estatística ( $0,065 < p < 0,085$ ) apontando para um aumento da modulação vagal nesta situação, quando considerada a avaliação 3 em relação à anterior de referência (avaliação 2). Isto sugere que na postura supina, como há uma tendência fisiológica para maior atividade parassimpática, a intervenção instituída foi incapaz de aumentar o que já era alto, pela sua própria característica de normalidade. Já na condição ortostática, quando nitidamente ocorre depressão parassimpática, absoluta e/ou

relativa, o incremento no nível de atividade física parece ter exercido influência aumentando a modulação parassimpática. Esta é uma consideração sutil, mas que, a se confirmar, em outros estudos e/ou com o seguimento deste visando o aumento da amostra, pode ser de grande significado fisiológico. Confirmando-se esse fato, significa, inicialmente, considerar que os efeitos de uma intervenção do nível de atividade física na FAC, especialmente de forma moderada, podem ocorrer de modo diferenciado, dependendo da condição fisiológica avaliada, se supina ou ortostática. A influência da postura corporal na avaliação de efeitos de treinamento físico são bem documentadas e reforçam a hipótese aqui levantada (RENZA e ARSENIO, 2003). Os índices acima comentados estão expressos nas **Tabelas 17 e 18**, que, em uma apreciação conjunta, reforçam os comentários a respeito de leve modificações provavelmente ocorridas entre as avaliações 1 e 2. Modificações essas que podem inclusive ter influenciado na comparação estatística do conjunto. Observe-se, nas tabelas referidas, que, em valores medianos, há tendência de redução desses dois indicadores (pNN50 e rMSSD) da quantidade da modulação vagal entre a primeira e a segunda avaliações. Isto ocorreu em ambas as condições analisadas, ou seja, no supino e na postura ortostática. Como foi comentado, essas observações se somam ao que foi anteriormente dito em relação aos possíveis efeitos da “aprendizagem do teste”. A avaliação conjunta que se faz desse fenômeno é que houve tendência à maior modulação autonômica na avaliação 1, por todas as circunstâncias que cercam o primeiro teste, com posterior redução na avaliação 2, onde teoricamente há maior chance de se obter uma avaliação isenta do “estresse do teste desconhecido”, para voltar a crescer na avaliação 3, onde se teve também a ausência do estresse e um potencial efeito do treinamento. Obviamente que são todas considerações teóricas, mas baseadas nas tendências estatísticas observadas e na natureza da variável em análise – a função autonômica cardíaca.

Abordando agora os índices espectrais da VFC, que por definição expressam como que a modulação autonômica varia, e não quanto ela varia. Em essência, os índices espectrais demonstram como acontece o balanço vago-simpático, que manifesta uma quantidade global de variabilidade expressa pelos índices temporais. Nesse sentido as duas análises, no domínio do tempo e da frequência espectral, são complementares. O que se observou no grupo estudado foi absoluta ausência de efeito da intervenção instituída sobre os índices espectrais. Devem-se considerar novamente os potenciais efeitos da aprendizagem do teste na primeira avaliação e seu impacto no conjunto dos dados. Entretanto, procedeu-se também à comparação pareada apenas

entre as avaliações 2 e 3 (dados não expressos no trabalho) e nenhuma diferença significativa foi encontrada. Destacam-se ainda os fortes indicadores estatísticos ( $0,37 < p < 0,81$ ) de equivalência dos valores na comparação pareada dos três momentos distintos, nas variáveis da razão baixa frequência espectral/alta frequência espectral (razão BF/AF) e das áreas espectrais normalizadas de baixa e alta frequências, que são indicadores do balanço vago-simpático.

Tomando portanto o conjunto dos dados temporais e espectrais, pode-se afirmar que a intervenção instituída no sentido de aumentar o número de passos/dia tendeu a influenciar a modulação global da função autonômica cardíaca, sem no entanto gerar qualquer alteração na interação, ou no equilíbrio, vago-simpático. Em outras palavras e admitindo-se a faixa de tendência estatística, pode-se dizer que, se a intervenção instituída implicou em algum efeito sobre a VFC foi na quantidade da modulação e não na forma com as porções simpática e parassimpática interagiram. Considerando-se a fase 2 do estudo, portanto de intervenção propriamente dita, essa lógica se completa quando se destaca a simultânea tendência à leve taquicardia (indicando prevalência simpática) e a um aumento dos indicadores da quantidade da modulação vagal (pNN50 e rMSSD), sem que se alterasse o equilíbrio vago-simpático, expresso pela razão BF/AF e pelas áreas espectrais normalizadas de baixa e alta frequências. Reforça-se novamente que a magnitude da intervenção e o tempo de acompanhamento provavelmente tiveram papéis determinantes nos restritos efeitos autonômicos observados. Em estudo que empregou treinamento físico também baseado em atividades físicas moderadas, aplicado a voluntários saudáveis, evidenciou-se algumas modificações em marcadores da FAC em testes autonômicos, associados a pequeno incremento no nível de atividade física. O grande diferencial nesse estudo foi o período de intervenção de seis meses, portanto bastante superior ao aqui empregado (GUO et al., 1999).

Encontrou-se limitação para se estabelecer comparações dos dados relativos aos efeitos do incremento do número de passos diários sobre a FAC com relação aos de outros estudos. As maiores dificuldades recaem sobre a própria originalidade quanto ao tipo de atividade física instituída e pelo curto período de acompanhamento. Estudos que referem modificações na regulação autonômica sobre o coração associadas ao treinamento físico normalmente referem-se a intervenções com base em exercícios controlados (como em esteira, com duração e intensidade monitoradas) e por períodos mais longos (TULPPO et al., 2003b; BUCH et al., 2002)

ou em estudos transversais comparando atletas e controles normalmente sedentários (MELANSON, 2000; SACKNOFF et al., 1994).

A dificuldade na comparação dos efeitos do treinamento físico sobre a FAC está intimamente relacionada com os diferentes métodos de investigação empregados para avaliação da função autonômica cardíaca, assim como é dependente do regimes de treino empregados. A despeito dessas considerações, que muitos vezes justificam dados discrepantes, há expectativa de maior modulação vagal entre indivíduos treinados, comparativamente aos sedentários (RENZA e ARSENIO, 2003). Um exemplos desses efeitos foi relato em estudo que comparou dois regimes de treino que variavam apenas na quantidade de esforço físico. Ambos adotaram intensidade de 60-70% da FC máxima alcança em teste de esforço máximo, durante oito semanas, com seis sessões semanais. A diferença entre os grupos restringiu-se apenas no tempo por sessão, sendo em um grupo de 30 minutos e no outro de 60 minutos. Ambos reduziram da FC de repouso e aumentaram o consumo máximo de oxigênio após o treinamento, de forma significativa e diferente de um terceiro grupo controle que não variou. Na análise de VFC em registros de 24 horas, observou-se aumento da área espectral normalizada de AF, e redução da área espectral normalizada de BF e da razão BF/AF, indicando aumento da dominância vagal após o treinamento (TULPPO et al., 2003a).

## **VII – EFEITOS DA MUDANÇA POSTURAL ATIVA**

A avaliação dos efeitos da mudança postural ativa nos diferentes índices da variabilidade da frequência cardíaca, como mais um elemento para avaliar a regulação autonômica do coração, não foi objetivo central dessa pesquisa. Entretanto, optou-se por fazê-la, em alguns índices mais representativos, com dois propósitos de detalhamento de análise. Inicialmente para verificar a normalidade da amostra quanto à própria regulação autonômica cardíaca. Não se dispõe ainda de forma clara na literatura dos níveis mínimos e/ou máximos de resposta autonômica em associação ao estímulo da mudança postural ativa. Como a base da análise é o contexto da normalidade clínica dos voluntários, a observação de ausência de resposta satisfatória quando dessa manobra poderia suscitar novo critério de exclusão e/ou ponto de discussão, haja visto que a



reduzida modificação do balanço autonômico com estímulo da mudança postural já foi evidenciado com fator de risco em algumas condições clínicas (CARNETHON et al., 2002). Em um segundo momento, a opção se fundamenta na busca não só da variação per se, mas no comportamento dessa variação nas diferentes fases do estudo. Nesse sentido a indagação surgiu para verificar se, mesmo não havendo sido encontrada diferença marcante na função autonômica cardíaca nas duas posturas analisadas, haveria alguma mudança no nível de resposta à manobra, independentemente do estado basal nas duas situações.

Conforme se observa nas **Tabelas de 25 a 32** e nas **Figuras de 35 a 39**, o efeito da mudança postural foi marcante, com drástica modificação da modulação autonômica cardíaca em direção a um aumento absoluto e/ou relativo da atividade simpática. Ocorreu marcante taquicardia relativa, com redução mediana da média de intervalos R-R do ECG da ordem de 23%, considerando as três avaliações instituídas. A modulação parassimpática reduziu-se também de forma marcante, com repercussão direta no equilíbrio vago-simpático. O pNN50 caiu aproximadamente 88%, assim como a rMSSD que diminuiu em aproximadamente 50%, nas três avaliações seriadas. Além da magnitude das variações relativas, chama a atenção o fato de que na média dos intervalos R-R do ECG todos os voluntários (100%) tiveram queda nas três avaliações. Para o pNN50 houve queda em 100% dos casos nas avaliações 1 e 2 e em 95% dos indivíduos na avaliação 3. No caso da rMSSD também observou-se queda em 100% dos casos nas três avaliações. Esses achados tão marcantes nos remetem a duas considerações importantes. Primeiro o reforço da normalidade clínica dos voluntários, especialmente para a variável objeto principal da análise, ou seja, a função autonômica cardíaca. Em segundo lugar a constatação de que, no grupo estudado, a mudança postural foi uma manobra eficiente no sentido de desencadear ativação predominante da modulação simpática, com possível destaque para a retirada vagal, expressa aqui pela grandes variações relativas do pNN50 e da rMSSD. Desta forma, nossos dados corroboram achados anteriores quanto aos efeitos da mudança postural ativa, com eventuais diferenças na intensidade das mudanças e nos métodos empregados (LAITINEN et al., 2004; CARNETHON et al., 2002). Em estudo por nós conduzido por ocasião da dissertação de mestrado, observou-se, em uma amostra de indivíduos de faixa etária semelhante, porém com a incorporação de voluntários com manifestações clínicas diversas, queda na média de intervalos R-R de ECG um pouco menos acentuada, na ordem de 18% (PORTO, 1999). Observou-se finalmente na presente

investigação, em relação ao efeito do ortostatismo ativo sobre os índices no domínio do tempo, que a magnitude das respostas foi semelhante nas duas fases do estudo e em todas avaliações, evidenciando portanto que a intervenção instituída não provocou mudança nos efeitos do estímulo desencadeado pela mudança postural ativa.

No que se refere aos índices espectrais observou-se o mesmo fenômeno, ou seja, intensa mudança do balanço vago-simpático frente à mudança postural ( $0,046 > p > 0,0001$  – nas 3 avaliações) e absoluta igualdade estatística no comportamento do efeito do ortostatismo ( $0,24 < p < 0,62$  – nas 3 avaliações). Portanto, o comportamento dos índices espectrais analisados nesse quesito (área espectral total, áreas normalizadas e baixa e alta frequência espectrais e razão BF/AF) indicaram intensa variação em favor do domínio relativo e/ou absoluto da porção simpática. A área espectral total reduziu, em valores médios das três avaliações, em 41,8% (queda ocorreu em 84%, 79% e 74% dos voluntários, nas avaliações 1, 2 e 3 respectivamente); a área espectral normalizada de baixa frequência espectral aumentou na média em 47,6% (elevação ocorreu em 95%, 100% e 100% dos voluntários, nas avaliações 1, 2 e 3 respectivamente); a área espectral normalizada de alta frequência espectral baixou na média em 65,1% (queda ocorreu em 95%, 100% e 100% dos voluntários, nas avaliações 1, 2 e 3 respectivamente) e a razão da área de baixa frequência espectral pela alta frequência espectral aumentou em média em 352% (elevação ocorreu em 95%, 100% e 100% dos voluntários, nas avaliações 1, 2 e 3 respectivamente). Os incrementos relativos da razão BF/AF foram muito elevados e atribui-se isso ao fato de que os valores de razão no repouso supino tendem a ser numericamente muito baixos, normalmente menores que 1, o que resulta muitas vezes em enormes variações percentuais. As **Figuras 38 e 39** ilustram o efeito marcante do ortostatismo na área espectral total, indicando uma sensível redução da variabilidade total, e na razão BF/AF, marcadora do balanço vago-simpático. Reforça-se portanto que essa manobra, extremamente simples, evocou drásticas mudanças na regulação autonômica no grupo estudado e foi ótimo marcador da estimulação simpática. Outro fato importante a ser destacado é que a magnitude da variação média de retirada vagal (expressa por variação de -65,1% na área normalizada de alta frequência) foi superior ao incremento relativo (também em unidades normalizadas) da atividade simpática (47,6%), o que sugere que os ajustes ao ortostatismo ativo foram dependentes de ambas as porções do SNA, com provável participação superior da retirada vagal em proporção ao incremento simpático. Este fato diferiu dos dados do estudo citado anteriormente em relação aos índices temporais (PORTO, 1999). Naquele outro estudo por nós conduzido,

observou-se incremento da área espectral total com a adoção da postura ortostática ativa, um maior incremento da área normalizada de baixa frequência (109,9%), menor redução da área normalizada de alta frequência (-57,4%) e um incremento na razão BF/AF um pouco inferior (332,2%). Provável causa para essas diferenças é o fato de que no estudo anterior havia indivíduos que não estavam normais do ponto de vista clínico, o que certamente influencia no padrão da modulação autonômica e impede comparações mais detalhadas.

## **VIII – EFEITOS DA INTERVENÇÃO NO DESEMPENHO FÍSICO SUBMÁXIMO**

Para a análise dos possíveis efeitos do incremento no número de passos/dia no desempenho físico submáximo, avaliado no teste ergoespirométrico - TE, optou-se por comparar apenas os principais indicadores do desempenho, seja pelo comportamento da FC e do consumo de oxigênio no ponto do limiar anaeróbico (VO<sub>2</sub>-LA), como indicadores fisiológicos, seja pelo tempo de teste e pelo desempenho físico expresso pela distância percorrida, como indicadores do rendimento nos testes.

Tanto a FC como o VO<sub>2</sub>-LA mostraram-se iguais do ponto de vista estatístico, na comparação entre os dois testes. Entretanto chama-se a atenção para o fato de que o nível de significância das diferenças está próximo do limite da tendência estatística (0,12 e 0,15 respectivamente). Além disso, em valores medianos, existiram diferenças absolutas, especialmente na FC medida no ponto do limiar anaeróbico, que possivelmente indicam alguma modificação funcional (112 e 120 bpm nos testes 1 e 2 respectivamente). Não se trata de querer extrapolar os limites estatísticos convencionais, mas apenas uma consideração no sentido de que, do ponto de vista funcional, parece ter havido tendência à necessidade de maior aumento da FC para que os voluntários atingissem o LA. Esse aumento absoluto da FC no TE 2, comparativamente ao TE 1, ocorreu em 63% dos voluntários. Pode-se inclusive supor que uma amostra maior talvez contribuísse para verificar se a tendência se transformaria em diferença efetiva.

Quanto à estabilidade estatística dos valores de consumo de oxigênio no LA, atribui-se esse comportamento à característica da intervenção instituída,

especialmente no que se refere ao tempo de acompanhamento. A modalidade e a intensidade do esforço obviamente que também influenciam diretamente a possibilidade de adaptações fisiológicas associadas ao treinamento. Entretanto, existem dois fatores que minimizam o efeito da baixa intensidade do estímulo como causa para a estabilidade do consumo de oxigênio no LA. Inicialmente, ainda não está claramente definido qual é o limite mínimo de intensidade de esforço necessário para provocar melhoria no consumo de oxigênio no ponto do LA (DAVIS et al., 1979). De modo complementar, observou-se que o nível de condicionamento aeróbico submáximo dos voluntários era muito baixo, permitindo assim a suposição teórica de que muitos podem ter chegado próximos da intensidade de limiar, mesmo fazendo apenas caminhadas. Na **Tabela 33** destaca-se que, além da mediana de frequência cardíaca no LA ter sido de apenas 112 bpm no primeiro teste ergoespirométrico, houve 25% dos voluntários que apresentaram FC menor que 101 bpm no ponto do limiar anaeróbico. Significa que alguns, mesmo jovens e saudáveis, atingiram o LA em uma faixa de frequência cardíaca genericamente considerada como de baixa intensidade de esforço para esta faixa etária e condição clínica. É nesse sentido que se atribui ao tempo de acompanhamento o fator provável mais importante para a estabilidade do consumo de oxigênio no LA. A comparação dos dados aqui observados torna-se difícil uma vez que programas de treinamento aeróbico que demonstram efeitos positivos na capacidade cardiorrespiratória incorporam, normalmente, períodos mais longos de treinamento (U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES et al., 1996). Reforçando a hipótese de que a intensidade da intervenção instituída não foi o fator limitante, foi demonstrado, em artigo muito recentemente publicado (MEYER et al., 2007), que houve melhora significativa do consumo máximo de oxigênio em grupo que fazia 5 sessões semanais de exercício de 30 minutos, em esteira rolante a uma intensidade definida como baixa, correspondente a 15 bpm abaixo de 90% do LA. Tomando essa faixa de FC sobre o valor de quartil 25% da amostra da presente pesquisa, significa um treinamento a aproximadamente 80 bpm, o que é perfeitamente factível de ocorrer durante uma caminhada, ainda que leve. Outro grupo que também realizou 5 sessões semanais de 30 minutos cada, na intensidade de 90% do consumo de oxigênio do LA, obteve incremento semelhante no  $VO_2$ max. e superior ao grupo de baixa intensidade no  $VO_2$  do LA. A exemplo da presente pesquisa, esse estudo foi realizado com adultos saudáveis e sedentários, porém de faixa etária um pouco superior (média de 44 anos), A grande diferença reside no tipo de treino (contínuo e em esteira

rolante) e no tempo de acompanhamento, que foi de 12 semanas. Entretanto, destaca-se a semelhança na baixa intensidade do estímulo.

Do ponto de vista do rendimento no teste, conforme pode ser observado nas **Figuras 50, 50A, 51 e 51A**, houve evidente incremento no tempo de teste necessário para se atingir o LA. Do mesmo modo, quando se faz a correção para a carga total de trabalho, expressa pelo desempenho físico, existiu aumento significativo da tolerância ao esforço antes de se atingir o LA. Portanto, a maior tolerância ao esforço no TE 2 comparado ao TE 1 indica adaptação orgânica no sentido de maior eficiência metabólica para sustentar maior carga de trabalho abaixo do limiar anaeróbico. A ocorrência simultânea de maior tolerância ao esforço com valores semelhantes de consumo de oxigênio e de FC, associado à equivalência dos indicadores de modulação autonômica, indica que as adaptações ocorridas são provavelmente de natureza periférica, e não centrais, nos mecanismos de produção aeróbica de energia para o exercício e/ou que estejam em estágio inicial de modificação, insuficientes ainda para repercutir no consumo total de oxigênio.

Em especial, pode-se inferir provável incremento na diferença arteriovenosa de oxigênio e/ou melhora nos mecanismos de tamponamento do ácido láctico desde o início do esforço, postergando assim o ponto de acúmulo que provoca o limiar anaeróbico. Apesar do consumo de oxigênio no LA não ter aumentado de modo significativo, pode-se postular ainda que mecanismos fisiológicos semelhantes aos que potencialmente retardam o ponto de acúmulo de lactado possam ter influenciado no aumento do desempenho físico. Entre outros, pode-se citar possíveis modificações no sentido de melhorar a distribuição de fluxo sanguíneo para a musculatura treinada, aumento na capacidade oxidativa dessa musculatura e mudanças no padrão de recrutamento de fibras musculares, com favorecimento às fibras vermelhas (DAVIS et al., 1979).

Uma questão importante a ser também considerada na avaliação desse potencial efeito positivo do incremento no número de passos diários sobre o rendimento físico submáximo é a magnitude da observação verificada e seu significado funcional. O incremento relativo mediano de tempo no TE até o surgimento do LA foi de 6% e de 8% no caso do desempenho físico expresso pela distância percorrida. Não resta dúvida que numericamente são incrementos pequenos, mas que se julgam funcionalmente bastante significativos, uma vez que ocorreram em 68% dos indivíduos, em uma amostra de voluntários jovens que basicamente caminharam um pouco mais que o

usual, por aproximadamente três semanas. Esse conjunto de fatores remete a uma valorização do achado, que além da diferença estatística adquire potencial significado funcional. A observação desse fato, que se julga absolutamente importante, remete à discussão de duas possíveis extrapolações. O primeiro é no sentido de uma análise reversa, ou seja, se esses indivíduos melhoraram seus desempenhos submáximos ao nível do LA, nessa faixa etária e com tão pouco estímulo de treinamento, indica provavelmente que o estado funcional inicial era extremamente deprimido, ainda que dentro da normalidade clínica. Esta observação é perfeitamente compatível com os valores de  $VO_2$ -LA encontrados, normalmente muito abaixo do esperado para a faixa etária e condição clínica. A outra suposição teórica, a ser respondida em investigações futuras e que foge aos objetivos da presente, é de que a recomendação para aumento no número de passos/dia é usualmente dirigida a pessoas de meia idade e/ou a idosos, onde as atividades de maior intensidade podem ter restrição. Nesse sentido, os dados aqui observados são fortes indicadores de que a população de faixas etárias superiores provavelmente tenham muitos benefícios com intervenções baseadas no aumento do número de passos diários, especialmente se somados potenciais benefícios na modulação autonômica (DE MEERSMAN e STEIN, 2007; TULPPO et al., 1998a).

Quanto aos achados observados na estimativa do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ) por meio do *Polar Fitness Test* (PFT), a despeito de limitações metodológicas abaixo descritas, entende-se que eles reforçam a interpretação do significado funcional atribuído aos pequenos incrementos quantitativos observados na tolerância ao esforço, uma vez que apontam para uma modificação funcional. É certo que, como toda avaliação indireta, os resultados do PFT estão sujeitos a limitações intrínsecas de interpretação. Os dados indicam que o *Polar Fitness Test* mostrou-se capaz de identificar a mudança instituída no nível de atividade física. Além da absoluta igualdade estatística entre as duas avaliações iniciais, fase de controle, houve incremento nos valores medidos na avaliação 3 (pós intervenção) comparativamente à avaliação 2, com alto valor de significância estatística ( $p < 0,001$ ), presente em 95% dos indivíduos. Nessa análise em especial, esperava-se encontrar reprodutibilidade entre as avaliações 1 e 2, porém havia dúvida quanto à capacidade do teste identificar alguma mudança funcional no período de intervenção. As dúvidas recaíam sobre o fato do incremento do nível de atividade física ser muito leve e de curta duração. Nesse sentido a hipótese era de estabilidade no consumo máximo de oxigênio. Além disso, os próprios pesquisadores que desenvolveram o teste referenciam que sua aplicação é recomendada

para avaliar intervenções de mais longo prazo e associadas a programas formais de incremento no nível de esforço (POLAR, 2006; CRUMPTON e WILLIFORD, 2003). Apesar da validade do PFT ser evidenciada pelo fabricante e por outros estudos (POLAR, 2006; CRUMPTON e WILLIFORD, 2003), existem dados conflitantes, indicando boa reprodutibilidade, porém com fraca correlação ( $r = 0,27$ ) com medidas diretas de consumo de oxigênio (KRUEL et al., 2003). Entre esses estudos há diferenças de método, mas deve-se considerar ainda que nenhum deles usou modelo estatístico específico para testar concordância, como o de Bland-Altman (BLAND e ALTMAN, 1995). Por outro lado, os estudos de validação do PFT concordam quanto à adequação do teste para avaliar medidas seriadas, característica esta que importa mais no presente estudo, uma vez que não se procedeu à medida direta de consumo máximo de oxigênio.

Nossos dados indicam aparente contradição entre os achados de medida de consumo de oxigênio ao nível do LA e os resultados do *Polar Fitness Test*. Não tendo havido aumento significativo do  $VO_2$ -LA, não havia expectativa de aumento no consumo máximo de oxigênio, inclusive em razão do tipo de treinamento instituído. Uma possível explicação para essa contradição aparente reside nas variáveis que integram o algoritmo empregado pelo *Polar Fitness Test*, que tem como base para a estimativa do  $VO_2$  a própria variabilidade da frequência cardíaca. Nesse sentido, mesmo não tendo havido modificação estatística do  $VO_2$ -LA e provável estabilidade do  $VO_2$ máx, as sutis alterações observadas na modulação autonômica cardíaca podem ter sido responsáveis, pelo menos em parte, pelo drástico incremento no PFT verificado na avaliação 3, comparativamente às duas anteriores. Conforme descrição do fabricante, “...a frequência cardíaca de repouso e a variabilidade da frequência cardíaca são medidas sensíveis e refletem o *status* do corpo. Mudanças de curta duração nessas variáveis explicam as conseqüentes mudanças nas medidas do *Polar Fitness Test*...” (tradução livre) (POLAR, 2006).

Finalmente, deve considerar que o método de definição do nível de atividade física aqui empregado, e utilizado para ajuste das informações requeridas para cálculo do *OwnIndex* (resultado final do PFT), pode ter contribuído para que os valores do PFT na avaliação 3 apresentassem modificação tão marcante. Cumprindo a meta de passos diários, os voluntários atingiam a recomendação mínima de atividade física diária e assim, em todos os casos e por definição metodológica, modificou-se o nível de atividade física de “baixo” (nas avaliações 1 e 2) para “moderado” (na avaliação 3), em

todos que cumpriram a meta de passos. A confirmação do impacto desse procedimento nos valores do PFT deverá ser alvo de futura investigação.

Portanto, independentemente de eventuais erros na estimativa do  $VO_2$  máximo por meio do PFT (que não era alvo da presente investigação), os dados indicam potencial capacidade desse teste em avaliar, seriadamente, mudanças no nível de atividade física, associadas ou não à modificações da variabilidade da frequência cardíaca.

## **IX – CORRELAÇÕES ENTRE QUANTIDADE DE PASSOS, FUNÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA E DESEMPENHO FÍSICO**

Uma consideração preliminar em relação ao uso da correlação no presente estudo é contextualizar sua aplicabilidade em grupos homogêneos. A lógica de uma análise de correlação pressupõe ao menos uma faixa razoável de variação dos indicadores a serem correlacionados, caso contrário não há como identificar padrões de comportamento quando os valores medidos são todos muito próximos. Apenas para ilustrar, entende-se que não há sentido funcional em procurar correlação entre a altura e peso corporal, se a amostra for constituída apenas por indivíduos muito altos. No caso do presente estudo, pela opção metodológica de constituir uma amostra homogênea, houve impedimento para a busca de determinadas correlações usuais na literatura quando se analisa perfis de passos diários, como a consistente correlação já descrita em relação ao número de passos/dia e o índice de massa corporal (McCORMACK et al., 2006; WYATT et al., 2005; TUDOR-LOCKE et al., 2004c). Apesar dessa consideração, buscou-se correlação em algumas variáveis onde, mesmo em um grupo homogêneo quanto ao nível de atividade física, composição corporal (todos na faixa de normalidade) e condição clínica, havia faixas de variação razoável, como para os índices de função autonômica cardíaca (FAC), onde se percebeu grande dispersão de comportamentos individuais.

Das correlações calculadas entre a variação relativa no número de passos diários e índices da FAC, merecem destaque as associações positivas com o pNN50 e a área espectral de baixa frequência, no repouso supino e o pNN50 e a rMSSD na postura



ortostática, todas na faixa de tendência estatística. Nesses casos os coeficientes de Spearman oscilaram entre 0,39 e 0,44, com nível de significância entre 0,06 e 0,09. Esta observação indica tendência de correlação positiva moderada no sentido de que quando maior o incremento no número de passos diários na segunda fase, maiores foram os valores desses índices na avaliação da FAC pós intervenção. Como pNN50 e a rMSSD são indicadores da modulação parassimpática e o efeito foi mais marcante na postura ortostática, reforça-se a interpretação que o aumento no número de passos, portanto no nível de atividade física de forma leve a moderada, provocou tendência à modificação da modulação autonômica vagal, especialmente na situação onde há depressão absoluta e/ou relativa de sua ação, qual seja, na postura ortostática. Nesse sentido, entende-se que esses dados indicam que o período de acompanhamento instituído na nesta pesquisa constituiu, provavelmente, uma fase intermediária de adaptação fisiológica.

Nas correlações entre os índices de VFC e as variáveis de desempenho físico submáximo, a hipótese inicial não se confirmou, ou seja, não houve associação no comportamento dessas variáveis. Nesse ponto, a homogeneidade no nível inicial de atividade física do grupo e o tamanho da amostra podem ter influenciado. O mesmo raciocínio pode ser aplicado à falta de correlação entre o número de passos/diários e os indicadores ergoespirométricos de desempenho.

Finalmente, destacam-se as correlações significativas encontradas entre a FC de repouso na postura ortostática e o percentual de incremento de FC até o ponto do LA, ilustradas nas **Figuras 52 e 53**. Os coeficientes de Spearman foram de -0,69 no TE 1 e de -0,67 no TE 2, com altos nível de significância ( $p = 0,001$  e  $0,002$ , respectivamente). Apesar de numericamente as correlações encontrarem-se em uma faixa de intensidade moderada, entende-se que pelo tamanho da amostra e pela natureza das variáveis, as correlações encontradas são funcionalmente bastante importantes. Entende-se como comportamento merecedor de destaque o fato de que, em uma faixa de normalidade de FC de repouso, portanto relativamente estreita, quanto maior o valor da FC, menor foi o incremento necessário para se atingir o limiar anaeróbico. As conseqüências dessa associação são basicamente duas. Primeiro que a FC de repouso no ortostatismo, nesses indivíduos saudáveis, jovens e sedentários, foi um indicador indireto de aptidão física submáxima, no sentido de que quanto maior a FC no repouso ortostático, mais precocemente ocorreu o LA. Em segundo lugar a consideração de que, quando da análise da intensidade individual de uma sobrecarga de esforço, um mesmo incremento percentual de FC em relação ao repouso, pode significar diferentes

demandas fisiológicas. Essa é uma interpretação que difere da correção que usualmente se procede quando se busca uniformizar as sobrecargas fisiológicas relacionadas ao esforço em diferentes indivíduos. É habitual pensar em corrigir a sobrecarga padronizando-se o percentual de incremento da FC ao invés de usar valores absolutos de FC. Certo é que um indivíduo com FC de repouso de 50 bpm deverá dobrar seu valor inicial para chegar a 100 bpm, ao passo que outro que inicia a atividade com 75 bpm necessitará provavelmente de menor incremento de esforço para chegar nos mesmos 100 bpm. O que se postula aqui não é contraditório a esse princípio de relatividade do incremento, mas a informação complementar de que o menor incremento percentual no indivíduo inicialmente mais taquicárdico talvez represente maior desgaste fisiológico submáximo, uma vez que sua “reserva” de FC antes do ponto do limiar anaeróbico foi proporcionalmente mais utilizada. Em resumo, para avaliar sobrecarga fisiológica provocada pelo estresse do exercício, no grupo em questão, mostrou boa correlação com sua eficiência física submáxima (manifestada na própria FC de repouso). Isto porque, no grupo avaliado, as frequências cardíacas de repouso mostraram correlação com a reserva de FC antes do ponto de LA, ou seja, um mesmo incremento percentual de FC em relação ao repouso pode implicar em demandas fisiológicas drasticamente diferentes. Caso um indivíduo realize todo incremento da FC abaixo do LA e outro, inicialmente mais taquicárdico, necessite ultrapassar o ponto de consumo de oxigênio onde a oferta aeróbica já não supre todas as demandas, este último sofrerá maior desgaste fisiológico.

A bradicardia acentuada no atleta ou no indivíduo muito ativo é manifestação comum. Nesses indivíduos há que se imaginar maior reserva cronotrópica antes do LA, uma vez que a FC de repouso guarda relação com a própria aptidão aeróbica. O que chama a atenção é que não se esperava a mesma associação no grupo com as características do que aqui foi estudado.

Terminadas as interpretações dos principais fenômenos observados na presente pesquisa, passar-se-á às conclusões e considerações finais.

## CONCLUSÕES

Nesta pesquisa desenvolvida em um grupo de adultos jovens, do sexo masculino, saudáveis e insuficientemente ativos, observou-se que:

- I. o grupo estudado apresentou padrão usual de passos diários inferior a 10.000 passos por dia e houve presença significativa do “efeito final de semana” nesse padrão, confirmando-se assim a hipótese inicial;
- II. a intervenção baseada na meta de aumento de 3500 passos/dia, por um período de aproximadamente três semanas, foi efetiva tanto nos dias úteis quanto nos finais de semana/feriados e não teve efeitos sobre o controle do peso, do índice de massa corporal, na frequência cardíaca e pressão arterial de repouso;
- III. a variabilidade da frequência cardíaca, em todas as avaliações, caracterizou-se por ampla faixa de variação de seus índices, tanto temporais quanto espectrais, expressa por enormes dispersões em torno de valores centrais. Este fato está provavelmente associado às características da faixa etária e normalidade clínica da amostra, o que dificulta a observação de eventuais modificações relacionadas a intervenções de pequena magnitude;
- IV. existiu adequada reprodutibilidade, ou equivalência funcional, dos diversos índices temporais e espectrais da variabilidade da frequência cardíaca, confirmando a hipótese inicial. A tendência de sutis modificações na reavaliação, após aproximadamente duas semanas sem qualquer intervenção, sugere possível “efeito de aprendizagem do teste”, que merece consideração em estudos futuros, especialmente naqueles de desenho transversal;
- V. o aumento do nível de atividade física com base na meta de incremento de 3500 passos/dia, durante cerca de três semanas, gerou tendência estatística a aumento na modulação autonômica global, expressa pelos índices temporais da variabilidade da frequência cardíaca, especialmente na postura ortostática. No

entanto não houve qualquer modificação no padrão do equilíbrio vago-simpático da modulação autonômica. Esses achados refutam a hipótese inicial;

- VI. existiu grande dispersão no padrão do equilíbrio vago-simpático no repouso supino e o emprego da manobra de adoção da postura ortostática ativa mostrou-se eficiente como opção de verificação da integridade funcional da regulação autonômica sobre o coração. A magnitude das respostas fisiológicas ao ortostatismo, em favor do predomínio simpático, não sofreu influência da intervenção instituída;
- VII. houve tendência estatística para uma correlação positiva entre alguns índices da FAC, especialmente o pNN50 e a rMSSD na postura ortostática, com o incremento percentual no número de passos diários além do padrão usual, sugerindo concomitância entre maiores aumentos relativos no número de passos/dia e a maior modulação parassimpática nessa postura. Quanto à variação absoluta no incremento dos passos diários, não se confirmou a hipótese inicial de correlação significativa;
- VIII. não foram observadas correlações significativas entre os diversos índices de avaliação da função autonômica cardíaca com as variáveis cardiorrespiratórias e de desempenho ao nível do limiar anaeróbico;
- IX. o conjunto dos dados reforçam que a variabilidade da frequência cardíaca pode ser utilizada como método de análise seriada da função autonômica cardíaca para se avaliar intervenções a curto prazo (aproximadamente 40 dias), mesmo na presença de oscilações de pequena magnitude no nível de atividade física ao longo do período de acompanhamento;
- X. o aumento no número de passos/dia, baseado na meta de incremento de 3500 passos diários, foi eficiente no sentido de aumentar a tolerância ao esforço submáximo (tempo de teste e a distância percorrida), independentemente de incremento no consumo de oxigênio no limiar anaeróbico e de redução da frequência cardíaca de repouso, sugerindo assim que ocorreram modificações nos

mecanismos periféricos de produção de energia para o esforço físico;

- XI. o *Polar Fitness Test* teve adequada reprodutibilidade e foi capaz de, no curto prazo da pesquisa, expressar níveis de atividade física semelhantes na fase sem intervenção, e pequenos incrementos nesse nível, baseados no aumento do número de passos/dia, confirmando-se a hipótese inicial;
- XII. houve correlação negativa moderada entre os valores de frequência cardíaca de repouso na postura ortostática e seu incremento percentual até o ponto do liminar anaeróbico, indicando que, no grupo avaliado, esse valor de frequência cardíaca de repouso, mesmo em um grupo jovem, insuficientemente ativo e saudável, foi um bom indicador indireto do desempenho aeróbico submáximo;
- XIII. existiu alto nível de adesão, no curto prazo, ao incremento de 3500 passos diários em relação à média usualmente acumulada pelos voluntários, aceitando-se a hipótese inicial.

Como conclusão mais genérica relativa ao principal objetivo da presente pesquisa, podemos afirmar que:

O incremento de aproximadamente 3500 passos diários pareceu induzir aumento da modulação parassimpática no curto prazo, especialmente na postura ortostática, porém sem modificar o balanço vago-simpático. O treinamento físico instituído, baseado na atividade mais natural do ser humano – a caminhada, mostrou-se eficiente para melhorar o rendimento físico submáximo ao nível do liminar anaeróbico, sem alterar o  $VO_2$ -LA e a FC de repouso, indicando provável mecanismo periférico de adaptação. As sutis modificações observadas adquirem especial relevância quando consideradas as características da amostra e do tipo de intervenção instituída, indicando que o tempo de acompanhamento provavelmente restringiu-se à uma fase inicial de modificação funcional

Finalmente, destacam-se os possíveis desdobramentos que os dados aqui observados e as análises instituídas poderão gerar, subsidiando novas pesquisas nos campos da fisiologia cardiovascular, do desempenho físico e de políticas públicas de intervenção na promoção da atividade física e da saúde.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AKSELROD, S.; GORDON, D.; UBEL, F. A.; SHANNON, D. C.; BARGER, A. C.; COHEN, R. J. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat to beat cardiovascular control. **Science**, 213: 220-222, 1981.
2. ALBRIGHT, C. e THOMPSON, D. L. The Effectiveness of Walking in Preventing Cardiovascular Disease in Women: A Review of the Current Literature. **Journal of Women's Health**, 15(3): 271-280, 2006.
3. ALTIMIRAS, J. Understanding autonomic sympathovagal balance from short-term heart rate variations. Are we analyzing noise? **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A**, 124: 447-460, 1999.
4. AMERICAN COLLEGE OS SPORTS MEDICINE - ACSM. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. 6ª edição. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2003, 239p.
5. ANDRADE, J.; BRITO, F. S.; VILAS-BOAS, F.; CASTRO, I.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARAES, J. I.; STEIN, R. II Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, 78(Supl II): 2002.
6. ANOSOV, O.; PATZAK, A.; KONONOVICH, Y.; PERSSON, P. B. High-frequency oscillations of the heart rate during ramp load reflect the human anaerobic threshold. **European Journal of Applied Physiology**, 83: 388-394, 2000.
7. ANTTI, M. K.; ARTO, J. H.; TIMO, H. M.; TAPIO, S.; HEIKKI, V. H.; MIKKO, P. T. Cardiac vagal outflow after aerobic training by analysis of high-frequency oscillation of the R-R interval. **European Journal of Applied Physiology**, V96(6): 686-692, 8-4-2006.
8. ARAIZA, P.; HEWES, H.; GASHETEWA, C.; VELLA, C. A.; BURGE, M. R. Efficacy of a pedometer-based physical activity program on parameters of diabetes control in type 2 diabetes mellitus. **Metabolism**, 55(10): 1382-1387, 2006.

9. ARONNE, L. J.; MACKINTOSH, R.; ROSENBAUM, M.; LEIBEL, R. L.; HIRSCH, J. Cardiac autonomic nervous system activity in obese and never-obese young men. **Obesity Research**, 5(4): 354-359, 1997.
10. BARROS NETO, T. L.; CÉSAR, M. C.; TEBEXRENI, A. S. Fisiologia do Exercício. In: Ghorayerb, N. and Barros, T. (Ed). **O Exercício - preparação fisiológica, avaliação médica - aspectos especiais e preventivos**. São Paulo: Ed. Atheneu, 1999, 3-13p.
11. BASSETT, D. R.; AINSWORTH, B. E.; SWARTZ, A. M.; STRATH, S. J.; O'BRIEN, W. L.; KING, G. A. Validity of four motion sensors in measuring moderate intensity physical activity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 32(9): S471-S480, 2000a.
12. BASSETT, D. R.; CURETON, A. L.; AINSWORTH, B. E. Measurement of daily walking distance-questionnaire versus pedometer. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 32(5): 1018-1023, 2000b.
13. BERNE, R. M. e LEVY, M. N. **Physiology**. 4th ed. Mosby, 1998.
14. BESSER, L. M. e DANNENBERG, A. L. Walking to Public Transit: Steps to Help Meet Physical Activity Recommendations. **American Journal of Preventive Medicine**, 29(4): 273-280, 2005.
15. BJORGAAS, M.; VIK, J. T.; SAETERHAUG, A.; LANGLO, L.; SAKSHAUG, T.; MOHUS, R. M.; GRILL, V. Relationship between pedometer-registered activity, aerobic capacity and self-reported activity and fitness in patients with type 2 diabetes. **Diabetes, Obesity and Metabolism**, 7(6): 737-744, 2005.
16. BLAND, J. M. e ALTMAN, D. G. Comparing methods of measurement: why plotting difference against standard method is misleading. **The Lancet**, 346(8982): 1085-1087, 21-10-1995.
17. BOSNER, M. S. e KLEIGER, R. E. Heart rate variability and risk stratification after myocardial infarction. In: Malik, Marek and Camm, A. J. (Ed). **Heart rate variability**. Armonk, NY: Futura Publishing Company, 1995, 331-340p.
18. BOUTCHER, S. H. e STEIN, P. Association between heart rate variability and training response in sedentary middle-aged men. **European Journal of Applied Physiology**, V70(1): 75-80, 21-1-1995.
19. BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Normas de pesquisa envolvendo seres humanos - Resolução Conselho Nacional de Saúde nº196/96**. 1996.

20. BRITO, J. E. B. Fisiologia do sistema nervoso autônomo. In: Cingolani, H. E. and Houssay, A. B. (Ed). **Fisiologia Humana de Houssay**. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2004, 786-809p.
21. BROWN, T. E.; BEIGHTOL, L. A.; KOH, J.; ECKBERG, D. L. Important influence of respiration on human R-R interval power spectra is largely ignored. **Journal of Applied Physiology**, 75(5): 2310-2317, 1-11-1993.
22. BRUNETTO, A. F.; SILVA, B. M.; ROSEGUINI, B. T.; HIRAI, D. H.; GUEDES, D. P. Limiar ventilatório e variabilidade da frequência cardíaca em adolescentes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, 11(1): 22-27, 2005.
23. BUCH, A. N.; COOTE, J. H.; TOWNEND, J. N. Mortality, cardiac vagal control and physical training - what's the link? **Experimental Physiology**, 87(4): 423-435, 2002.
24. BURGER MD, A. J.; CHARLAMB MD, M.; WEINRAUCH MD, L. A.; D'ELIA MD, J. A. Short- and Long-Term Reproducibility of Heart Rate Variability in Patients With Long-Standing Type I Diabetes Mellitus. **The American Journal of Cardiology**, 80(9): 1198-1202, 1-11-1997.
25. CARNETHON, M. R.; LIAO, D.; EVANS, G. W.; CASCIO, W. E.; CHAMBLESS, L. E.; HEISS, G. Correlates of the shift in heart rate variability with an active postural change in a healthy population sample: The Atherosclerosis Risk In Communities study. **American Heart Journal**, 143(5): 808-813, 2002.
26. CARVALHO, J. L. A.; ROCHA, A. F.; NASCIMENTO, F. A. O.; SOUZA NETO, J.; JUNQUEIRA JR., L. F. Development of a Matlab software for analysis of heart rate variability. **ICSP'2002 Proceeding - 6th International Conference on Signal Processing**, Vol. 02: 1488-1491, 2002.
27. CARVALHO, J. L. A.; ROCHA, A. F.; SANTOS, I.; ITIKI, C.; JUNQUEIRA JR., L. F.; NASCIMENTO, F. A. O. Study on the optimal order for teh auto-regressive time-frequency analysis of heart rate variability. **Proceedings of the 25th Annual Internacional Conference of the IEEE EMBC, Cancun, México**, 17-21, 2003.
28. CASTRO, C. L. B.; NÓBREGA, A. C. L.; ARAÚJO, C. G. S. D. Testes autonômicos cardiovasculares: uma revisão crítica. Parte II. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, 59: 151-158, 1992.
29. CATAI, A. M.; CHACON-MIKAHIL, M. P. T.; MARTINELLI, F. S.; FORTI, V. A. M.; SILVA, E.; GOLFETTI, R.; MARTINS, L. E. B.; SZRAJER, J. S.;



- WANDERLEY, J. S.; LIMA, E. C.; MILAN, L. A.; MARIN-NETO, J. A.; MACIEL, B. C.; GALLO, L. Effects of aerobic exercise training on heart rate variability during wakefulness and sleep and cardiorespiratory responses of young and middle-aged healthy men. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, 35(6): 741-752, 2002.
30. CHAN C.B; RYAN, D. A. J.; TUDOR-LOCKE, C. Relationship between objective measures of physical activity and weather: a longitudinal study. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, 3(21): 2006.
31. CHAN C.B; SPANGLER, E.; VALCOUR, J.; TUDOR-LOCKE, C. Cross-sectional relationship of pedometer-determined ambulatory activity to indicators of health. **Obesity Research**, 11(12): 1563-1570, 2003.
32. CHOBANIAN, A. V.; BAKRIS, G. L.; BLACK, H. R.; CUSHMAN, W. C.; GREEN, L. A.; IZZO, J. L., JR.; JONES, D. W.; MATERSON, B. J.; OPARIL, S.; WRIGHT, J. T., JR.; ROCCELLA, E. J.; THE NATIONAL HIGH BLOOD PRESSURE EDUCATION PROGRAM COORDINATING COMMITTEE. Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. **Hypertension**, 42(6): 1206-1252, 1-12-2003.
33. CLARKE, J. M.; SHELTON, J. R.; HAMER, J.; TAYLOR, S. The rhythm of the normal human heart. **The Lancet**, 4: 508-512, 1976.
34. CRAIG, C. L.; MARSHALL, A. L.; SJÖSTRÖM, M.; BAUMAN, A. E.; BOOTH, M. L.; AINSWORTH, B. E.; PRATT, M.; EKELUND, U.; YNGVE, A.; SALLIS, J.; OJA, P. International Physical Activity Questionnaire: 12-Country Reliability and Validity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 35(8): 1381-1395, 8-8-2003.
35. CROTEAU, K. A. A preliminary study on the impact of a pedometer-based intervention on daily steps. **American Journal of Health Promotion**, 18(3): 217-220, 2004.
36. CROUTER, S. E.; SCHNEIDER, P. L.; KARABULUT, M.; BASSETT, D. R. Validity of 10 electronic pedometers for measuring steps, distance, and energy cost. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 35(8): 1455-1460, 2003.
37. CRUMPTON, S. e WILLIFORD, H. N. Validity of the Polar M52 heart rate monitor in predicting VO<sub>2</sub>max. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 35,(5 (Suppl 1),): s193-2003.

38. DAVID S.DITOR; MARK, V. K.; MAUREEN, J. M.; JOANNE, B.; NEIL, M.; AUDREY, L. H. Reproducibility of heart rate variability and blood pressure variability in individuals with spinal cord injury. **Clinical Autonomic Research**, V15(6): 387-393, 17-12-2005.
39. DAVIS, J. A.; FRANK, M. H.; WHIPP, B. J.; WASSERMAN, K. Anaerobic threshold alterations caused by endurance training in middle-aged men. **Journal of Applied Physiology**, 46(6): 1039-1046, 1979.
40. DE MEERSMAN, R. E. e STEIN, P. K. Vagal modulation and aging. **Biological Psychology**, 74(2): 165-173, 2007.
41. DE PAULA, W. D.; SANTOS, L. M.; JESUS, P. C.; CARVALHO, H. S.; JUNQUEIRA JR., L. F. Variabilidade da frequência cardíaca em resposta ao ortostatismo: comparação entre atletas de diferentes modalidades e sedentários. **Anais do 4º Congresso de iniciação científica da Universidade de Brasília**, p.138, 1998.
42. ECKBERG, D. L. Parasympathetic cardiovascular control in human disease: a critical review of methods and results. **American Journal of Physiology**, 239: H581-H593, 1980.
43. ECKBERG, D. L. Sympathovagal Balance : A Critical Appraisal. **Circulation**, 96(9): 3224-3232, 4-11-1997.
44. EVANGELISTA, F. S.; MARTUCHI, S. E. D.; NEGRAO, C. E.; BRUM, P. C. Loss of resting bradycardia with detraining is associated with intrinsic heart rate changes. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, 38(7): 1141-1146, 2005.
45. EWING, D. J.; MARTYN, C. N.; YOUNG, R. J.; CLARKE, B. F. The value of cardiovascular autonomic function tests: 10 years of experience in diabetes. **Diabetes Care**, 18: 491-498, 1985.
46. FLEG, J. L.; PINA, I. L.; BALADY, G. J.; CHAITMAN, B. R.; FLETCHER, B.; LAVIE, C.; LIMACHER, M. C.; STEIN, R. A.; WILLIAMS, M.; BAZZARRE, T. Assessment of Functional Capacity in Clinical and Research Applications : An Advisory From the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. **Circulation**, 102(13): 1591-1597, 26-9-2000.
47. FREED, L. A.; STEIN, K. M.; GORDON, M.; URBAN, M.; KLIGFIELD, P. Reproducibility of power spectral measures of heart rate variability obtained

- from short-term sampling periods. **The American Journal of Cardiology**, 74(9): 972-973, 1-11-1994.
48. FREEMAN, R.; SAUL, J. P.; ROBERTES, M. S.; BERGER, R. D.; BROADBRIGDE, C.; COHEN, R. J. Spectral analysis of heart rate in diabetic autonomic neuropathy. **Arquivos of Neurology**, 48: 185-190, 1991.
  49. FURLAN, R.; PIAZZA, S.; DELL'ORTO, S.; GENTILE, E.; CERUTTI, S.; PAGANI, M.; MALLIANI, A. Early and late effects of exercise and athletic training on neural mechanisms controlling heart rate. **Cardiovascular Research**, 27: 482-488, 1993.
  50. GALLO JR., L.; MACIEL, B. C.; MANÇO, J. C.; MARIN-NETO, J. A. Sympathetic and parasympathetic changes in heart rate control during dynamic exercise induced by endurance training in man. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, 22: 631-643, 1989.
  51. GASKILL; S.E.; RUBY, B. C.; WALKER, A. J.; SANCHEZ, O. A.; SERFASS, R. C.; LEON, A. S. Validity and reliability of combining three methods to determine ventilatory threshold. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 33(11): 1841-1848, 2001.
  52. GUIMARÃES, J. I.; VILAS-BOAS, F.; STEIN, R.; E COLS. Normatização de técnicas e equipamentos para realização de exames em ergometria e ergoespirometria. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, 80(4): 457-464, 2003.
  53. GUO, X. H.; YI, G.; BATCHVAROV, V.; GALLAGHER, M. M.; MALIK, M. Effect of moderate physical exercise on noninvasive cardiac autonomic tests in healthy volunteers. **International Journal of Cardiology**, 69(2): 155-168, 1999.
  54. GUYTON, A. C. e HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 10<sup>a</sup> ed. Guanabara Koogan, 2002.
  55. GUZZETTI, S.; IOSA, D.; PECIS, M.; BONURA, L.; PROSDOCIMI, M.; MALLIANI, A. Impaired heart rate variability in patients with chronic Chagas' disease. **American Heart Journal**, 121: 1727-1734, 1991.
  56. HASKELL, W. L.; LEE, I-M.; PATE, R. R.; POWELL, K. E.; BLAIR, S. N.; FRANKLIN, B. A. MACERA, C. A. HEALH, G. W.; THOMPSON, P. D.; BAUMAN, A. Physical activity and public health. Updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Circulation**, 116: 1081-1093, 2007.

57. HAUTALA, A.; TULPPO, M. P.; MAKIKALLIO, T. H.; LAUKKANEN, R.; NISSILA, S.; HUIKURI, H. V. Changes in cardiac autonomic regulation after prolonged maximal exercise. **Clinical Physiology**, 21(2): 238-245, 2001.
58. HAUTALA, A. J.; MAKIKALLIO, T. H.; KIVINIEMI, A.; LAUKKANEN, R. T.; NISSILA, S.; HUIKURI, H. V.; TULPPO, M. P. Cardiovascular autonomic function correlates with the response to aerobic training in healthy sedentary subjects. **AJP - Heart and Circulatory Physiology**, 285(4): H1747-H1752, 1-10-2003a.
59. HAUTALA, A. J.; MAKIKALLIO, T. H.; SEPPANEN, T.; HUIKURI, H. V.; TULPPO, M. P. Short-term correlation properties of R-R interval dynamics at different exercise intensity levels. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, 23(4): 215-223, 1-7-2003b.
60. ----- Short-term correlation properties of R-R interval dynamics at different exercise intensity levels. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, 23(4): 215-223, 2003c.
61. HEPBURN, H.; FLETCHER, J.; ROSENGARTEN, T. H.; COOTE, J. H. Cardiac vagal tone, exercise performance and the effect of respiratory training. **European Journal of Applied Physiology**, V94(5): 681-689, 1-8-2005.
62. HON, E. H. e LEE, S. T. Electronic evaluations of the fetal heart rate patterns preceding fetal death: further observations. **American Journal of Obstetrics and Gynecology**, 87: 814-826, 1965.
63. HUIKURI, H. V.; YLITALO, A.; PIKKUJÄMSÄ, S. M.; IKÄHEIMO, M. J.; AIRAKSINEN, K. E. J.; RANTALA, A. O.; LILJA, M.; KESÄNIEMI, Y. A. Heart rate variability in systemic hypertension. **American Journal of Cardiology**, 77: 1073-1077, 1996.
64. HURLEY, B. F.; HAGBERG, J. M.; ALLEN, W. K.; SEALS, D. R.; YOUNG, J. C.; CUDDIHEE, R. W.; HOLLOSZY, J. O. Effect of training on blood lactate levels during submaximal exercise. **Journal of Applied Physiology**, 56(5): 1260-1264, 1-5-1984.
65. HURTADO, M. C. C. A ação do sistema neurovegetativo sobre o coração. In: Cingolani, H. E. and Houssay, A. B. (Ed). **Fisiologia Humana de Houssay**. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2004, 378-387p.
66. IWANE, M.; ARITA, M.; TOMIMOTO, S.; SATANI, O.; MATSUMOTO, M.; MIYASHITA, K.; NISHIO, I. Walking 10,000 steps/day or more reduces blood

pressure and sympathetic nerve activity in mild essential hypertension. **Hypertension Research**, 23(6): 573-580, 2000.

67. JESUS, P. C. **Considerações metodológicas e caracterização de procedimentos implicados nas análises temporal e espectral da variabilidade da frequência cardíaca, para avaliação clínica do controle autônomo do coração.** (Mestrado em Clínica Médica) - Faculdade de Ciências da Saúde - Universidade de Brasília, Brasília, 1996.
68. JUNQUEIRA JR., L. F. Ambulatory assessment of cardiac autonomic function in Chagas' heart disease patients based on indexes of R-R interval variation in the Valsalva maneuver. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, 23: 1091-1102, 1990a.
69. -----. Sobre o possível papel da disfunção autonômica cardíaca na morte súbita associada a doença de Chagas. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, 56: 429-434, 1990b.
70. -----. Disfunção autonômica cardíaca, arritmogênese e morte súbita chagásica: perspectivas fisiopatológicas. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 26(supl II): 1993.
71. -----. **Organização morfo-funcional cardiovascular. Propriedades elementares do coração. Eletrofisiologia Cardíaca.** Disponível em: <<http://www.unb.br/fs/clm/labcor/silabusorg.htm>> acesso em: 26-11-2006.
72. -----. **Regulação cardiovascular - Syllabus.** Disponível em: <<http://www.unb.br/fs/clm/labcor/silabusorg.htm>> acesso em: <4-2-2007.
73. JUNQUEIRA JR., L. F.; GALLO JR., L.; MANÇO, J. C.; MARIN-NETO, J. A.; AMORIN, D. S. Subtle cardiac autonomic impairment in Chagas' disease detected by baroreflex sensitivity testing. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, 18: 171-178, 1985.
74. JURCA, R.; CHURCH, T. S.; MORSS, G. M.; JORDAN, A. N.; EARNEST, C. P. Eight weeks of moderate-intensity exercise training increases heart rate variability in sedentary postmenopausal women. **American Heart Journal**, 147(5): 2004.
75. KAMATH, M. V. e FALLEN, E. L. Correction of the heart rate variability signal for ectopics and missing beats. In: Malik, Marek and Camm, A. J. (Ed). **Heart rate variability.** Armonk, NY: Futura Publishing Company, 1995, 75-85p.

76. KATONA, P. G.; MCLEAN, M.; DIGHTON, D. H.; GUZ, A. Sympathetic and parasympathetic cardiac control in athletes and nonathletes at rest. **Journal of Applied Physiology**, 52(6): 1652-1657, 1-6-1982.
77. KAUTZNER, J. Reproducibility of heart rate variability measurement. In: Malik, Marek and Camm, A. J. (Ed). **Heart rate variability**. Armonk, NY: Ed. Futura, 1995, 165-171p.
78. KLEIGER, R. E.; STEIN, P. K.; BOSNER, M. S.; ROTTMAN, J. N. Time-domain measurements of heart rate variability. In: Malik, Marek and Camm, A. J. (Ed). **Heart rate variability**. Armonk, New York: Futura Publishing Company, 1995, 33-45p.
79. KOULOURI, A. A.; TIGBE, W. W.; LEAN, M. E. J. The effect of advice to walk 2000 extra steps daily on food intake. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, 19(4): 263-266, 2006.
80. KOWALEWSKI, M. A. e URBAN, M. Short- and long-term reproducibility of autonomic measures in supine and standing positions. **Clinical Science**, 106(1): 61-66, 2004.
81. KRUEL, L. F. M.; COERTJENS, M.; TARTARUGA, L. A. P.; PUSCH, H. C. Validade e fidedignidade do consumo máximo de oxigênio predito pelo freqüencímetro Polar M52. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, 2: 2003.
82. LAITINEN, T.; NISKANEN, L.; GEELLEN, G.; LANSIMIES, E.; HARTIKAINEN, J. Age dependency of cardiovascular autonomic responses to head-up tilt in healthy subjects. **Journal of Applied Physiology**, 96(6): 2333-2340, 1-6-2004.
83. LAROVERE, M. T.; MORTARA, A.; PINNA, G. D.; BERNARDI, L. Baroreflex sensitivity and heart rate variability in the assessment fo the autonomic status. In: Malik, Marek and Camm, A. J. (Ed). **Heart rate variability**. Armonk, NY: Futura Publishing Company, 1995, 189-205p.
84. LE MASURIER, G. C.; SIDMAN, C. L.; CORBIN, C. B. Accumulating 10,000 steps: Does this meet current physical activity guidelines? **Research Quarterly for Exercise and Sport**, 74(4): 389-394, 2003.
85. LEVY, M. N. Sympathetic-parasympathetic interactions in the heart. **Circulation Research**, 29(5): 437-445, 1971.

86. LOMBARDI, F. e SANDRONE, G. Heart rate variability and sympatho-vagal interaction after myocardial infarction. In: Malik, Marek and Camm, A. J. (Ed). **Heart rate variability**. Armonk, NY: Futura Publishing Company, 1995, 223-234p.
87. LUCINI, D.; TRABUCCHI, V.; MALLIANI, A.; PAGANI, M. Analysis of initial autonomic adjustments to moderate exercise in humans. **Journal of Hypertension**, 13: 1660-1663, 1995.
88. MACIEL, B. C.; GALLO JR., L.; MARIN-NETO, J. A.; LIMA FILHO, E. C.; TERRA FILHO, J.; MANÇO, J. C. Parasympathetic contribution to bradycardia induced by endurance training in man. **Cardiovascular Research**, 19: 642-648, 1985.
89. MALFATO, G.; FACCHINI, M.; BRAGATO, R.; BRANZI, G.; SALA, L.; LEONETTI, G. Short and long term effects of exercise training on the tonic autonomic modulation of heart rate variability after myocardial infarction. **European Heart Journal**, 17: 532-538, 1996.
90. MALFATO, G.; FACCHINI, M.; SALA, L.; BRANZI, G.; BRAGATO, R.; LEONETTI, G. Effects of cardiac rehabilitation and beta-blocker therapy on heart rate variability after first acute myocardial infarction. **American Journal of Cardiology**, 81: 834-840, 1998.
91. MALIK, M. e CAMM, A. J. **Heart rate variability**. Armonk, New York: Futura Publishing Company, 1995,
92. MALIK, M. e ECKBERG, D. L. Sympathovagal Balance: A Critical Appraisal - Response. **Circulation**, 98(23): 2643-2644, 8-12-1998.
93. MALLIANI, A.; PAGANI, M.; LOMBARDI, F.; FURLAN, R.; GUZZETTI, S.; CERUTTI, S. Spectral analysis to assess increased sympathetic tone in arterial hypertension. **Hypertension**, 17(suppl): III-36-III-41, 1991.
94. MANCINI, M. C. e CARRA, M. K. Dificuldade diagnóstica em Pacientes Obesos - Parte I. **Revista ABESO**, II(nº 03): 2001.
95. MANÇO, J. C.; GALLO JR., L.; GODOY, R. A.; FERNANDES, R. G. Degeneration of the cardiac nerves in Chagas' disease: further studies. **Circulation**, 40: 879-1969.
96. MARTINELLI, F. S.; CHACON-MIKAHIL, M. P. T.; MARTINS, L. E. B.; LIMA, E. C.; GOLFETTI, R.; PASCHOAL, M. A.; GALLO, L. Heart rate

- variability in athletes and nonathletes at rest and during head-up tilt. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, 38(4): 639-647, 2005.
97. MASARI, A.; EIICHI, O.; TOSHIO, M. A comparative scale of autonomic function with age through the tone-entropy analysis on heart period variation. **European Journal of Applied Physiology**, V98(3): 276-283, 21-10-2006.
  98. MAYERS, J.; PRAKASH, M.; FROELICHER, V.; DAT, D.; PARTINGTON, S.; EDWIN, A. J. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. **The New England Journal of Medicine**, 346(11): 793-801, 2002.
  99. McCORMACK, G.; GILES-CORTI, B.; MILLIGAN, R. Demographic and individual correlates of achieving 10,000 steps/day: use of pedometers in a population-based study. **Health Promotion J of Australia**, 17(43): 47-2006.
  100. MELANSON, E. L. Resting heart rate variability in men varying in habitual physical activity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 32(11): 1894-1901, 2000.
  101. MELASON, E. L.; FREEDSON, P. S.; HENDELMAN, D.; DEBOLD, E. Reliability and validity of a portable metabolic measurement system. **Canadian Journal of Applied Physiology-Revue Canadienne de Physiologie Appliquee**, 21(2): 109-119, 1996.
  102. MEYER, T.; AURACHER, M.; HEEG, K.; URHAUSEN, A.; KINDERMANN, W. Effectiveness of Low-Intensity Endurance Training. **International Journal of Sports Medicine**, (1): 33-39, 2007.
  103. MILLER, R. e BROWN, W. Steps and Sitting in a Working Population. **International Journal of Behavioral Medicine**, 11(4): 219-224, 2004.
  104. MOHRMAN, C. R. e HELLER, L. J. **Cardiovascular Physiology**. 4th ed. McGraw-Hill, 1997.
  105. MOLINA, G. E. **Desempenho da potência anaeróbia em atletas de elite do Mountain Bike submetidos a suplementação aguda com creatina**. (Mestrado em Ciências da Saúde) - Faculdade de Ciências da Saúde - Universidade de Brasília, Brasília, dezembro, 2006.
  106. NAGAI, N. e MORITANI, T. Effect of physical activity on autonomic nervous system function in lean and obese children. **International Journal of Obesity**, 28(1): 27-33, 2004.



107. NARUMI, N.; TAKU, H.; TETSUYA, K.; TOSHIO, M. Moderate physical exercise increases cardiac autonomic nervous system activity in children with low heart rate variability. **Child's Nervous System**, V20(4): 209-214, 1-4-2004.
108. NEGRAO, C. E.; MOREIRA, E. D.; SANTOS, M. C.; FARAH, V. M.; KRIEGER, E. M. Vagal function impairment after exercise training. **Journal of Applied Physiology**, 72(5): 1749-1753, 1-5-1992.
109. NOBACK, C. R.; STROMINGER, N. L.; DEMAREST, R. J. **Neuroanatomia - estrutura e função do sistema nervoso humano**. 5ª ed. São Paulo: Editorial Premier, 1999,
110. NOVITSKI, S.; SEGAL, K. R.; CHATR-ARYMONTRI, B.; GUVAKOV, D.; KATCH, V. L. Validity of a new portable indirect calorimeter: the AeroSport TEEM 100. **European Journal of Applied Physiology**, 70(5): 462-467, 1995.
111. PADOVANI, C. A. Noções Básicas de Bioestatística. In: Campana, A. O. (Ed). **Investigação Científica na Área Médica**. São Paulo: Manole, 2001, 153-186p.
112. PARATI, G.; GASTIGLIONI, P.; DI RIENZO, M.; OMBONI, S.; PEDOTTI, A.; MANCIA, G. Sequential spectral analysis of 24-hour blood pressure and pulse interval in humans. **Hypertension**, 16: 414-421, 1990.
113. PARDINI, R.; MATSUDO, S.; ARAÚJO, T.; MATSUDO, V.; E COLS. Validação do questionário internacional de nível de atividade física (IPAQ - versão 6): estudo piloto em adultos jovens brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, 9(3): 45-51, 2001.
114. PATE, R. R.; PRATT, M.; BLAIR, S. N.; HASKEL, W. L.; MACERA, C. A.; BOUCHARD, C.; BUCHNER, D.; ETTINGER, W.; HEATH, G. W.; KING, A. C.; KRISKA, A.; LEON, A. S.; MARCUS, B. H.; MORRIS, J.; PAFFENBARGER, R. S. JR.; KEVIN, P.; POLLOCK, M. L.; RIPPE, J. M.; SALLIS, J.; WILMORE, J. H. Physical Activity and Public Health: A Recommendation From the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. **JAMA - The Journal of the American Medical Association**, 273(5): 402-407, 1-2-1995.
115. PIKKUJAMSA, S. M.; MAKIKALLIO, T. H.; SOURANDER, L. B.; RAIHA, I. J.; PUUKKA, P.; SKYTТА, J.; PENG, C. K.; GOLDBERGER, A. L.; HUIKURI, H. V. Cardiac Interbeat Interval Dynamics From Childhood to Senescence : Comparison of Conventional and New Measures Based on Fractals and Chaos Theory. **Circulation**, 100(4): 393-399, 27-7-1999.

116. PITZALIS, M. V.; MASTROPASQUA, F.; MASSARI, F.; FORLEO, C.; DI MAGGIO, M.; PASSANTINO, A.; COLOMBO, R.; DI BIASE, M.; RIZZON, P. Short- and long-term reproducibility of time and frequency domain heart rate variability measurements in normal subjects. **Cardiovascular Research**, 32(2): 226-233, 1996.
117. POLAR, E. **Scientific development and evaluation of the Polar Fitness Teste with OwnIndex - including practical conduction of the test.** Disponível em: <<http://support.polar.fi>> acesso em: 30-10-2006.
118. PORTO, L. G. G.; JUNQUEIRA JR., L. F. Comparison of time-domain short-term heart interval variability analysis using a wrist-worn heart rate monitor and the conventional electrocardiogram. **submetido**, 2007
119. PORTO, L. G. G. **Comparação das análises temporal e espectral da variabilidade a curto prazo da frequência cardíaca, baseadas no eletrocardiograma convencional e no freqüencímetro Polar.** (Mestrado em Ciências da Saúde) - Faculdade de Ciências da Saúde - Universidade de Brasília, Brasília, 3-12-1999.
120. PORTO, L. G. G.; CAVALCANTI, M. C. B.; JUNQUEIRA JR., L. F. Nível de adesão a médio prazo da prática da atividade física de 10 mil passos/dia em indivíduos normais insuficientemente ativos. **Anais do XXIX Simpósio Internacional de Ciências do Esporto - CELAFISCS 2006**, p. 42, 2006.
121. PORTO, L. G. G.; TEIXEIRA, S. P.; JUNQUEIRA JR., L. F. Pressão arterial e condicionamento físico a curto prazo em portadores de condições cardiovasculares diversas. **Anais dos XVII Congresso Panamericano e XIII Congresso Brasileiro de Medicina Desportiva**, p. 83, 1997.
122. PUIG, J.; FREITAS, J.; CARVALHO, M. J.; PUGA, N.; RAMOS, J.; FERNANDES, P.; COSTA, O.; FALÇÃO DE FREITAS, A. Spectral analysis of heart rate variability in athletes. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, 33: 44-48, 1993.
123. PUMPRLA, J.; HOWORKA, K.; GROVES, D.; CHESTER, M.; NOLAN, J. Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. **Internacional Journal of Cardiology**, 84: 1-14, 2002.
124. RENZA, P. e ARSENIO, V. Heart rate variability and autonomic activity at rest and during exercise in various physiological conditions. **European Journal of Applied Physiology**, V90(3): 317-325, 1-10-2003.

125. ROVEDA, F.; MIDDLEKAUFF, H. R.; RONDON, M. U.; REIS, S. F.; SOUZA, M.; NASTARI, L.; BARRETTO, A. C.; KRIEGER, E. M.; NEGRAO, C. E. The effects of exercise training on sympathetic neural activation in advanced heart failure: A randomized controlled trial. **Journal of the American College of Cardiology**, 42(5): 854-860, 3-9-2003.
126. SACKNOFF, D. M.; GLEIM, G. W.; STACHENFELD, MA.; COPLAN, N. L. Effect of athletic training on heart rate variability. **American Heart Journal**, 127(5): 1275-1278, 1994.
127. SANTOS, L. M.; DEPAULA, W. D.; JESUS, P. C.; CARVALHO, H. S.; JUNQUEIRA JR., L. F. Avaliação da variabilidade da frequência cardíaca, baseada na análise têmporo-espectral da variabilidade R-R do eletrocardiograma em atletas de modalidades distintas e sedentários. **Anais do 1º Congresso de iniciação científica da Universidade de Brasília**, p. 243, 1995.
128. SAYERS, B. M. Analysis of heart rate variability. **Ergonomics**, 16: 17-32, 1973.
129. SCHNEIDER, P. L.; CROUTER, S. E.; BASSETT, D. R. JR. Pedometer Measures of Free-Living Physical Activity: Comparison of 13 Models. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 36(2): 331-335, 2004.
130. SCHNEIDER, P. L.; CROUTER, S. E.; LUKAJIC, O.; BASSETT, D. R. Accuracy and reliability of 10 pedometers for measuring steps over a 400-m walk. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 35(10): 1779-1784, 2003.
131. SCOTT, A. S.; EBERHARD, A.; OFIR, D.; BENCHETRIT, G.; DINH, T. P.; CALABRESE, P.; LESIUK, V.; PERRAULT, H. Enhanced cardiac vagal efferent activity does not explain training-induced bradycardia. **Autonomic Neuroscience**, 112(1-2): 60-68, 31-5-2004.
132. SHI, X. R.; STEVENS, G. H. J.; FORESMAN, B. H.; STERN, S. A.; RAVEN, P. B. Autonomic Nervous-System Control of the Heart - Endurance Exercise Training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 27(10): 1406-1413, 1995.
133. SICHE, J. P. Factors of variation of heart rate. **Annales de Cardiologie et D'Angeiologie**, 47(6): 415-419, 1998.
134. SILVA, P. R. **Caracterização postural e cronobiológica da função autonômica cardíaca baseada nas análises temporal e espectral da variabilidade dos intervalos R-R do eletrocardiograma em indivíduos**

**normais.** (Mestrado em Clínica Médica) - Faculdade de Ciências da Saúde - Universidade de Brasília, Brasília, 1993.

135. SLEIGHT, P. e BERNARDI, L. Sympathovagal Balance. **Circulation**, 98(23): 2640-8-12-1998.
136. SONE, H.; KATAGIRI, A.; ISHIBASHI, S.; ABE, R.; SAITO, Y.; MURASE, T.; YAMASHITA, H.; YAJIMA, Y.; ITO, H.; OHASHI, Y.; AKANUMA, Y.; YAMADA, N. Effects of Lifestyle Modifications on Patients with Type 2 Diabetes: The Japan Diabetes Complications Study (JDCS) Study Design, Baseline Analysis and Three Year-Interim Report. **Hormone and Metabolic Research**, (9): 509-515, 2002.
137. STEIN, P. K.; BOSNER, M. S.; KLEIGER, R. E.; CONGER, B. M. Heart rate variability: a measure of cardiac autonomic tonus. **American Heart Journal**, 127: 1376-1381, 1994.
138. SUN, X. G.; HANSEN, J. E.; GARATACHEA, N.; STORER, T. W.; WASSERMAN, K. Ventilatory Efficiency during Exercise in Healthy Subjects. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, 166(11): 1443-1448, 1-12-2002.
139. TAKASE, B.; KUNITA, A.; NORITAKE, M.; UCHATA, A.; MARUYAMA, T.; NAGAYOSHI, H.; NISHIOKA, T.; MIZUNO, K.; NAKAMURA, H. Heart rate variability in patients with diabetes mellitus, ischemic heart disease, and congestive heart failure. **Journal of Electrocardiology**, 25: 79-88, 1992.
140. TAPANAINEN, J. M.; TULPPO, M. P.; MÄKIKALLIO, T. H.; SEPPANEN, T.; LAUKKANEN, R. T.; HUIKURI, H. V. Impaired vagal modulation of heart rate during exercise in patients after acute myocardial infarction. **Journal of the American College of Cardiology**, 31(suppl C): 1998.
141. TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY AND THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING AND ELECTROPHYSIOLOGY. Heart Rate Variability - Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. **Circulation**, 93(5): 1043-1065, 1996.
142. TSUJI, H.; LARSON, M. G.; VENDITTI, F. J.; MANDERS, E. S.; EVANS, J. C.; FELDMAN, C. L.; LEVY, D. Impact of Reduced Heart Rate Variability on Risk for Cardiac Events: The Framingham Heart Study. **Circulation**, 94(11): 2850-2855, 1-12-1996a.

143. TSUJI, H.; VENDITTI, J.; MANDERS, E. S.; EVANS, J. C.; LARSON, M. G.; FELDMAN, C. L.; LEVY, D. Determinants of heart rate variability. **Journal of the American College of Cardiology**, 28(6): 1539-1546, 15-11-1996b.
144. TUDOR-LOCKE, C. e BASSETT, D. R. How many steps/day are enough? Preliminary pedometer indices for public health. **Sports Medicine**, 34(1): 1-8, 2004.
145. TUDOR-LOCKE, C.; BASSETT, D. R.; SWARTZ, A. M.; STRATH, S. J.; PARR, B. B.; REIS, J. P.; DUBOSE, K. D.; AINSWORTH, B. E. A preliminary study of one year of pedometer self-monitoring. **Annals of Behavioral Medicine**, 28(3): 158-162, 2004a.
146. TUDOR-LOCKE, C.; BURKETT, L.; REIS, J. P.; AINSWORTH, B. E.; MACERA, C. A.; WILSON, D. K. How many days of pedometer monitoring predict weekly physical activity in adults? **Preventive Medicine**, 40(3): 293-298, 2005a.
147. TUDOR-LOCKE, C.; HAM, S. A.; MACERA, C. A.; AINSWORTH, B. E.; KIRTLAND, K. A.; REIS, J. P.; KIMSEY, C. D. Descriptive epidemiology of pedometer-determined physical activity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 36(9): 1567-1573, 2004b.
148. TUDOR-LOCKE, C. e MYERS, A. M. Methodological considerations for researchers and practitioners using pedometers to measure physical (ambulatory) activity. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, 72(1): 1-12, 2001.
149. TUDOR-LOCKE, C.; SISSON, S. B.; COLLOVA, T.; LEE, S. M.; SWAN, P. D. Pedometer-determined step count guidelines for classifying walking intensity in a young ostensibly healthy population. **Canadian Journal of Applied Physiology-Revue Canadienne de Physiologie Appliquee**, 30(6): 666-676, 2005b.
150. TUDOR-LOCKE, C.; PANGRAZI, R. P.; CORBIN, C. B.; RUTHERFORD, W. J.; VINCENT, S. D.; RAUSTORP, A.; TOMSON, L. M.; CUDDIHY, T. F. BMI-referenced standards for recommended pedometer-determined steps/day in children. **Preventive Medicine**, 38(6): 857-864, 2004c.
151. TULPPO, M.; HAUTALA, A. J.; MAKIKALLIO, T.; LAUKKANEN, R. T.; NISSILA, S.; HUGHSON, R. L.; HUIKURI, H. V. Effects of aerobic training on heart rate dynamics in sedentary subjects. **Journal of Applied Physiology**, 95: 364-372, 2003a.

152. TULPPO, M. P.; MAKIKALLIO, T. H.; TAKALA, T. E.; SEPPANEN, T.; HUIKURI, H. V. Quantitative beat-to-beat analysis of heart rate dynamics during exercise. **AJP - Heart and Circulatory Physiology**, 271(1): H244-H252, 1-7-1996.
153. TULPPO, M. P.; HAUTALA, A. J.; MAKIKALLIO, T. H.; LAUKKANEN, R. T.; NISSILA, S.; HUGHSON, R. L.; HUIKURI, H. V. Effects of aerobic training on heart rate dynamics in sedentary subjects. **Journal of Applied Physiology**, 95(1): 364-372, 1-7-2003b.
154. TULPPO, M. P.; MAKIKALLIO, T. H.; SEPPANEN, T.; LAUKKANEN, R. T.; HUIKURI, H. V. Vagal modulation of heart rate during exercise: effects of age and physical fitness. **AJP - Heart and Circulatory Physiology**, 274(2): H424-H429, 1-2-1998b.
155. -----. Vagal modulation of heart rate during exercise: effects of age and physical fitness. **AJP - Heart and Circulatory Physiology**, 274(2): H424-H429, 1-2-1998a.
156. U.S.DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES; CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION; NATIONAL CENTER FOR CHRONIC DISEASE PREVENTION AND HEALTH PROMOTION; THE PRESIDENT' COUNCIL ON PHYSICAL FITNESS AND SPORTS. **Physical Activity and Health - A Report of the Surgeon General**. 1996.
157. VASCONCELOS, D. F. **Estudo comparativo e correlativo ecocardiográfico, cicloergométrico e da função autonômica cardíaca em atletas de modalidades esportivas distintas**. (Mestrado em Clínica Médica) - Faculdade de Ciências da Saúde - Universidade de Brasília, Brasília, 1991.
158. WASSERMAN, K. Exercise gas exchange, breath-by-breath. **American Journal of Respiratory and Critical Medicine**, 165: 325-326, 2002.
159. WASSERMAN, K.; HANSEN, J. E.; SUE, D. Y.; WHIPP, B. J. **Principles of exercise testing and interpretation**. 5th ed. Le & Febiger, 1987,
160. WASSERMAN, K. e MCILROY, M. B. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. **American Journal of Cardiology**, 14: 844-852, 1964.
161. WELK, G. J.; BLAIR, S. N.; WOOD, K.; JONES, S.; THOMPSON, R. A comparative evaluation of three accelerometry-based physical activity monitors. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 32(9 - Suppl.): S489-S497, 2000a.

162. WELK, G. J.; DIFFERDING, J. A.; THOMPSON, R. W.; BLAIR, S. N.; DZIURA, J.; HART, P. The utility of the digi-walker step counter to assess daily physical activity patterns. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 32(9 Suppl): S481-S488, 2000b.
163. WHITE, J. C.; SMITHWICK, R. H.; SIMEONE, F. A. **The autonomic nervous system**. New York: Macmillan Company, 1952.
164. WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **World Health Organization global strategy on diet, physical activity and health**. Disponível em: [www.who.int](http://www.who.int), 2004.
165. WYATT, H.; PETERS, J. C.; REED, G. W.; BARRY, M.; HILL, J. O. A Colorado Statewide Survey of Walking and Its Relation to Excessive Weight. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 37(5): 724-730, 2005.
166. YAZBEK JR., P.; CARVALHO, R. T.; SABBAG, L. M. S.; BATTISTELLA, L. R. Ergoespirometria. Teste de esforço cardiopulmonar, metodologia e interpretação. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, 71(5): 719-724, 1998.

# ANEXO I

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

### Projeto de Pesquisa

### **Função Autonômica Cardíaca Associada a Programa de Treinamento Física Baseado no Uso do Pedômetro**

#### Pesquisador

**Luiz Guilherme Grossi Porto**

(Prof. De Educação Física – Aluno do Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas - UnB)

#### Orientador

**Prof. Dr. Luiz Fernando Junqueira Jr.**

(Prof. Titular do Dep. De Clínica Médica – Cardiologia – Faculdade de Medicina – Universidade de Brasília - UnB)

#### Locais de realização

Laboratório Cardiovascular da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília  
Laboratório de Fisiologia do Exercício da Faculdade de Educação Física da UnB  
Serviço Médico do Tribunal Superior do Trabalho

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Eu, ....., abaixo assinado, juntamente com o Prof. Luiz Guilherme Grossi Porto, declaro ter lido ou ouvido, e compreendido totalmente o presente termo de meu consentimento para a participação como voluntário(a) nessa pesquisa, o qual estabelece o seguinte

1. Estou participando de minha livre e espontânea vontade de uma pesquisa para verificar aspectos da Função Autonômica Cardíaca Associada a Programa de Treinamento Físico Baseado no Uso do Pedômetro, em indivíduos adultos e jovens, inicialmente sedentários, clinicamente saudáveis, assintomáticos, em pleno gozo de suas atribuições pessoais e profissionais.
2. Nenhum tipo de pagamento será feito pela minha participação como voluntário(a) nessa pesquisa. Os pesquisadores responsáveis não têm qualquer responsabilidade sobre problemas pessoais de qualquer tipo em consequência da participação na pesquisa, à exceção de eventuais problemas médicos e/ou fisiológicos decorrentes diretamente de minha participação nesta pesquisa.
3. O protocolo geral da pesquisa prevê três etapas básicas. Inicialmente eu serei atendido pelo pesquisador voluntário a fim de proceder a uma anamnese (entrevista sobre características e hábitos pessoais), medida de dados antropométricos (peso, altura, composição corporal, frequência cardíaca e pressão arterial de repouso) e teste de avaliação da função autonômica cardíaca, em sala apropriada do Serviço Médico do Tribunal Superior do Trabalho. Neste teste serão usados dois aparelhos comuns, que são o eletrocardiograma e o freqüencímetro, para registro de eletrocardiograma e contagem do número de batimentos do coração (frequência cardíaca), na posição deitada, em cama de exame médico, e na posição de pé ao lado da cama. Em cada uma das situações de exame, o eletrocardiograma e a contagem dos batimentos do coração terão a duração de 5 minutos, com intervalo de alguns minutos entre uma situação e outra. Haverá ainda na posição deitada um outro período de aproximadamente 5 minutos, em repouso absoluto, para registro de um dado de estimativa indireta da minha capacidade cardiorrespiratória (Polar Fit Test). Na segunda etapa serei encaminhado para uma consulta médica, na qual serei examinado pela médica cardiologista do Serviço Médico do TST, a fim de verificar minha condição clínico-cardiológica. Após esta avaliação e não sendo detectada nenhuma contra-indicação à realização de teste de esforço submáximo, farei um teste ergoespirométrico em esteira rolante (respirando numa máscara que mede os gases da respiração), para avaliação de capacidade física, de caráter submáximo, que será sempre interrompido num ponto chamado de limiar anaeróbico, que é normalmente associado a um grau de esforço bastante confortável e seguro. Esta última etapa será desenvolvida, com data e hora marcadas, no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília – FEF, pela equipe daquele laboratório e, sempre que possível, na presença do pesquisador responsável.
4. Feitas as 3 etapas da avaliação inicial, vou me submeter a um programa de treinamento no qual deverei cumprir um total mínimo de 10 mil passos por dia, contados por um aparelho chamado pedômetro, durante 12 semanas consecutivas. Caso tenha qualquer desconforto e/ou impedimento para cumprir esta recomendação, poderei suspendê-la a qualquer momento, devendo avisar ao pesquisador assim que possível. Este aparelho tem custo aproximado de R\$ 160,00 (cento e sessenta reais), sendo fornecido pelo pesquisador para uso durante a pesquisa, devendo devolvê-lo ao final.



5. Ao final das 12 semanas de treinamento deverei novamente me submeter aos testes de avaliação da função autonômica cardíaca e de esforço, da mesma maneira do que foi descrito acima no item número 3. Conforme as explicações anteriores, entendi que a duração total de minha participação será de aproximadamente 12 semanas e que a cada avaliação terei parte da tarde ocupada, sendo cerca de 2 horas no Serviço Médico do TST e aproximadamente 1 hora no laboratório de fisiologia do exercício da Faculdade de Educação Física – FEF - UnB
6. No caso de serem necessários outros tipos de exames, a exemplo do ecodoppler cardiograma, de acordo com o que foi avaliado na consulta médica e nos testes realizados, isto será explicado e estes exames poderão ser pedidos e avaliados pelo próprio médico ou pelos pesquisadores responsáveis, ou por médico da pessoa, quando for o caso.
7. Os exames não têm qualquer risco esperado, pois compreendem apenas o registro do eletrocardiograma durante as situações explicadas, bem como de teste de esforço submáximo, que acontecerá apenas após avaliação clínico-cardiológica. A mudança da posição deitada para a posição de pé, pode provocar tontura ou sensação de desmaio em algumas pessoas, que logo desaparecem com medidas de controle, como o restabelecimento da posição deitada. A prescrição de 10 mil passos por dia também configura-se extremamente segura, pois se baseia nas atividades do cotidiano e em ritmo confortável ao voluntário, sem nenhuma prescrição de mínimo de intensidade.
8. A participação nessa pesquisa não obriga a pessoa e nem o pesquisador a continuarem o seguimento da avaliação um com o outro. No caso de ser descoberta alguma doença ou alteração durante a consulta médica e nos teste realizados, a pessoa poderá escolher livremente o seu médico ou continuar com o médico que já vinha fazendo o seu seguimento.
9. Quando estiver concluída a pesquisa, poderei, sob minha expressa solicitação, ser informado(a) detalhadamente sobre os resultados e ter uma cópia da mesma.
10. Entendo que poderei não ter benefício pela participação nessa pesquisa, a não ser o da consulta médica e da realização de exames especializados que fornecerão informações sobre meu estado de saúde.
11. Os pesquisadores garantem que qualquer informação pessoal será mantida em sigilo, e a descrição da mesma na apresentação da tese de doutorado e nas publicações científicas que decorrerão deste trabalho não identificará a pessoa examinada
12. Tenho assegurado o direito de abandonar a participação nessa pesquisa a qualquer momento, sem qualquer consequência ou prejuízo para mim, bastando para isso comunicar o desejo aos pesquisadores.

Brasília ,.....de .....de .....

Nome..... Assinatura.....

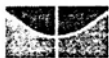
**Voluntário(a)**

---

**Luiz Guilherme G. Porto**  
**Pesquisador Responsável**

## ANEXO II

### Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da FM-UnB



Universidade de Brasília – Faculdade de Medicina  
 Comitê de Ética em Pesquisa – CEP-FM/UnB  
 Campus Universitário, Asa Norte – CEP 70910-900 – Brasília, DF  
 Telefone: (61) 307-2520

---

#### ANÁLISE DE PROJETO DE PESQUISA

Registro do projeto: **CEP-FM 049/2005**

Título: **“Função autonômica cardíaca associada a programa de atividade física monitorada por pedômetro”**

Pesquisador responsável: **Luiz Guilherme Grossi Porto**

Documentos analisados: **Folha de rosto, carta de encaminhamento, declaração de responsabilidade, protocolo de pesquisa, termo de consentimento livre e esclarecido, cronograma, bibliografia pertinente e currículo(s) do pesquisador(es)**

Data de entrada: **30/06/2005**

Proposição do(a) Relator(a):

- Aprovação**  
 Aprovação com pendências  
 Não aprovação

Data da primeira análise pelo CEP-FM/UnB: **03/08/2005**

Data do parecer final do projeto pelo CEP-FM/UnB: **03/08/2005**

---

#### PARECER

Com base na Resolução CNS/MS n.º 196/96, que regulamenta a matéria, o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília, a Coordenação do CEP-FM decidiu **APROVAR “ad referendum”**, de acordo com o parecer do(a) relator(a), o projeto de pesquisa acima especificado, quanto aos seus aspectos éticos.

#### **Observação:**

- 1 - Modificações no protocolo devem ser submetidas ao CEP, assim como a notificação imediata de eventos adversos graves.
- 2 - O(s) pesquisador(es) deve(m) apresentar relatórios periódicos do andamento da pesquisa ao CEP-FM.

Brasília-DF, 12 de agosto de 2005.

**Dr.ª Elaine Maria de Oliveira Alves**  
 Coordenadora do CEP-FM/UnB

## ANEXO III

### Questionário IPAQ – versão curta utilizada

As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim.

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez:

**1a** Em quantos dias da última semana você **caminhou** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA**  Nenhum

**1b** Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**2a.** Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA**  Nenhum

**2b.** Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**3a** Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA**  Nenhum

**3b** Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

4. Caso considere que não faz a quantidade desejada e/ou recomendada de atividade física, indique as 3 principais causas deste fato.

<input type="checkbox"/> NÃO SE APLICA. JÁ PRATICO A QUANTIDADE NECESSÁRIA E/OU RECOMENDADA
---

<input type="checkbox"/> NÃO GOSTO	<input type="checkbox"/> FALTA DE TEMPO	<input type="checkbox"/> RESTRIÇÃO MÉDICA
<input type="checkbox"/> FALTA DE ORIENTAÇÃO PROFISSIONAL	<input type="checkbox"/> FALTA DE LOCAL APROPRIADO	<input type="checkbox"/> FALTA DE DINHEIRO
<input type="checkbox"/> FALTA DE COMPANHIA	<input type="checkbox"/> CANSAÇO	<input type="checkbox"/> OUTRO_____

5. Defina sua relação pessoal com a atividade física.

<input type="checkbox"/> GOSTO MUITO	<input type="checkbox"/> GOSTO	<input type="checkbox"/> INDIFERENTE	<input type="checkbox"/> NÃO GOSTO	<input type="checkbox"/> DETESTO
--------------------------------------	--------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------	----------------------------------

### INDAGAÇÃO SOBRE ESTÁGIOS DE COMPORTAMENTO EM RELAÇÃO À ATIVIDADE FÍSICA

6. Assinale **APENAS UMA FRASE** que corresponde com o que você pensa em relação à atividade física:

- ( ) Eu não faço atividade física e não tenho intenção de começar
- ( ) Eu não faço atividade física mas estou pensando em começar
- ( ) Eu faço atividade física (pelo menos 30 minutos por dia) menos de 5 dias por semana
- ( ) Eu faço atividade física (pelo menos 30 minutos por dia) regularmente (5 a 7 dias por semana), mas iniciei nos últimos 6 meses
- ( ) Eu faço atividade física (pelo menos 30 minutos por dia) regularmente (5 a 7 dias por semana), há mais de 6 meses
- ( ) Eu fazia atividade física (pelo menos 30 minutos por dia) até há 6 meses, mas agora não.

### ANEXO IV-A

Valores individuais do número de passos diários acumulados nas duas fases do estudo (controle e experimental) e a caracterização do perfil do passos/dia conforme o dia da semana, bem como as respectivas diferenças absolutas e relativas.

Nome	GRUPO - 1º QUINZENA			GRUPO - 2ª QUINZENA			Total dos Dias		Dias Úteis		Dias de FS		% Adesão à Meta
	Total	Dias Úteis	Dias FS	Total	Dias Úteis	Dias FS	Dif. Abs.	Dif. Rel.	Dif. Abs.	Dif. Rel.	Dif. Abs.	Dif. Rel.	
<b>JNB</b>	9401,5	10205	7262,5	14437,5	14394,5	14749,5	5036	53,6	4189,5	41,05	7487	103,09	119,9
<b>ELF</b>	10391	14594	7554,5	13350	15011	12417	2959	28,5	417	2,86	4862,5	64,37	96,1
<b>GEM</b>	5896,5	6001	3073,3	10340,9	10672	10151	4444,4	75,4	4671	77,84	7077,7	230,30	110,1
<b>ALB</b>	6195	5766	6418	9835	9794,5	10009	3640	58,8	4028,5	69,87	3591	55,95	101,4
<b>FVSC</b>	5793	5793	4712,5	9865	10879,5	8506	4072	70,3	5086,5	87,80	3793,5	80,50	106,2
<b>GPA</b>	6463,5	7261	4939,5	11913,5	11929	11727	5450	84,3	4668	64,29	6787,5	137,41	119,6
<b>ECC</b>	6433	6381,5	6489	10972,5	10976	10950	4539,5	70,6	4594,5	72,00	4461	68,75	110,5
<b>SRT</b>	4700	5360	4363	9100	9100	8500	4400	93,6	3740	69,78	4137	94,82	111
<b>JR</b>	14752	15225	6683	16478	17969	9349	1726	11,7	2744	18,02	2666	39,89	90,3
<b>CS</b>	8838	10110	7930	11772	12017	11482	2934	33,2	1907	18,86	3552	44,79	95,4
<b>AJMA</b>	7295	7295	7262,5	8998	8080	12160	1703	23,3	785	10,76	4897,5	67,44	83,4
<b>MOR</b>	6861,5	7268,5	4152,5	10976,5	10976,5	11213	4115	60,0	3708	51,01	7060,5	170,03	105,9
<b>MLN</b>	8181,5	7780	14210,5	11868,5	11544,5	16257,5	3687	45,1	3764,5	48,39	2047	14,40	101,6
<b>MLSO</b>	7888	7888	7941	12283	12229	14416	4395	55,7	4341	55,03	6475	81,54	107,9
<b>RSC</b>	6020	5908	7435	10652	10652	10662	4632	76,9	4744	80,30	3227	43,40	111,9
<b>CVL</b>	12168	14936	5469	18620	18640	18300	6452	53,0	3704	24,80	12831	234,61	118,8
<b>DLCF</b>	7119,5	7861,5	5801	10976,5	11208,5	10842	3857	54,2	3347	42,57	5041	86,90	103,4
<b>VFSO</b>	11862	12677	7925	15698	15797	12262,5	3836	32,3	3120	24,61	4337,5	54,73	102,2
<b>IMD</b>	7751	8116	6839	12499	12545	12431	4748	61,3	4429	54,57	5592	81,77	111,1

FS: finais de semana/feriado; Dif. Abs.: diferença absoluta; Dif. Rel.: diferença relativa

## ANEXO IV-B

Valores individuais de frequência cardíaca de repouso (bpm), aferida nas três avaliações seriadas, com indicação das diferenças absolutas e relativas observadas nos diferentes momentos experimentais

Nomes	FREQÜÊNCIA CARDÍACA (bpm)																	
	Postura Supina					Postura Ortostática												
	AVA1	AVA2	Abs2-1	%2-1	AVA3	Abs3-1	%3-1	Abs3-2	%3-2	AVA1	AVA2	Abs2-1	%2-1	AVA3	Abs3-1	%3-1	Abs3-2	%3-2
<b>JNB</b>	67	73	6	9,0	72	5	7,5	-1	-1,4	68	77	9	13,2	75	7	10,3	-2	-2,6
<b>ELF</b>	54	49	-5	-9,3	55	1	1,9	6	12,2	70	69	-1	-1,4	74	4	5,7	5	7,2
<b>GEM</b>	65	67	2	3,1	63	-2	-3,1	-4	-6,0	82	87	5	6,1	86	4	4,9	-1	-1,1
<b>ALB</b>	72	60	-12	-16,7	79	7	9,7	19	31,7	75	68	-7	-9,3	88	13	17,3	20	29,4
<b>FVSC</b>	52	56	4	7,7	57	5	9,6	1	1,8	60	62	2	3,3	59	-1	-1,7	-3	-4,8
<b>GPA</b>	45	50	5	11,1	52	7	15,6	2	4,0	54	68	14	25,9	60	6	11,1	-8	-11,8
<b>ECC</b>	73	78	5	6,8	75	2	2,7	-3	-3,8	80	88	8	10,0	89	9	11,3	1	1,1
<b>SRT</b>	54	57	3	5,6	52	-2	-3,7	-5	-8,8	71	74	3	4,2	75	4	5,6	1	1,4
<b>JR</b>	55	64	9	16,4	71	16	29,1	7	10,9	74	80	6	8,1	79	5	6,8	-1	-1,3
<b>CS</b>	49	59	10	20,4	54	5	10,2	-5	-8,5	82	83	1	1,2	79	-3	-3,7	-4	-4,8
<b>AJMA</b>	55	57	2	3,6	65	10	18,2	8	14,0	70	75	5	7,1	82	12	17,1	7	9,3
<b>MOR</b>	52	57	5	9,6	62	10	19,2	5	8,8	65	55	-10	-15,4	65	0	0,0	10	18,2
<b>MLN</b>	56	55	-1	-1,8	51	-5	-8,9	-4	-7,3	62	69	7	11,3	58	-4	-6,5	-11	-15,9
<b>MLSO</b>	79	82	3	3,8	71	-8	-10,1	-11	-13,4	89	97	8	9,0	85	-4	-4,5	-12	-12,4
<b>RSC</b>	60	62	2	3,3	65	5	8,3	3	4,8	85	87	2	2,4	86	1	1,2	-1	-1,1
<b>CVL</b>	59	63	4	6,8	64	5	8,5	1	1,6	77	81	4	5,2	87	10	13,0	6	7,4
<b>DLCF</b>	70	63	-7	-10,0	68	-2	-2,9	5	7,9	87	81	-6	-6,9	96	9	10,3	15	18,5
<b>VFSO</b>	75	76	1	1,3	68	-7	-9,3	-8	-10,5	100	100	0	0,0	95	-5	-5,0	-5	-5,0
<b>IMD</b>	65	63	-2	-3,1	64	-1	-1,5	1	1,6	77	78	1	1,3	85	8	10,4	7	9,0

AVA: avaliação; Abs: diferença absoluta; %: diferença relativa

**ANEXO IV-C**

Valores individuais de frequência respiratória de repouso (cpm), aferida nas três avaliações seriadas, com indicação das diferenças absolutas e relativas observadas nos diferentes momentos experimentais

Nomes	FREQÜÊNCIA RESPIRATÓRIA (cpm)																	
	Postura Supina									Postura Ortostática								
	AVA1	AVA2	Abs2-1	%2-1	AVA3	Abs3-1	%3-1	Abs3-2	%3-2	AVA1	AVA2	Abs2-1	%2-1	AVA3	Abs3-1	%3-1	Abs3-2	%3-2
JNB	17,0	16,0	-1,0	-5,9	18,0	1,0	5,9	2,0	12,5	19,0	18,0	-1,0	-5,3	21,0	2,0	10,5	3,0	16,7
ELF	20,0	18,0	-2,0	-10,0	20,0	0,0	0,0	2,0	11,1	20,0	17,0	-3,0	-15,0	20,0	0,0	0,0	3,0	17,6
GEM	18,0	15,0	-3,0	-16,7	22,0	4,0	22,2	7,0	46,7	17,0	14,0	-3,0	-17,6	18,0	1,0	5,9	4,0	28,6
ALB	18,0	19,0	1,0	5,6	21,0	3,0	16,7	2,0	10,5	16,0	18,0	2,0	12,5	18,0	2,0	12,5	0,0	0,0
FVSC	18,5	12,0	-6,5	-35,1	14,0	-4,5	-24,3	2,0	16,7	16,0	13,0	-3,0	-18,8	14,0	-2,0	-12,5	1,0	7,7
GPA	14,0	12,0	-2,0	-14,3	12,0	-2,0	-14,3	0,0	0,0	12,0	13,0	1,0	8,3	11,0	-1,0	-8,3	-2,0	-15,4
ECC	16,0	15,0	-1,0	-6,3	17,0	1,0	6,3	2,0	13,3	14,0	17,0	3,0	21,4	17,0	3,0	21,4	0,0	0,0
SRT	14,0	16,0	2,0	14,3	16,0	2,0	14,3	0,0	0,0	13,0	16,0	3,0	23,1	19,0	6,0	46,2	3,0	18,8
JR	17,0	17,5	0,5	2,9	21,0	4,0	23,5	3,5	20,0	18,0	19,0	1,0	5,6	21,0	3,0	16,7	2,0	10,5
CS	11,0	15,0	4,0	36,4	16,0	5,0	45,5	1,0	6,7	19,5	18,0	-1,5	-7,7	18,0	-1,5	-7,7	0,0	0,0
AJMA	15,0	16,0	1,0	6,7	18,0	3,0	20,0	2,0	12,5	14,0	15,0	1,0	7,1	19,0	5,0	35,7	4,0	26,7
MOR	18,0	14,0	-4,0	-22,2	22,0	4,0	22,2	8,0	57,1	18,0	20,0	2,0	11,1	18,0	0,0	0,0	-2,0	-10,0
MLN	14,0	18,0	4,0	28,6	17,0	3,0	21,4	-1,0	-5,6	10,5	14,0	3,5	33,3	12,0	1,5	14,3	-2,0	-14,3
MLSO	13,5	18,0	4,5	33,3	15,0	1,5	11,1	-3,0	-16,7	16,0	20,0	4,0	25,0	18,0	2,0	12,5	-2,0	-10,0
RSC	12,0	17,0	5,0	41,7	14,0	2,0	16,7	-3,0	-17,6	13,0	17,0	4,0	30,8	13,0	0,0	0,0	-4,0	-23,5
CVL	10,0	12,0	2,0	20,0	16,0	6,0	60,0	4,0	33,3	14,0	16,0	2,0	14,3	15,0	1,0	7,1	-1,0	-6,3
DLCF	17,0	20,0	3,0	17,6	16,0	-1,0	-5,9	-4,0	-20,0	14,0	17,0	3,0	21,4	18,0	4,0	28,6	1,0	5,9
VFSO	12,0	11,0	-1,0	-8,3	22,0	10,0	83,3	11,0	100,0	19,0	20,0	1,0	5,3	20,0	1,0	5,3	0,0	0,0
IMD	12,0	15,0	3,0	25,0	13,0	1,0	8,3	-2,0	-13,3	13,0	16,0	3,0	23,1	16,0	3,0	23,1	0,0	0,0

AVA: avaliação; Abs: diferença absoluta; %: diferença relativa

## ANEXO IV-D

Valores individuais de pressão arterial sistólica de repouso (mmHg), aferida nas três avaliações seriadas, com indicação das diferenças absolutas e relativas observadas nos diferentes momentos experimentais

Nomes	PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA (mmHg)																	
	Postura Supina									Postura Ortostática								
	AVA1	AVA2	Abs2-1	%2-1	AVA3	Abs3-1	%3-1	Abs3-2	%3-2	AVA1	AVA2	Abs2-1	%2-1	AVA3	Abs3-1	%3-1	Abs3-2	%3-2
JNB	110	116	6,0	5,5	105	-5,0	-4,5	-11,0	-9,5	100	102	2,0	2,0	115	15,0	15,0	13,0	12,7
ELF	120	110	-10,0	-8,3	106	-14,0	-11,7	-4,0	-3,6	110	102	-8,0	-7,3	100	-10,0	-9,1	-2,0	-2,0
GEM	100	100	0,0	0,0	94	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	105	100	-5,0	-4,8	100	-5,0	-4,8	0,0	0,0
ALB	116	116	0,0	0,0	122	6,0	5,2	6,0	5,2	114	102	-12,0	-10,5	120	6,0	5,3	18,0	17,6
FVSC	110	105	-5,0	-4,5	100	-10,0	-9,1	-5,0	-4,8	102	102	0,0	0,0	100	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0
GPA	102	106	4,0	3,9	110	8,0	7,8	4,0	3,8	100	100	0,0	0,0	90	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0
ECC	100	110	10,0	10,0	102	2,0	2,0	-8,0	-7,3	92	105	13,0	14,1	104	12,0	13,0	-1,0	-1,0
SRT	124	122	-2,0	-1,6	128	4,0	3,2	6,0	4,9	126	120	-6,0	-4,8	128	2,0	1,6	8,0	6,7
JR	100	100	0,0	0,0	116	16,0	16,0	16,0	16,0	98	122	24,0	24,5	118	20,0	20,4	-4,0	-3,3
CS	110	110	0,0	0,0	105	-5,0	-4,5	-5,0	-4,5	90	110	20,0	22,2	98	8,0	8,9	-12,0	-10,9
AJMA	110	110	0,0	0,0	106	-4,0	-3,6	-4,0	-3,6	95	100	5,0	5,3	105	10,0	10,5	5,0	5,0
MOR	130	122	-8,0	-6,2	118	-12,0	-9,2	-4,0	-3,3	110	110	0,0	0,0	118	8,0	7,3	8,0	7,3
MLN	110	108	-2,0	-1,8	108	-2,0	-1,8	0,0	0,0	105	108	3,0	2,9	108	3,0	2,9	0,0	0,0
MLSO	98	105	7,0	7,1	102	4,0	4,1	-3,0	-2,9	100	100	0,0	0,0	100	0,0	0,0	0,0	0,0
RSC	116	104	-12,0	-10,3	118	2,0	1,7	14,0	13,5	98	108	10,0	10,2	115	17,0	17,3	7,0	6,5
CVL	100	118	18,0	18,0	110	10,0	10,0	-8,0	-6,8	98	116	18,0	18,4	115	17,0	17,3	-1,0	-0,9
DLCF	102	100	-2,0	-2,0	112	10,0	9,8	12,0	12,0	96	114	18,0	18,8	110	14,0	14,6	-4,0	-3,5
VFSO	116	100	-16,0	-13,8	110	-6,0	-5,2	10,0	10,0	110	90	-20,0	-18,2	110	0,0	0,0	20,0	22,2
IMD	115	105	-10,0	-8,7	108	-7,0	-6,1	3,0	2,9	118	100	-18,0	-15,3	100	-18,0	-15,3	0,0	0,0

AVA: avaliação; Abs: diferença absoluta; %: diferença relativa



## ANEXO IV-E

Valores individuais de pressão arterial diastólica de repouso (mmHg), aferida nas três avaliações seriadas, com indicação das diferenças absolutas e relativas observadas nos diferentes momentos experimentais

Nomes	PRESSÃO ARTERIAL DIASTÓLICA (mmHg)																	
	SUPINO									ORTOSTÁTICO								
	AVA1	AVA2	Abs2-1	%2-1	AVA3	Abs3-1	%3-1	Abs3-2	%3-2	AVA1	AVA2	Abs2-1	%2-1	AVA3	Abs3-1	%3-1	Abs3-2	%3-2
JNB	80	76	-4,0	-5,0	75	-5,0	-6,3	-1,0	-1,3	80	78	-2,0	-2,5	80	0,0	0,0	2,0	2,6
ELF	82	80	-2,0	-2,4	72	-10,0	-12,2	-8,0	-10,0	80	80	0,0	0,0	82	2,0	2,5	2,0	2,5
GEM	68	75	7,0	10,3	70	2,0	2,9	-5,0	-6,7	70	80	10,0	14,3	80	10,0	14,3	0,0	0,0
ALB	82	78	-4,0	-4,9	78	-4,0	-4,9	0,0	0,0	70	80	10,0	14,3	76	6,0	8,6	-4,0	-5,0
FVSC	70	68	-2,0	-2,9	62	-8,0	-11,4	-6,0	-8,8	64	70	6,0	9,4	62	-2,0	-3,1	-8,0	-11,4
GPA	62	65	3,0	4,8	65	3,0	4,8	0,0	0,0	72	60	-12,0	-16,7	76	4,0	5,6	16,0	26,7
ECC	78	80	2,0	2,6	76	-2,0	-2,6	-4,0	-5,0	78	80	2,0	2,6	80	2,0	2,6	0,0	0,0
SRT	84	75	-9,0	-10,7	78	-6,0	-7,1	3,0	4,0	80	82	2,0	2,5	80	0,0	0,0	-2,0	-2,4
JR	80	72	-8,0	-10,0	80	0,0	0,0	8,0	11,1	80	70	-10,0	-12,5	80	0,0	0,0	10,0	14,3
CS	80	70	-10,0	-12,5	70	-10,0	-12,5	0,0	0,0	72	70	-2,0	-2,8	70	-2,0	-2,8	0,0	0,0
AJMA	78	82	4,0	5,1	80	2,0	2,6	-2,0	-2,4	70	80	10,0	14,3	80	10,0	14,3	0,0	0,0
MOR	78	68	-10,0	-12,8	70	-8,0	-10,3	2,0	2,9	70	68	-2,0	-2,9	70	0,0	0,0	2,0	2,9
MLN	70	70	0,0	0,0	70	0,0	0,0	0,0	0,0	78	70	-8,0	-10,3	80	2,0	2,6	10,0	14,3
MLSO	70	70	0,0	0,0	75	5,0	7,1	5,0	7,1	70	80	10,0	14,3	80	10,0	14,3	0,0	0,0
RSC	68	70	2,0	2,9	84	16,0	23,5	14,0	20,0	75	80	5,0	6,7	76	1,0	1,3	-4,0	-5,0
CVL	70	70	0,0	0,0	70	0,0	0,0	0,0	0,0	70	78	8,0	11,4	75	5,0	7,1	-3,0	-3,8
DLCF	75	70	-5,0	-6,7	70	-5,0	-6,7	0,0	0,0	78	70	-8,0	-10,3	80	2,0	2,6	10,0	14,3
VFSO	78	74	-4,0	-5,1	75	-3,0	-3,8	1,0	1,4	80	70	-10,0	-12,5	80	0,0	0,0	10,0	14,3
IMD	84	80	-4,0	-4,8	75	-9,0	-10,7	-5,0	-6,3	85	82	-3,0	-3,5	80	-5,0	-5,9	-2,0	-2,4

AVA: avaliação; Abs: diferença absoluta; %: diferença relativa

## ANEXO IV-F

Valores individuais de peso, altura e índice de massa corporal (IMC), aferidos nas três avaliações seriadas, com indicação das diferenças absolutas e relativas do IMC nos diferentes momentos experimentais

Nomes	PESO (Kg)			ALTURA (m)	IMC (Kg/m <sup>2</sup> )			VARIAÇÕES NO IMC					
	PESO1	PESO2	PESO3	ALTURA	IMC1	IMC2	IMC3	IMCABS2-1	IMC%2-1	IMCABS3-1	IMC%3-1	IMCABS3-2	IMC%3-2
<b>JNB</b>	81,0	81,0	81,4	1,70	28,03	28,03	28,17	0,00	0,00	0,14	0,49	0,14	0,49
<b>ELF</b>	86,5	85,3	85,7	1,76	27,92	27,54	27,67	-0,39	-1,39	-0,26	-0,92	0,13	0,47
<b>GEM</b>	81,9	81,1	80,7	1,79	25,56	25,31	25,19	-0,25	-0,98	-0,37	-1,47	-0,12	-0,49
<b>ALB</b>	80,9	80,1	79,4	1,85	23,64	23,40	23,20	-0,23	-0,99	-0,44	-1,85	-0,20	-0,87
<b>FVSC</b>	71,5	69,7	69,7	1,78	22,69	22,12	22,12	-0,57	-2,52	-0,57	-2,52	0,00	0,00
<b>GPA</b>	76,2	76,2	76,2	1,75	24,88	24,88	24,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>ECC</b>	88,3	87,9	88,8	1,82	26,66	26,54	26,81	-0,12	-0,45	0,15	0,57	0,27	1,02
<b>SRT</b>	85,7	84,9	84,7	1,83	25,73	25,49	25,43	-0,24	-0,93	-0,30	-1,17	-0,06	-0,24
<b>JR</b>	75,4	76,0	76,2	1,68	26,87	27,09	27,16	0,21	0,80	0,29	1,06	0,07	0,26
<b>CS</b>	88,1	89,1	90,0	1,85	25,88	26,17	26,44	0,29	1,14	0,56	2,16	0,26	1,01
<b>AJMA</b>	65,5	65,1	66,1	1,67	23,49	23,34	23,70	-0,14	-0,61	0,22	0,92	0,36	1,54
<b>MOR</b>	65,3	66,3	66,2	1,85	19,17	19,48	19,45	0,31	1,61	0,28	1,46	-0,03	-0,15
<b>MLN</b>	69,9	70,1	69,3	1,81	21,34	21,40	21,15	0,06	0,29	-0,18	-0,86	-0,24	-1,14
<b>MLSO</b>	66,1	66,5	67,1	1,77	21,10	21,23	21,40	0,13	0,61	0,30	1,44	0,18	0,83
<b>RSC</b>	82,9	82,7	81,6	1,77	26,61	26,55	26,19	-0,06	-0,24	-0,42	-1,57	-0,35	-1,33
<b>CVL</b>	70,9	71,1	69,9	1,70	24,53	24,60	24,19	0,07	0,28	-0,35	-1,41	-0,42	-1,69
<b>DLCF</b>	80,3	79,7	80,4	1,69	28,28	28,07	28,32	-0,21	-0,75	0,04	0,12	0,25	0,88
<b>VFSO</b>	69,6	68,5	71,1	1,70	24,08	23,70	24,60	-0,38	-1,58	0,52	2,16	0,90	3,80
<b>IMD</b>	60,0	60,1	59,2	1,73	20,05	20,08	19,78	0,03	0,17	-0,27	-1,33	-0,30	-1,50

Abs: diferença absoluta; %: diferença relativa

## ANEXO IV - G

Valores individuais de Polar Fitness Test e de frequência cardíaca (FC) nos Testes Ergoespirométricos (TE) no pico do esforço (PICO) e após o 1º minuto de recuperação ativa (1ºMIN), com indicação das diferenças absolutas e relativas dos momentos de aferição da FC em ambos os TE

Nomes	POLAR FITNESS TEST (own index)									FREQÜÊNCIA CARDÍACA (bpm)							
	FIT1	FIT2	ABS2-1	FIT%2-1	FIT3	ABS3-1	FIT%3-1	ABS3-2	FIT%3-2	PICO1	1ºMIN-1	ABS1	%1	PICO2	1ºMIN-2	ABS2	%2
JNB	37	39	2,0	5,41	42	5,0	13,51	3,0	7,69	173	145	28	16,18	178	150	28	15,73
ELF	31	29	-2,0	-6,45	41	10,0	32,26	12,0	41,38	161	142	19	11,80	163	150	13	7,98
GEM	33	37	4,0	12,12	44	11,0	33,33	7,0	18,92	192	163	29	15,10	191	152	39	20,42
ALB	32	30	-2,0	-6,25	42	10,0	31,25	12,0	40,00	173	147	26	15,03	178	157	21	11,80
FVSC	32	32	0,0	0,00	37	5,0	15,63	5,0	15,63	156	134	22	14,10	199	153	46	23,12
GPA	26	28	2,0	7,69	37	11,0	42,31	9,0	32,14	176	156	20	11,36	176	153	23	13,07
ECC	34	36	2,0	5,88	34	0,0	0,00	-2,0	-5,56	160	142	18	11,25	169	156	13	7,69
SRT	31	30	-1,0	-3,23	41	10,0	32,26	11,0	36,67	163	126	37	22,70	162	130	32	19,75
JR	33	34	1,0	3,03	46	13,0	39,39	12,0	35,29	165	145	20	12,12	185	153	32	17,30
CS	25	30	5,0	20,00	40	15,0	60,00	10,0	33,33	176	151	25	14,20	179	135	44	24,58
AJMA	31	32	1,0	3,23	41	10,0	32,26	9,0	28,13	183	163	20	10,93	182	163	19	10,44
MOR	32	33	1,0	3,13	38	6,0	18,75	5,0	15,15	176	131	45	25,57	178	146	32	17,98
MLN	28	30	2,0	7,14	41	13,0	46,43	11,0	36,67	174	144	30	17,24	185	153	32	17,30
MLSO	36	36	0,0	0,00	39	3,0	8,33	3,0	8,33	197	178	19	9,64	211	185	26	12,32
RSC	31	32	1,0	3,23	39	8,0	25,81	7,0	21,88	176	150	26	14,77	183	159	24	13,11
CVL	33	34	1,0	3,03	44	11,0	33,33	10,0	29,41	168	138	30	17,86	177	146	31	17,51
DLCF	34	32	-2,0	-5,88	40	6,0	17,65	8,0	25,00	159	130	29	18,24	171	148	23	13,45
VFSO	36	36	0,0	0,00	43	7,0	19,44	7,0	19,44	202	178	24	11,88	193	165	28	14,51
IMD	39	37	-2,0	-5,13	39	0,0	0,00	2,0	5,41	180	160	20	11,11	180	155	25	13,89

FIT: Polar Fitness Teste; ABS: diferença absoluta; %: diferença relativa;

## ANEXO IV - H

**Valores individuais de índices temporais da variabilidade da frequência cardíaca obtidos nas três avaliações seriadas instituídas, nas posturas supina e ortostática**

Nomes	NÚMERO DE INTERVALOS R-R						MÉDIA DOS INTERVALOS R-R (ms)						DESVIO PADRÃO DOS INT. R-R (ms)					
	Sup1	Ort1	Sup2	Ort2	Sup3	Ort3	Sup1	Ort1	Sup2	Ort2	Sup3	Ort3	Sup1	Ort1	Sup2	Ort2	Sup3	Ort3
JNB	327	352	363	388	366	366	936	860	820	762	849	798	25,3	17,6	21,8	19,3	24,6	18,3
ELF	270	345	247	360	281	396	1134	845	1125	835	1074	769	32,7	43,4	38,3	43,3	38,4	46,6
GEM	338	413	344	437	335	433	890	730	861	664	911	691	46,3	39,1	44,9	37,3	48,8	54,3
ALB	362	378	301	380	395	487	845	800	1005	798	751	707	92,8	59,3	78,5	48,1	64,8	59
FVSC	283	324	291	332	282	311	1083	945	1054	953	1075	965	88,2	78,5	108,7	74,8	80,1	79,2
GPA	230	287	266	354	269	338	1343	1032	1168	866	1148	910	68,8	61,6	66,7	58	71,7	61,7
ECC	367	442	397	431	367	436	830	723	758	674	798	681	44,3	40	23,5	24,4	47,3	24,5
SRT	281	390	284	388	281	371	1097	772	1050	792	1080	798	51,1	49,3	40,1	47,3	67,8	61,1
JR	306	380	334	419	352	392	1005	795	918	722	857	746	65,3	41,4	53,2	26,2	27,3	26,6
CS	250	416	281	416	272	390	1157	720	1063	725	1137	767	130,4	59,4	75,9	42,2	81,4	51,9
AJMA	281	357	288	365	313	410	1092	811	1068	787	934	714	128,6	51,5	123,3	37,2	76,1	30,3
MOR	285	344	286	301	310	340	1079	889	1081	1020	985	883	80,6	62,5	94,5	77,3	72,3	59,4
MLN	281	319	267	357	257	313	1091	940	1117	857	1171	969	38,8	56,2	48	48,6	53,7	62,1
MLSO	383	443	415	484	354	434	778	666	730	607	867	684	42,2	45,1	29,6	26,9	68,9	37,8
RSC	305	413	304	462	317	450	1005	693	990	649	964	668	116,8	38	83,9	25,7	85,8	40,4
CVL	310	392	320	419	309	433	993	762	941	712	966	710	52	34	37,5	42	38,1	54,4
DLCF	379	435	317	402	341	470	796	667	971	744	892	637	27,7	35,4	53	45,6	39	29,4
VFSO	366	495	374	510	353	458	820	604	818	598	857	653	56,8	21,4	52	37,9	44,2	29,6
IMD	325	402	315	424	319	429	921	750	953	713	958	701	56,4	40,2	29,9	29,9	44,7	33,5

Sup: postura supina; Ort: postura ortostática

## ANEXO IV - I

**Valores individuais de índices temporais da variabilidade da frequência cardíaca obtidos nas três avaliações seriadas instituídas, nas posturas supina e ortostática**

Nomes	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO						pNN50 (%)						Rmssd (ms)					
	Sup1	Ort1	Sup2	Ort2	Sup3	Ort3	Sup1	Ort1	Sup2	Ort2	Sup3	Ort3	Sup1	Ort1	Sup2	Ort2	Sup3	Ort3
<b>JNB</b>	2,7	2	2,7	2,5	2,9	2,3	2,5	0	0,8	0	1,6	0	25,4	13,7	17,4	9,4	24,4	12,3
<b>ELF</b>	2,9	5,1	3,4	5,2	3,6	6,1	10,4	4,4	9,8	1,9	8,6	2,5	33,4	24,1	33,8	21,6	31	20,8
<b>GEM</b>	5,2	5,4	5,2	5,6	5,4	7,9	16	1,2	7	0,9	12	4,4	35,3	19,1	27,9	15,6	30,6	23,9
<b>ALB</b>	11	7,4	7,8	6	8,6	8,3	56,2	13,5	69,3	5,3	29,7	9,9	100,4	34,6	108,5	24,5	61,9	31,3
<b>FVSC</b>	8,1	8,3	10,3	7,8	7,5	8,2	62,1	59,4	67,9	59,8	69	71,3	95,2	81,4	107,3	76,1	110,4	89,1
<b>GPA</b>	5,1	6	5,7	6,7	6,2	6,8	52	15,4	48,7	7,4	44,8	14,8	82	36,9	70,1	29,3	73,1	35,7
<b>ECC</b>	5,3	5,3	3,1	3,6	5,9	3,6	6	1,8	0,3	0,2	7,9	0	29,7	19,7	16,7	13,1	31,1	14
<b>SRT</b>	4,7	6,4	3,8	6	6,3	7,7	12,5	0,3	6,4	2,1	12,5	3,8	33,4	14,6	29,3	18,7	37,8	24,6
<b>JR</b>	6,5	5,2	5,8	3,6	3,2	3,6	33,1	0,8	19,5	0,5	0,9	0	54,3	15,7	45,9	11	18,2	10
<b>CS</b>	11,3	8,2	7,1	5,8	7,2	6,8	34,5	1,9	12,1	0,7	24	1,5	61,4	19	36,7	15	50,7	19,1
<b>AJMA</b>	11,8	6,3	11,5	4,7	8,1	4,2	74,6	10,4	69,3	2,2	34	0	153,3	32,5	142,8	22,7	74,6	14,6
<b>MOR</b>	7,5	7	8,7	7,6	7,3	6,7	40,8	7,3	57,2	25,7	43	7,1	58,5	27,7	93,4	44,6	57,5	27,9
<b>MLN</b>	3,6	6	4,3	5,7	4,6	6,4	30	24,2	34,2	4,5	32	13,5	46	40,8	48,7	25,8	53,3	35,4
<b>MLSO</b>	5,4	6,8	4,1	4,4	7,9	5,5	21,7	4,5	6	0,4	40,8	2,5	42,5	22,7	26,2	11,4	55,6	21
<b>RSC</b>	11,6	5,5	8,5	4	8,9	6,1	49,3	1	54,8	0	45,3	0,9	117	16,2	89,3	11,5	76,6	17,4
<b>CVL</b>	5,2	4,5	4	5,9	3,9	7,7	18,1	1,3	7,5	1,7	5,5	1,6	37,6	15,7	30,4	17,4	25,9	23,7
<b>DLCF</b>	3,5	5,3	5,5	6,1	4,4	4,6	1,3	0,2	8,2	1	2,6	0	17,3	13,2	29,9	17,9	19,3	8,1
<b>VFSO</b>	6,9	3,5	6,4	6,3	5,2	4,5	14	0	9,7	1,2	10,2	0	35,5	8,8	31,1	13,7	33,1	11,1
<b>IMD</b>	6,1	5,3	3,1	4,2	4,7	4,8	40,4	2,5	2,2	0	6,3	0,5	54	21,6	22,4	12,3	28,3	13,3

Sup: postura supina; Ort: postura ortostática

## ANEXO IV - J

**Valores individuais de índices espectrais da variabilidade da frequência cardíaca obtidos nas três avaliações seriadas instituídas, nas posturas supina e ortostática**

NOME	ÁREA ESPECTRAL TOTAL (ms <sup>2</sup> )						ÁREA ABS. BAIXA FREQUÊNCIA (ms <sup>2</sup> )						ÁREA ABS. ALTA FREQUÊNCIA (ms <sup>2</sup> )					
	Sup1	Ort1	Sup2	Ort2	Sup3	Ort3	Sup1	Ort1	Sup2	Ort2	Sup3	Ort3	Sup1	Ort1	Sup2	Ort2	Sup3	Ort3
JNB	109,6	45,3	95	73,4	94,3	61	39,2	21,8	27,2	27,4	22	23,8	55,8	13,4	27,1	5,1	50,8	10,6
ELF	175,2	322,2	215,9	341,2	386,2	440,5	82,2	226	110,9	105,1	127,5	265,4	50,2	24,2	53	31,3	61,8	16,8
GEM	387,1	358,6	409,5	203,9	385,8	454,6	256	260,9	211,6	166,9	244,2	400	87,1	31,2	48,3	14,7	35,1	18,8
ALB	1496	513,3	1064,2	326,1	1091,5	700,2	482,9	225,1	131,6	130,5	202,3	432,8	925,5	103,7	796,4	39,3	470,3	78,1
FVSC	1365	1174,6	1848,4	1058,9	943,8	1301,3	526,5	273,3	239,4	212,9	55,8	176,4	484,8	757,5	987,6	707,7	846,1	998,7
GPA	740,7	549,2	895,2	487,2	1092,6	512,2	192,3	174,7	158,1	204,1	398,5	218,8	350,3	92,6	547,1	68,5	551,9	96
ECC	426,5	206,3	82,5	95,1	404,9	85,9	256,5	155,9	42,9	75,3	234,1	50,1	61,8	24,6	23,4	12	82,9	16,8
SRT	530,4	429,9	373,6	527,4	487,6	478	133,5	293,8	97,6	393,5	210,1	353,9	65,6	4,3	68,4	11,7	62,4	8,6
JR	858,1	326,8	391	104,1	107,9	85,2	383,3	100,4	184,7	44,2	35,1	16,1	259,2	11,1	127,4	4,3	19,9	3,9
CS	1870,9	572,4	1966,1	298,2	1449,4	322	562	307	724	164,6	313,9	201,6	160,8	9,7	90,1	7,6	161,7	13,6
AJMA	2495,5	452,8	2291,9	299,1	854,8	182,8	691,3	184,3	993,1	165,9	261,5	89,7	1676	96,9	1066	43,2	289,5	15,5
MOR	1112,3	807,8	1379,5	1053,6	843,8	750,4	367,9	267,8	317,1	144,2	177,1	179,2	174,3	37,9	763,3	100	202,6	45,1
MLN	259,6	481,8	394,6	362	376,8	614,4	54,5	172	104,3	194,2	145,4	221,5	189,9	198,3	154,2	52,5	138,4	85,2
MLSO	269,2	248,9	159	125,2	864,5	289,7	49,5	133,1	46	67,3	195	194,5	199,2	49	73,2	8,7	334,8	33,3
RSC	2978,6	326,8	1131,7	104,2	1311,1	224,9	1093,8	183,4	495,3	52,8	509,3	117,1	1456	25,9	436,8	14,9	526,6	34,7
CVL	616,8	265,2	257,4	356,5	228,2	556,2	258,3	204,7	107,6	304,7	51,6	188,5	149,3	19,1	98,8	13,5	52,5	22,2
DLCF	125,5	228	572,7	339,6	207,3	161,6	74,9	161,1	259,6	290,7	99,9	73,9	20,9	8,6	59,3	11,9	19,6	2,7
VFSO	588,1	101,2	491,1	301,7	349	102,9	216,6	47,3	210,5	118,6	143,1	47,5	109,9	9,7	113,3	18,9	81,5	7,3
IMD	651,6	229	147,4	139,1	334,9	201,2	159	146,1	61,5	79,4	110,8	89,2	441,3	47,1	41,1	18,4	68,6	11,5

ABS.: absoluta; sup.: postura supina; ort.: postura ortostática

## ANEXO IV - K

**Valores individuais de índices espectrais da variabilidade da frequência cardíaca obtidos nas três avaliações seriadas instituídas, nas posturas supina e ortostática**

NOME	ÁREA NOR. BAIXA FREQ.						ÁREA NOR. ALTA FREQ.						RAZÃO ÁREA ABS. BF/AF					
	Sup1	Ort1	Sup2	Ort2	Sup3	Ort3	Sup1	Ort1	Sup2	Ort2	Sup3	Ort3	Sup1	Ort1	Sup2	Ort2	Sup3	Ort3
JNB	0,41	0,62	0,5	0,84	0,3	0,69	0,59	0,38	0,5	0,16	0,7	0,31	0,7	1,62	1	5,34	0,43	2,25
ELF	0,62	0,9	0,68	0,77	0,67	0,94	0,38	0,1	0,32	0,23	0,33	0,06	1,64	9,35	2,09	3,37	2,06	15,79
GEM	0,75	0,89	0,81	0,92	0,87	0,96	0,25	0,11	0,19	0,08	0,13	0,04	2,94	8,35	4,39	11,32	6,95	21,28
ALB	0,34	0,68	0,14	0,77	0,3	0,85	0,66	0,32	0,86	0,23	0,7	0,15	0,52	2,17	0,17	3,32	0,43	5,54
FVSC	0,52	0,27	0,2	0,23	0,06	0,15	0,48	0,73	0,8	0,77	0,94	0,85	1,09	0,36	0,24	0,3	0,07	0,18
GPA	0,35	0,65	0,22	0,75	0,42	0,7	0,65	0,35	0,78	0,25	0,58	0,3	0,55	1,89	0,29	2,98	0,72	2,28
ECC	0,81	0,86	0,65	0,86	0,74	0,75	0,19	0,14	0,35	0,14	0,26	0,25	4,15	6,35	1,83	6,26	2,83	2,97
SRT	0,67	0,99	0,59	0,97	0,77	0,98	0,33	0,01	0,41	0,03	0,23	0,02	2,04	68,52	1,43	33,75	3,37	41,37
JR	0,6	0,9	0,6	0,91	0,64	0,81	0,4	0,1	0,4	0,09	0,36	0,19	1,48	9,03	1,45	10,25	1,76	4,16
CS	0,78	0,97	0,89	0,96	0,66	0,94	0,22	0,03	0,11	0,04	0,34	0,06	3,49	31,59	8,04	21,71	1,94	14,85
AJMA	0,29	0,66	0,48	0,79	0,47	0,85	0,71	0,34	0,52	0,21	0,53	0,15	0,41	1,9	0,93	3,84	0,9	5,78
MOR	0,68	0,88	0,29	0,59	0,47	0,8	0,32	0,12	0,71	0,41	0,53	0,2	2,11	7,07	0,42	1,44	0,87	3,98
MLN	0,22	0,46	0,4	0,79	0,51	0,72	0,78	0,54	0,6	0,21	0,49	0,28	0,29	0,87	0,68	3,71	1,05	2,6
MLSO	0,2	0,73	0,39	0,89	0,37	0,85	0,8	0,27	0,61	0,11	0,63	0,15	0,25	2,72	0,63	7,76	0,58	5,84
RSC	0,43	0,88	0,53	0,78	0,49	0,77	0,57	0,12	0,47	0,22	0,51	0,23	0,75	7,09	1,13	3,54	0,97	3,37
CVL	0,63	0,91	0,52	0,96	0,5	0,89	0,37	0,09	0,48	0,04	0,5	0,11	1,73	10,73	1,09	22,49	0,98	8,51
DLCF	0,78	0,95	0,81	0,96	0,84	0,96	0,22	0,05	0,19	0,04	0,16	0,04	3,58	18,81	4,38	24,35	5,11	27,45
VFSO	0,66	0,83	0,65	0,86	0,64	0,87	0,34	0,17	0,35	0,14	0,36	0,13	1,97	4,9	1,86	6,27	1,76	6,52
IMD	0,26	0,76	0,6	0,81	0,62	0,89	0,74	0,24	0,4	0,19	0,38	0,11	0,36	3,1	1,5	4,31	1,62	7,78

Nor.: normalizada; Abs.: absoluta; sup: postura supina; ort: postura ortostática

## ANEXO IV - L

Valores individuais de variáveis ergoespirométricas medidas ao nível do Limiar Anaeróbico (LA)  
nos testes de esforço instituídos antes (1) e após (2) o aumento no número de passos diários

Nomes	TESTE ERGOESPIROMÉTRICO nº 1 VALORES MENSURADOS NO LA					TESTE ERGOESPIROMÉTRICO nº 2 VALORES MENSURADOS NO LA				
	FC	VO <sup>2</sup> (ml/Kg/min)	VEL (Km/h)	TEMPO (s)	DF (m)	FC	VO <sup>2</sup> (ml/Kg/min)	VEL (Km/h)	TEMPO (s)	DF (m)
JNB	110	15,1	4	208	197,8	108	15,1	4	208	197,8
ELF	118	14,2	5	340	372,2	124	19,4	6,1	433	523,7
GEM	120	17,7	6,1	362	403,4	120	18,3	5	320	344,4
ALB	118	16,6	5	320	344,4	116	15,1	5	259	259,7
FVSC	94	15,2	4	227	218,9	95	14,9	4	179	165,6
GPA	106	15,4	5	340	372,2	111	17,9	6,1	383	439,0
ECC	112	14,4	5	340	372,2	145	18,8	7,1	499	619,2
SRT	94	15,4	5	355	393,1	108	17,6	6,1	410	484,7
JR	101	17,1	5	340	372,2	108	18,6	5	359	398,6
CS	105	17,8	5	320	344,4	100	17,3	5	339	370,8
AJMA	127	18,7	6,1	399	466,1	125	23,1	7,1	480	603,3
MOR	108	20,3	6,1	436	528,8	124	23,2	6,1	407	479,6
MLN	117	17,1	5	350	386,1	128	15,3	6,1	360	400,0
MLSO	143	22,9	6,1	386	444,1	144	21,7	6,1	460	569,4
RSC	124	16,1	5	276	283,3	121	13,4	5	354	391,7
CVL	101	15,2	5	347	381,9	96	15,9	5	354	391,7
DLCF	99	16,2	4	210	200,0	120	15,4	5	334	363,9
VFSO	124	16,1	5	358	397,2	106	15,2	5	351	387,5
IMD	123	20,5	6,1	405	476,3	137	26	7,1	521	637,5

LA: limiar anaeróbico; FC: frequência cardíaca; VO2: consumo de oxigênio; VEL.: velocidade da esteira; TEMPO: tempo de teste; DF: desempenho físico expresso pela distância percorrida



