

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA



“ESTUDO DA CAPACIDADE AERÓBIA FUNCIONAL, DA CAPACIDADE
FUNCIONAL DO MÚSCULO CARDÍACO E DO CONTROLE AUTONÔMICO
DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE IDOSOS ATLETAS E ATIVOS”

Aluno: Rafael Davini

Orientador: Prof. Dr. Luiz Eduardo Barreto Martins

CAMPINAS, JUNHO DE 2003

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA



“ESTUDO DA CAPACIDADE AERÓBIA FUNCIONAL, DA CAPACIDADE
FUNCIONAL DO MÚSCULO CARDÍACO E DO CONTROLE AUTONÔMICO
DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE IDOSOS ATLETAS E ATIVOS”

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do Título de Mestre em Educação Física, área de Concentração Atividade Física Adaptação e saúde.

CAMPINAS, JUNHO DE 2003

Este exemplar corresponde à redação final da dissertação de mestrado, defendida por Rafael Davini e aprovada pela comissão julgadora em 27 de Junho de 2003.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Eduardo Barreto Martins

Banca Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Roseli Golfetti

Prof^a. Dr^a. Ester da Silva

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA -FEF
UNICAMP**

Davini, Rafael

D289e Estudo da capacidade aeróbia funcional, da capacidade funcional do músculo cardíaco e do controle autonômico da frequência cardíaca de idosos atletas e ativos / Rafael Davini. – Campinas: [s.n], 2003.

Orientador: Luiz Eduardo Barreto Martins

Tese (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física..

1. Sistema cardiovascular. 2. Treinamento físico. 3. Envelhecimento. 4. Atletas. 5. Idosos. I. Martins, Luiz Eduardo Barreto. II. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física. III. Título.

Investigação conduzida no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas com apoio do Departamento de Cardiologia e Reabilitação do Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas

Suporte Financeiro: CAPES

Agradecimentos muito especiais

Gostaria muito de agradecer:

A **Deus** por ter me dado muita, muita força para enfrentar todos os momentos muito difíceis que atravessei com sucesso durante todo este período. Senhor, sem a tua vontade nada disso teria se concretizado, muito obrigado !

“Deus é o nosso refúgio e fortaleza, socorro bem presente nas tribulações”

Salmos 46:1

A meus pais, **Mário Davini** e **Myriam Davini** pelo apoio incondicional em todos os momentos difíceis, e não foram poucos e também por terem acreditado neste sonho junto comigo!

A meu irmão, **Felipe Davini**, pois sei que torceu por mim em cada momento desta difícil etapa, Valeu mano!

Ao grande amor da minha vida, **Carolina Vianna Nunes** por todo o sincero e inigualável amor que a mim dedica a alguns anos e por todos os conselhos e orientações dadas, **Te amo cada dia mais!**

A meu único e verdadeiro mestre e grande amigo, o **Professor Dr. Rinaldo Roberto de Jesus Guirro** por todos os ensinamentos que me transmitiu e que até hoje me são extremamente úteis e indispensáveis, pelos exemplos de amor à profissão de professor, trabalho duro, competência e honestidade. Muito obrigado por um dia ter cruzado o meu caminho e tenho certeza de que isso novamente acontecerá !

A todos os meus **voluntários** pelos exemplos de bondade e amor ao próximo, muito obrigado !

A **professora Dr^a. Fabiana Spina Martinelli**, “O verdadeiro Mestre não tem medo de transmitir os seus conhecimentos e experiências aos iniciantes” Muito obrigado por tudo **FABI** e conte sempre comigo !

A três fiéis e verdadeiros amigos **professor Ms. Luiz Fernando Ribeiro**, **professora Ms. Juliana Prado** e a querida **Dona Lair** por todos os importantes conselhos nos momentos difíceis. Valeu pessoal !

Agradecimentos especiais

Gostaria de agradecer:

Ao **professor Dr. Luiz Eduardo Barreto Martins** pela oportunidade de realizar este trabalho e por todas as orientações. Muito obrigado !

A **professora Dr^a. Roseli Golfetti** pelo grande incentivo e pelas importantes contribuições que prestou na realização deste trabalho. Muito obrigado !

A **professora Dr^a. Ester da Silva** pela oportunidade que me deu em seu laboratório e que infelizmente não se concretizou e por todos os importantes ensinamentos que me transmitiu. Muito obrigado !

Aos **professores Dr. José Rocha e José Renato Cavachio** do setor de Cardiologia e Reabilitação da Faculdade de Medicina da UNICAMP por todos os conhecimentos compartilhados e por toda a ajuda técnica e científica indispensáveis nesta investigação. Muito obrigado !

A **Giovana V. de Souza** por todas as ajudas prestadas nos momentos difíceis, muito obrigado!

Aos competentes bibliotecários **Geraldo, Gonzaga e Dulce** por toda a atenção e carinho que a mim dedicaram neste período. Muito obrigado!

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. Introdução | 1 |
| 2. Objetivos | 8 |
| 3. Material e Métodos | 9 |
| 3.1. Amostra..... | 9 |
| 3.1.1. Grupo de Atletas..... | 9 |
| 3.1.2. Grupo de Ativos..... | 10 |
| 3.2. Protocolo Experimental..... | 11 |
| 3.3. Anamnese..... | 11 |
| 3.4. Medidas Antropométricas..... | 12 |
| 3.5. Pressão Arterial (PA)..... | 12 |
| 3.6. Eletrocardiografia de repouso de 12 derivações..... | 13 |
| 3.7. Teste de esforço físico dinâmico máximo ou sintoma limitado (TE)..... | 14 |
| 3.8. Ecocardiografia bidimensional com Doppler..... | 15 |
| 3.9. Eletrocardiografia dinâmica de 24 horas – Holter..... | 16 |
| 4. Análise dos resultados | 22 |
| 5. Resultados | 23 |
| 5.1. Características antropométricas..... | 24 |
| 5.2. Pressão arterial sistólica e diastólica na posição supina..... | 26 |
| 5.3. Consumo máximo de oxigênio esperado e consumo máximo de | |

| | |
|---|-----------|
| oxigênio obtido no TE..... | 28 |
| 5.4. Variáveis ecocardiográficas no repouso..... | 29 |
| 5.5. frequência cardíaca máxima ($FC_{máx}$) e carga alcançada no TE..... | 32 |
| 5.6. Frequência cardíaca durante os períodos de vigília em repouso (VR) e sono (S)..... | 34 |
| 5.7. Variabilidade da frequência cardíaca nos domínios do tempo (DT) e da frequência (DF)..... | 35 |
| 5.7.1. Análise da VFC durante o período de vigília em repouso..... | 36 |
| 5.7.2. Análise da VFC durante o sono..... | 36 |
| 5.7.3. Média e desvio padrão dos intervalos RR no período de vigília em repouso e durante o sono..... | 36 |
| 5.7.4. Bfun, Afun, BF/AF durante o período de vigília em repouso e durante o sono..... | 38 |
| 6. Discussão..... | 42 |
| 6.1. Características antropométricas..... | 43 |
| 6.2. Pressão arterial sistólica e pressão arterial diastólica na posição supina..... | 44 |
| 6.3. Consumo máximo de oxigênio esperado e consumo máximo de oxigênio obtido..... | 46 |
| 6.4. Variáveis ecocardiográficas, $FC_{máx}$ e carga alcançada no TE..... | 50 |
| 6.5. Frequência cardíaca durante os períodos de vigília em repouso e | |

| | |
|--|------------|
| durante o sono..... | 54 |
| 6.6. Variabilidade da frequência cardíaca nos domínios do tempo (DT) e da frequência (DF)..... | 56 |
| 6.6.1. Variabilidade da frequência cardíaca durante a vigília em repouso..... | 60 |
| 6.6.2. Variabilidade da frequência cardíaca durante o sono..... | 66 |
| 7. Conclusões..... | 68 |
| 8. Referências bibliográficas..... | 70 |
| 9. Apêndices..... | 87 |
| 9.1. Apêndice 1 - termo de consentimento..... | 88 |
| 9.2. Apêndice 2- ficha de avaliação..... | 91 |
| 9.3. Apêndice 3- ficha de registro de atividades do HOLTER..... | 95 |
| 9.4. Tabelas de valores individuais para as variáveis estudadas no domínio do tempo e domínio da frequência..... | 96 |
| 10. Anexos..... | 100 |
| 10.1 Anexo 1- Parecer do comitê de ética em pesquisa da FCM / UNICAMP para a realização do estudo..... | 101 |

LISTA DE ABREVIACÕES

| | | |
|-----------------------|---|---|
| AF | ..... | Componente espectral de alta frequência |
| AF/BF | ..... | Relação entre os componentes de baixa e alta frequência |
| AVf | Derivação Eletrocardiográfica Amplificada de Membro Inferior (“foot”) | |
| A-VO ₂ dif | ..... | Diferença artério-venosa de oxigênio |
| BF | ..... | Componente espectral de baixa frequência |
| bpm | ..... | Batimento por minuto |
| cm | ..... | Centímetro |
| DC | ..... | Débito Cardíaco |
| DF | ..... | Domínio da Frequência |
| DPiRR | ..... | Desvio padrão dos intervalos RR do eletrocardiograma |
| DT | ..... | Domínio do Tempo |
| ECG | ..... | Eletrocardiograma |
| FC | ..... | Frequência Cardíaca |
| FCR | ..... | Frequência Cardíaca de Repouso |
| FCS | ..... | Frequência Cardíaca Durante o Sono |
| FEVE | ..... | Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo |
| FFT | ..... | Fast Fourier Transform (Transformada Rápida de Fourier) |
| Hz | ..... | Hertz |
| IMC | ..... | Índice de Massa Corporal |
| iRR | ..... | Intervalo entre duas ondas R no eletrocardiograma |
| kg | ..... | Quilograma |

| | | |
|--|-------|---|
| m | ..... | Metro |
| mmHg | ..... | Milímetros de Mercúrio |
| MBF | ..... | Componente Espectral de Muito Baixa Frequência |
| MC5 | ..... | Manúbrio, “Chest”(tórax) e Quinto Espaço Intercostal |
| Média iRR | ..... | Valor Médio dos Intervalos RR no Eletrocardiograma |
| ml | ..... | mililitro |
| $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ | ..... | Mililitros por Quilograma de Peso Corporal por Minuto |
| ms | ..... | Milissegundo |
| MVE/SC | ..... | Massa do Ventrículo Esquerdo /Superfície Corporal |
| PA | ..... | Pressão Arterial |
| PAD | ..... | Pressão Arterial Diastólica |
| PAS | ..... | Pressão Arterial Sistólica |
| S | ..... | Sono |
| SNA | ..... | Sistema Nervoso Autônomo |
| SNP | ..... | Sistema Nervoso Simpático |
| SNS | ..... | Sistema Nervosos Parassimpático |
| TE | ..... | Teste de Esforço Físico Dinâmico Máximo ou Sintoma Limitado |
| un | ..... | Unidades normalizadas |
| V2 a V5 | ..... | Derivações pré-cordiais (4° e 5° espaço intercostal) |
| VDFVE | ..... | Volume Diastólico Final do Ventrículo Esquerdo |
| VFC | ..... | Variabilidade da Frequência Cardíaca |
| $\text{VO}_{2\text{máx}}$ | ..... | Consumo máximo de oxigênio |
| VSFVE | ..... | Volume Sistólico Final do Ventrículo Esquerdo |

| | | |
|----|-------|--------------------|
| W | ..... | Watts |
| VR | ..... | Vigília em Repouso |

LISTA DE QUADROS E TABELAS

| | | |
|----------|--|----|
| QUADRO I | Características dos exercícios físicos praticados pelos grupos estudados..... | 10 |
| TABELA 1 | Características (média e desvio padrão) de idade, peso, altura e índice de massa corporal dos grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8)..... | 12 |
| TABELA 2 | Protocolo de BRUCE para ergômetro tipo esteira utilizado no TE..... | 15 |
| TABELA 3 | Valores das variáveis obtidas no domínio do tempo e da frequência durante o período de vigília em repouso no grupo Atletas (n=9)..... | 94 |
| TABELA 4 | Valores das variáveis obtidas no domínio do tempo e da frequência durante o período de vigília , na posição supina, no grupo Ativos (n=8)..... | 95 |
| TABELA 5 | Valores das variáveis obtidas no domínio do tempo e da frequência durante o período de sono, no grupo Atletas (n=9) | 96 |
| TABELA 6 | Valores das variáveis obtidas no domínio do tempo e da frequência durante o período de sono, no grupo de Ativos (n=8)..... | 97 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-----------|---|----|
| FIGURA 1 | Voluntário sendo submetido à eletrocardiografia de repouso de 12 derivações..... | 13 |
| FIGURA 2 | Voluntário sendo submetido ao teste de esforço físico dinâmico máximo ou sintoma limitado (TE)..... | 15 |
| FIGURA 3 | Materiais utilizados para a eletrocardiografia dinâmica de 24 horas – Holter..... | 17 |
| FIGURA 4 | Colocação dos eletrodos, cabos e dispositivo para a realização da eletrocardiografia dinâmica de 24 horas..... | 18 |
| FIGURA 5 | Equipamentos utilizados para o processamento das fitas K7 contendo os sinais de ECG coletados a partir da eletrocardiografia dinâmica de 24 horas, Holter | 19 |
| FIGURA 6 | Exemplo de um trecho de um traçado da FC e dos intervalos RR durante o período de vigília em repouso e durante o sono pertencentes ao voluntário APS | 21 |
| FIGURA 7 | Valores da idade nos grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8).. | 24 |
| FIGURA 8 | Valores do peso corporal nos grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8) | 25 |
| FIGURA 9 | Valores da altura nos grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8). | 25 |
| FIGURA 10 | Valores do IMC nos grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8)... | 26 |
| FIGURA 11 | Valores da pressão arterial sistólica (PAS) na posição supina nos grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8)..... | 27 |

| | | |
|-----------|--|----|
| FIGURA 12 | Valores da pressão arterial diastólica (PAD) na posição supina nos grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8)..... | 28 |
| FIGURA 13 | Valores do $VO_{2máx}$ esperado ($VO_{2máx}$ E) em função da idade e do $VO_{2máx}$ obtido ($VO_{2máx}$ O) durante o TE nos grupos atletas (n=9) e ativos (n=8)..... | 29 |
| FIGURA 14 | Valores do volume diastólico final do ventrículo esquerdo nos grupos atletas (n=9) e ativos (n=8)..... | 30 |
| FIGURA 15 | Valores do volume sistólico final do ventrículo esquerdo nos grupos atletas (n=9) e ativos (n=8)..... | 30 |
| FIGURA 16 | Valores da fração de ejeção do ventrículo esquerdo nos grupos atletas (n=9) e ativos (n=8)..... | 31 |
| FIGURA 17 | Valores da massa do ventrículo esquerdo nos grupos atletas (n=9) e ativos (n=8)..... | 32 |
| FIGURA 18 | Valores da $FC_{máx}$ atingida no TE para os grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8)..... | 33 |
| FIGURA 19 | Valores da carga em watts atingida no TE para os grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8)..... | 34 |
| FIGURA 20 | Valores da frequência cardíaca de vigília e durante o sono nos grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8)..... | 35 |
| FIGURA 21 | Valores das médias iRR (ms) durante o período de vigília em repouso e sono nos grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8)..... | 37 |
| FIGURA 22 | Valores dos DPiRR (ms) durante o período de vigília em | |

| | | |
|-----------|---|----|
| | repouso e sono nos grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8)..... | 38 |
| FIGURA 23 | Valores de BFun (%) durante o período de vigília em repouso e sono nos grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8)... | 39 |
| FIGURA 24 | Valores de AFun (%) durante o período de vigília em repouso e sono nos grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8)..... | 40 |
| FIGURA 25 | Valores da razão BF/AF durante o período de vigília em repouso e sono nos grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8)..... | 41 |

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar a capacidade aeróbia funcional a partir da predição do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$), a capacidade funcional do músculo cardíaco em repouso, bem como a modulação autonômica da frequência cardíaca (FC) de indivíduos idosos atletas e ativos durante as condições de vigília em repouso (VR) e sono (S) a partir do estudo da variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Para tanto, 17 voluntários do sexo masculino, com média de idade de $65,2 \pm 4$ anos e considerados saudáveis após avaliação clínica, foram divididos em dois grupos: atletas ($n = 9$) e ativos ($n = 8$). Os voluntários foram submetidos a teste de esforço físico dinâmico máximo ou sintoma limitado (TE) em esteira, ecocardiografia e eletrocardiografia dinâmica de 24 horas, a partir da qual foram analisadas a frequência cardíaca de repouso (FCR) e sono (FCS) e a VFC nos domínios do tempo (DT) e da frequência (DF). A análise da VFC no DT incluiu a média dos intervalos RR (iRR) e seu desvio padrão (DPiRR), enquanto no DF foram estudados os componentes espectrais de baixa (BF: 0,04 – 0,15 Hz) e alta (AF: 0,15 – 0,40 Hz) frequência, e a relação BF/AF (Sistema Holter *for Windows*). A partir do TE, os voluntários tiveram predito os valores de $VO_{2máx}$ e determinadas a frequência cardíaca máxima ($FC_{máx}$) e a carga máxima de trabalho em Watts. Diferenças estatisticamente significativas foram aceitas quando não se sobrepuseram os intervalos de confiança da mediana para $p < 0,05$. A FCR (49 e 57 bpm) e a FCS (49 bpm e 56 bpm) foram significativamente menores ($p < 0,05$) para o grupo de atletas quando comparado ao grupo de ativos respectivamente. Tanto em VR quanto em S não foram verificadas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os grupos no que diz respeito aos índices de VFC, seja no DT ou DF. Porém, pode-se verificar, tendência a maiores valores de iRR (1158,21 ms e 1055,16 ms para VR) e (1209,84 ms e 1078,35 ms

para S), DPiRR (66,66 ms e 48,32 ms VR) e (62,49 ms e 31,19 ms para S), BF (83% e 75% VR) e (76% e 65% S) e ainda BF/AF (4,84 e 3,44 VR) e (3,46 e 2,88 S) respectivamente para atletas e ativos. Menores valores de AF (16% e 25% VR) e (23% e 34% para S) foram encontrados para o grupo de atletas em comparação ao grupo de ativos nas duas situações estudadas. Esses dados revelam também, em ambos os grupos, aumentos não significativos ($p > 0,05$) dos índices de VFC no DT e do componente AF, bem como redução não significativa ($p > 0,05$) de BF e BF/AF na condição de sono. Na condição de repouso, também não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre atletas e ativos no que diz respeito ao volume diastólico final do ventrículo esquerdo (VDFVE) (121 ml e 115,5 ml), volume sistólico final do ventrículo esquerdo (VSFVE) (35,05 ml e 41 ml), fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) (69,6% e 66,2 %) e massa do ventrículo esquerdo corrigida pela superfície corporal (MVE/SC) (112,96 e 94,2). Tanto os atletas quanto os ativos apresentaram valores de capacidade aeróbia funcional predito superiores aos esperados para a idade ($56,86 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ e $37,7 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ e $29,7 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ e $28,2 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, respectivamente), sendo que para o grupo de atletas esta diferença apresentou significância estatística ($p < 0,05$). Além disso, não constatou-se diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) inter grupos no que se refere à $FC_{\text{máx}}$ atingida durante o TE para atletas e ativos (161 bpm e 159 bpm), carga de trabalho alcançada (269,7 e 191,1 W) e capacidade funcional predita, apesar da tendência a maiores valores para os atletas. Estes resultados sugerem que os menores valores de FC observados para o grupo de idosos atletas nas condições VR e S em relação ao grupo de idosos ativos parecem não estar associados a níveis diferentes de modulação autonômica sobre o nodo sino-atrial já que a VFC tanto no DT quanto no DF não foi diferente entre os grupos estudados em nenhuma das condições estudadas. Além disso, parece que o regime de treinamento físico

recreacional praticado pelos idosos ativos promoveu adaptações semelhantes às conseguidas pelo regime de treinamento físico dos idosos do grupo de atletas em relação aos seguintes parâmetros: VDFVE, VSFVE, FE, MVE/SC.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the functional aerobic power from which predicted maximal oxygen uptake (VO_{2max}), rest functional capacity of heart and cardiac autonomic activity in old athletes and old active subjects during supine resting (SR) and sleep (S) through heart rate variability (HRV) analysis. Seventeen male subjects (65.2 ± 4 years) considered healthy after clinical evaluation were divided in two groups: athletes ($n = 9$) and actives subjects ($n = 8$). Volunteers underwent a maximal graded exercise test (ET) on a treadmill and were subjected to a resting echocardiographic evaluation and a 24-h dynamic electrocardiography, from which resting heart rate (RHR), heart rate during sleep (SHR) and HRV parameters in time (TD) and frequency (FD) domains were studied. HRV analysis in TD included mean RR interval length (iRR) and its standard deviation (SDRRi), while in FD, low frequency (LF: 0,04 – 0,15 Hz) and high frequency (HF: 0,15 – 0,40 Hz) spectral components and the LF/HF ratio were analyzed (Holter System *for Windows*). From the ET, maximal oxygen uptake (VO_{2max}) was predicted and maximal heart rate (HR_{max}) and maximal power output (PO_{max}) were determined. Statistical significance was accepted when median confidence intervals did not overlap for $p < 0.05$. RHR (49 vs 57 bpm) and SHR (49 vs 56 bpm) were significantly lower ($p < 0.05$) for the athletes. Both in SR and S conditions, no significant differences ($p > 0.05$) were found between groups for HRV indices in TD and FD. However, tendencies to greater values of iRR (1158.21 vs 1055.16 ms and 1209.84 vs 1078.35 ms), DPiRR (66.66 vs 48.32 ms and 62.49 vs 31.19 ms), LF (83 vs 75% and 76 vs 65%) and finally LF/HF (4.84 vs 3.44 and 3.46 vs 2.88, respectively for SR and S) were found for the athletes. On the other hand, lower values of HF (16 vs 25% and 23 vs 34%, respectively for SR and S) were found for athletes. These

data also shows for both groups, non-significant elevations ($p > 0.05$) of HRV indices in TD and HF, and non-significant reductions ($p > 0.05$) in LF and LF/HF during sleep. No significant differences ($p > 0.05$) between athletes and active subjects were found for left ventricle end diastolic volume (LVEDV) (121 vs 115.5 ml), left ventricle end systolic volume (LVESV) (35.05 vs 41 ml), left ventricle ejection fraction (LVEF) (69.6 vs 66.2 %) and relative left ventricle mass (LVM) 112.96 vs 94.2. Both groups showed predicted $\text{VO}_{2\text{max}}$ greater than those expected for age (56.86 vs 37.7 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ and 29.7 vs 28.2 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, respectively for athletes and active subjects), being this difference statistically significant ($p < 0.05$) for the athletes. No significant differences ($p > 0,05$) were found between athletes and actives subjects for HR_{max} (161 vs 159 bpm), PO_{max} (269.7 vs 191.1 W) and predicted $\text{VO}_{2\text{max}}$, in spite of a tendency to greater values for the athletes. These results suggest that the lower values of HR found in old athletes compared to old active subjects in both conditions are not related to different levels of autonomic efferent activity on the sino-atrial node once in a while HRV indices in both TD and FD wasn't different between the groups during supine resting (SR) and sleep (S). In addition, regular recreational physical exercise performed by the active group seems to promote adaptations similar to those induced by competitive training for LFEDV, LVESV, LVEF and LVM.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de uma ferramenta não invasiva para se acessar a atividade do sistema nervoso autonômico sobre a frequência cardíaca (FC) tem sido um tópico de grande interesse dentro da área médica (TSUJI et al., 1996; LEVY et al., 1998) e recentemente dentro da área da fisiologia do exercício relacionada a manutenção da integridade do coração e também especificamente ao aumento da performance de atletas profissionais (HEDELIN et al., 2001; PICHOT et al., 2002; UENO et al., 2002).

Quando mensurada no repouso, a FC exibe um padrão oscilatório em sincronia com o ciclo respiratório. Durante a inspiração ocorre um aumento da FC que é devido à inibição da via eferente parassimpática através do nervo vago e durante a expiração a FC diminui devido a estimulação parassimpática. A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) pode ser definida como sendo alterações da FC instantânea registradas batimento a batimento, que ocorrem entre batimentos cardíacos consecutivos observada durante o ciclo respiratório. Também atribui-se a variação verificada em batimentos cardíacos consecutivos à regulação da pressão arterial sistêmica mediada pelos barorreceptores e ainda aos mecanismos termorreguladores (ROSSY et al., 1998).

A VFC seria então, uma maneira indireta de mensuração do controle autonômico exercido pelos eferentes do sistema nervoso simpático e parassimpático sobre o coração (TASK FORCE 1996; MELANSON, 2000).

Desta forma, a VFC é uma ferramenta de fácil utilização e muito importante na avaliação da modulação autonômica cardíaca para diferentes populações: diabéticos, portadores de hipertensão arterial sistêmica, angina *pectoris*, infarto agudo do miocárdio, doença arterial coronariana e ainda insuficiência cardíaca congestiva, aonde os seus valores apresentam-se diminuídos (TASK FORCE, 1996; TSUJI et al., 1996). Pode ainda ser útil

na avaliação de indivíduos assintomáticos, pois segundo MOLGAARD et al., (1991) o risco de morte súbita em indivíduos assintomáticos é maior quanto menor se apresentar a VFC. Dentro da área do treinamento desportivo de alto rendimento a VFC tem sido bastante empregada com o objetivo de se quantificar e adequar a intensidade de treinamento prescrita ao atleta por meio da avaliação da modulação autonômica fornecida pelos eferentes do sistema nervoso autônomo (SNA), ou seja, o sistema nervoso simpático (SNS) e o sistema nervoso parassimpático (SNP) (BONADUCE et al., 1998; HEDELIN et al., 2001; PICHOT et al., 2002).

A VFC pode ser estudada por meio de diferentes métodos, desde o mais simples, como a comparação entre o menor e o maior ciclo, o estudo das variações da duração de cada ciclo em relação à média ou a outro intervalo padronizado até análise espectral (LONGO et al., 1995).

A técnica de análise do espectro de potência dos intervalos R-R do ECG, tem se mostrado de extrema utilidade para se quantificar, em várias condições, como em repouso durante o período de vigília, sono, e ainda durante a realização de exercício físico em protocolo do tipo degraus descontínuos a magnitude do tônus simpático e parassimpático atuante sobre o nódulo sinusal (TASK FORCE, 1996; SILVA et al., 2001).

Em relação à análise realizada no domínio do tempo (DT), podemos citar autores que utilizam esta forma de análise por meio da utilização de diversos métodos estatísticos (LONGO et al., 1995; TASK FORCE, 1996). Dentre os índices mais importantes que refletem a VFC no DT estão a média dos intervalos RR (Média iRR) (ms), ou seja, a média dos intervalos RR contidos no segmento de sinal analisado e o DPiRR (ms) que é o desvio padrão dos intervalos RR normais contidos no segmento de sinal analisado (TASK & FORCE, 1996).

Segundo ROSSY et al., (1998), a análise do espectro de potência em cardiologia, foi utilizada pela primeira vez no início dos anos 70 com o objetivo de se mensurar de que maneira ocorreria a variação instantânea da frequência cardíaca em indivíduos saudáveis. Este tipo de análise também é conhecida como análise no domínio da frequência (DF) e consiste num método de estudo que permite decompor a VFC, num determinado tempo, nos seus componentes oscilatórios fundamentais, definindo-os pela sua frequência e amplitude (LONGO et al., 1995), isto de acordo com APPEL et al., (1989), significa que a análise espectral envolve a decomposição de um sinal numa soma de ondas sinusais de diferentes amplitudes e frequências. A partir desta análise é identificada e quantificada a frequência com que aparecem determinados elementos repetitivos nas variações da FC (LONGO et al., 1995). Na análise de sinais caracterizados por intervalos de curto período, como por exemplo, janelas de 5 minutos, as faixas de frequência correspondentes aos componentes de muito baixa frequência, baixa frequência (BF) e alta frequência (AF) são respectivamente $\leq 0,04$ Hz, $0,04 - 0,15$ Hz e $0,15 - 0,4$ Hz (AKSEROLD et al., 1985; TASK FORCE, 1996).

Alguns autores sugerem que essas faixas de frequência mantêm uma forte relação com os eferentes simpático e parassimpático (MALLIANI et al., 1991; LONGO et al., 1995; LOMBARDI et al., 1996; TASK FORCE 1996). A natureza da faixa de frequência do componente de MBF ainda não está totalmente esclarecida, mais acredita-se que esta, seja dependente da ação tanto do sistema nervoso simpático como do sistema nervosos parassimpático (POMERANZ et al., 1985; HAYANO et al., 1991)

Já de acordo com AKSEROLD et al., (1985), o componente de BF expressaria o balanço autonômico decorrente das ações simpática e parassimpática, porém a mesma autora e outros admitem que nesta faixa de frequência, parece haver um maior

predomínio do componente simpático (AKSEROLD et al., 1985; MALLIANI et al., 1991; LONGO et al., 1995).

Por fim, o componente de AF parece ter uma relação direta com a atuação do sistema nervoso parassimpático sobre o nódulo sino atrial (PAGANI et al., 1986; RIMOLDI et al., 1992; TASK FORCE, 1996).

Dentro de todos os ciclos de vida de um organismo, as fases sucedem-se de forma harmoniosa e interdependente. Quando uma certa estabilidade orgânica é atingida, como ocorre na fase adulta, a tendência natural é iniciar-se uma etapa regressiva, ocorrendo assim a diminuição lenta e progressiva da reserva funcional dos sistemas orgânicos. Assim, podemos definir o envelhecimento ou senescência como sendo os processos que direcionam para a perda progressiva das condições fisiológicas e consequente diminuição da capacidade funcional geral (ROGERS et al., 1990; BABCOCK et al., 1994; SPIRDUSO, 1995).

São bem descritas pela literatura as alterações fisiológicas no sistema cardiovascular decorrentes do envelhecimento e dentre ela destacam-se a diminuição do débito cardíaco (DC) e da diferença artério venosa de oxigênio (A-VO₂dif) com consequente diminuição do consumo máximo de oxigênio (VO₂máx) (HEATH et al., 1981; ROGERS et al., 1990; JACKSON et al., 1995; PATERSON et al., 1999; TALBOT et al., 2000). A VFC é considerada um marcador biológico do envelhecimento (DE MEERSMAN, 1993). Esta afirmação decorre do fato de que durante o processo de envelhecimento ocorrem mudanças no balanço simpático-parassimpático, estando o SNS em predominância, diminuindo desta forma a VFC (SCHWARTZ et al., 1991; LIAO et al., 1995; BYRNE et al., 1996; JENSEN-USTAD et al., 1997; CRASSET et al., 2001; MIGLIARO et al., 2001; CATAI et al., 2002).

De acordo com BYRNE et al., (1996), a redução da VFC que acompanha o processo de envelhecimento pode favorecer a ocorrência de condições patológicas, que passam a ser mais frequentes na população idosa, como aumento da pressão arterial sistêmica, a doença cardíaca não detectada, a intolerância à glicose.

Ao mesmo tempo está bem estabelecido pela literatura a capacidade que os exercícios físicos com características aeróbias têm em aumentar a VFC quando analisada tanto no DT quanto no DF na população de adultos jovens (LEVY et al., 1998; DIXON et al., 1992; GOLDSMITH et al., 1992; DeMEERSMAN 1993; SACKNOFF et al., 1994; SHIN et al., 1997; MIGLIARO et al., 2001), indivíduos de meia idade (DeMEERSMAN 1993) e ainda em idosos (SEALS & CHASE 1989; DeMEERSMAN 1993; LEVY et al., 1998; SCHUIT et al., 1999; UENO et al., 2002).

Contudo, é consenso na literatura a capacidade de adaptação de indivíduos idosos ao treinamento físico através do aumento do $VO_{2máx}$ em função principalmente do aumento do volume diastólico final do ventrículo esquerdo (VDFVE) (EHSANI et al., 1991; LEVY et al., 1993; SEALS, et al., 1994), aumento da A- VO_2 dif por uma maior capacidade de extração de oxigênio por parte do tecido muscular esquelético (SPINA et al., 1993), aumento da VFC (SEALS & CHASE 1989; DeMEERSMAN 1993; SHUIT at al., 1999) e ainda redução da FC de repouso (BONADUCE et al., 1998, LOIAMAALA et al., 2000) podendo ser acompanhada ou não pela bradicardia de repouso (BR), ou seja, FC menor do que 60 bpm.

Desta forma, sabe-se que os exercícios físicos se praticados com intensidade, duração e frequência adequada induzem adaptações no SNA, sendo uma delas o aumento da atividade do SNP e conseqüente aumento da VFC tanto na população formada por

indivíduos jovens quanto na população de idosos (SEALS & CHASE, 1989; DIXON et al., 1992; GOLDSMITH et al., 1992; DE MEERSMAN, 1993; SCHUIT et al., 1999).

Atualmente há uma escassez e controvérsia na literatura consultada a respeito da intensidade de prática de exercícios físicos e sua relação com o aumento da VFC. Será que altas intensidades de exercícios físicos como àquelas a que atletas profissionais são submetidos levariam a benefícios adicionais relacionados ao aumento da VFC em relação a indivíduos que praticam regularmente algum tipo de exercício visando a reabilitação física após doença cardiovascular ou simplesmente a manutenção de um nível adequado de condicionamento físico e desta forma, a manutenção da integridade da saúde do sistema cardiovascular?

ROSSY et al., (1998), estudaram a VFC no DT e DF de dois grupos de indivíduos, um formado por atletas altamente treinados e outro por indivíduos fisicamente ativos sendo que ambos os grupos eram formados por indivíduos jovens (idade média de 19 anos). Como resultados encontraram que os valores de VFC tanto no DT (Média iRR e DPiRR) quanto no DF (componente de AF) foram maiores para o grupo de atletas altamente treinados, indicativo segundo os autores, de um maior tônus autonômico vagal sobre o coração. Os autores concluíram em seu estudo que apesar de não haver diferença significativa entre a capacidade aeróbia dos grupos atletas e ativos, o grupo de atletas apresentou um maior tônus vagal em relação ao grupo de ativos.

Já MELANSON (2000), comparou três grupos de indivíduos com média de idade de 39.5 anos, sendo um formado por atletas altamente treinados, outro por indivíduos fisicamente ativos, e um terceiro formado por indivíduos sedentários. O autor não encontrou diferenças estatisticamente significativas nos valores da VFC tanto no DT quanto no DF quando comparou os grupos não sedentários, porém, diferenças significativamente

estatísticas foram encontradas quando ambos os grupos foram comparados ao grupo formado por indivíduos sedentários, sendo os valores da VFC nos DT e DF menores e significativamente estatísticos para este grupo.

Os trabalhos consultados na literatura investigam em sua maioria populações formadas por indivíduos atletas e sedentários ou ativos e sedentários, adultos jovens ou indivíduos de meia idade sendo desta forma, pouca atenção dada à população de idosos. Assim este trabalho se fez relevante pelo fato de estudar a modulação autonômica em uma população formada por idosos e não sedentários durante o período de vigília em repouso e durante o sono.

2. OBJETIVOS

1 - Estudar a capacidade aeróbia funcional a partir da predição do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) em dois grupos de idosos sendo um formado por atletas profissionais e outro por indivíduos ativos.

2 - Avaliar os efeitos da pratica de diferentes regimes de treinamento físico sobre o controle autonômico da frequência cardíaca nas condições de vigília em repouso e durante o sono.

3 - Avaliar os efeitos da pratica de diferentes regimes de treinamento físico sobre os aspectos anatômicos do músculo cardíaco bem como sobre a capacidade funcional do coração de indivíduos idosos atletas e ativos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. AMOSTRA

Antes da participação na presente investigação os voluntários foram informados a respeito dos objetivos da pesquisa bem como dos procedimentos experimentais a serem realizados e após isso leram e assinaram um termo de consentimento formal previamente aprovado pelo comitê de ética em pesquisa desta universidade de acordo com o processo 160/2002, no qual concordavam em participar de todos os procedimentos realizados (APÊNDICE 1 e ANEXO1).

Participaram desta investigação dezessete (n=17) indivíduos voluntários, do sexo masculino, com idades entre sessenta e setenta e três anos ($65,6 \pm 4,2$ anos), não fumantes, e não usuários de qualquer medicação que pudesse interferir na fisiologia do sistema cardiovascular. Todos os voluntários foram considerados saudáveis após avaliação clínica realizada no setor de Cardiologia e Reabilitação do Hospital das clínicas / UNICAMP que constou dos seguintes exames: Anamnese, eletrocardiografia (ECG) de repouso, teste de esforço físico dinâmico máximo ou sintoma limitado (TE), ecocardiograma bidimensional com doppler e quando necessário, como no caso de 3 voluntários do grupo de ativos que apresentaram sinais de isquemia do miocárdio durante o TE, foi realizado o exame de cintilografia de perfusão do miocárdio ao repouso e ao estresse.

Os 17 voluntários estudados foram divididos em dois grupos:

3.1.1. GRUPO DE ATLETAS

Fizeram parte deste grupo nove voluntários (n=9), todos atletas fundistas, cuja especialidade eram provas de resistência aeróbia como meia maratona e maratona. Todos os atletas componentes deste grupo treinavam com objetivo de participar de

competições de caráter profissional há pelo menos 2 anos (MARON & MITCHELL, 1994; SHIN et al., 1997).

3.1.2. GRUPO DE ATIVOS

Fizeram parte deste grupo oito (n=8) indivíduos classificados como sendo fisicamente ativos, ou seja, participantes de esportes individuais e/ou coletivo recreacionais com características predominantemente aeróbias, no mínimo três vezes na semana, sem o objetivo de conseguir alto rendimento e nem participar de competições de caráter profissional (SHEPHARD & BALADY 1999).

As características dos treinamentos físicos praticados por ambos os grupos eram semelhantes ao que se refere à duração das sessões de treinamento: mínimo de 50 minutos e máximo de 1h:15'' para ambos os grupos, a frequência de prática: mínimo 4 vezes por semana para o grupo de atletas e ativos, e ao tempo total de prática: mínimo 8 anos para os dois grupos com exceção de um voluntário do grupo de idosos ativos (2 anos).

As características dos exercícios praticados pelos grupos estão apresentadas no quadro 1.

Quadro 1. Características dos exercícios físicos praticados pelos grupos estudados.

| Atletas (n=9) | | Ativos (n=8) | |
|---------------|--------------------------------|--------------|--|
| JBN | 80 Km por semana + competições | AJ | caminhada 3x, ginástica 2x* |
| APS | 35 Km por semana + competições | NS | ginástica 2x, caminhada 2x, tênis de mesa 2x |
| JA | 50 Km por semana + competições | PB | caminhada 2x, ginástica 2x |
| RL | 45 Km por semana + competições | RS | bicicleta ergométrica 2x, ginástica 2x |
| FJM | 55 Km por semana + competições | TT | caminhada 3x, tênis de mesa 2x, natação 2x |
| SSS | 50 Km por semana + competições | TN | caminhada 5x, tênis de mesa 2x |
| IS | 60 Km por semana + competições | WRB | ginástica 2x, futebol 2x |
| CM | 25 Km por semana + competições | ASM | volleyball 2x, futebol 2x |
| EGP | 50 Km por semana + competições | | |

*2x, 3x, 5x indicam a quantidade de dias de prática por semana dos exercícios físicos.

3.2. PROTOCOLO EXPERIMENTAL

Os voluntários foram orientados a não ingerir bebida alcoólica e cafeína durante o período de 24 horas que antecedeu a realização das sessões experimentais bem como não participar de sessões de treinamento ou exercícios físicos por um período de 48 horas antes dos experimentos realizados.

Anteriormente ao início da realização das sessões experimentais, algumas condutas foram tomadas com objetivo de se evitar que fatores externos pudessem interferir nos resultados obtidos: esclarecimento a respeito de todos os procedimentos a serem realizados durante a coleta de dados, bem como agendamento prévio dos horários para se evitar constrangimento e ansiedade por parte dos voluntários, apresentação dos ambientes utilizados para a realização dos experimentos, verificação se as condições do voluntário eram satisfatórias para a realização dos testes, realização de cada sessão experimental pelo menos 2 horas após a última refeição (orientada para ser leve), manutenção da temperatura ambiental entre 22 e 24 graus Celsius, repouso prévio na posição deitada por um período de 15 minutos, verificação da frequência cardíaca de repouso e da pressão arterial sistêmica de repouso, para avaliar se as condições fisiológicas basais eram satisfatórias.

3.3. ANAMNESE

Os voluntários foram conduzidos ao setor de cardiologia e reabilitação do hospital das clínicas / UNICAMP. Foi realizada uma anamnese com o objetivo de colher informações acerca dos dados pessoais dos voluntários, histórico de doença do sistema cardiovascular, condição física dos voluntários, características dos exercícios físicos praticados pelos voluntários e hábitos alimentares e de vida.

3.4. MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

Após anamnese foi realizada a mensuração das medidas antropométricas com o objetivo de informar sobre as dimensões e assim, possibilitar o cálculo do Índice de Massa Corporal de cada voluntário nos diferentes grupos (Tabela 1).

Foram realizadas as seguintes medidas:

- a) Peso corporal: foi obtido em massa (kg) utilizando-se uma balança de metal de marca “Filizola”
- b) Altura: foi medida em centímetros (cm) utilizando-se uma toesa metálica acoplada à balança antropométrica de metal “Filizola”.

Os valores obtidos foram utilizados para o cálculo do IMC por meio da seguinte fórmula: $IMC = \text{peso(kg)}/\text{altura}^2(\text{m})$ (WILMORE & COSTILL, 1999).

Tabela 1. Características (média e desvio padrão) de idade, peso, altura e índice de massa corporal dos grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8).

| Variável | Atletas (n=9) | Ativos (n=8) |
|-------------------------|---------------|--------------|
| Idade (anos) | 65,4±3,7 | 65,9±4,9 |
| Peso (kg) | 65,2±5,8 | 71,2±6,8 |
| Altura (m) | 1,7±0,1 | 1,7±0,1 |
| IMC(kg/m ²) | 22,8±2,5 | 25,2±3,4 |

3.5. PRESSÃO ARTERIAL (PA)

Previamente ao início da avaliação da pressão arterial (PA), o voluntário foi deixado em repouso por um período de vinte minutos para que seus valores de base voltassem ao normal ou próximo a este. Após o período de repouso, fez-se a leitura da PA pelo método auscultatório convencional de insuflação do manguito até o desaparecimento do pulso radial, seguida de lenta desinsuflação para possibilitar a ausculta do primeiro batimento cardíaco (pulso), considerado como sendo a pressão arterial sistólica (PAS), e

do último batimento auscultado, considerado como a pressão arterial diastólica (PAD) (PASCHOAL, 1999). Foram realizadas sempre pelo mesmo pesquisador, três aferições na posição supina com intervalo de três minutos entre cada uma e para o valor final foi realizada média entre as três leituras realizadas na posição. Os equipamentos utilizados para a mensuração da pressão arterial foram um esfigmomanômetro de coluna de mercúrio (WanRoss) devidamente calibrado e um estetoscópio (BIC).

3.6. ELETROCARDIOGRAFIA DE REPOUSO DE 12 DERIVAÇÕES

Os voluntários foram submetidos à realização de um eletrocardiograma de repouso de 12 derivações na posição supina (Figura 1). Para tal foi utilizado um eletrocardiógrafo da marca *DIXTAL*. Para a fixação dos eletrodos a pele do voluntário era preparada por meio da tricotomia dos pelos e após isto limpa com álcool 70% para que a impedância à captação do sinal elétrico do músculo cardíaco fosse diminuída.



Figura 1. Voluntário durante a eletrocardiografia de repouso de 12 derivações.

3.7. TESTE DE ESFORÇO FÍSICO DINÂMICO MÁXIMO OU SINTOMA

LIMITADO (TE)

Para a realização do TE foram utilizadas uma esteira rolante da marca *MARQUETTE* e um eletrocardiógrafo da marca *DIXTAL* que permitia a leitura simultânea de três derivações durante o esforço (Avf, V₂ e Mc5) (Figura 2). Antes do início do teste o voluntário foi orientado a realizar um aquecimento prévio por meio de exercícios para a manutenção da flexibilidade e caminhadas de curta distância. Durante o TE o voluntário trajava camiseta, shorts, meias e tênis. Ao final de cada estágio do protocolo proposto eram aferidos os valores de FC e PA. Antes que o teste fosse interrompido, era registrado o valor da FC, considerado como sendo a FC máxima (FC_{máx}) atingida no TE. Os voluntários foram encorajados por meio de comandos verbais a realizarem o maior número de estágios possíveis do protocolo, possibilitando desta forma uma quantificação real de sua capacidade aeróbia funcional.

O protocolo utilizado no TE foi o proposto por BRUCE et al., (1973) (Tabela 2) e o consumo máximo de oxigênio (VO_{2máx}), foi predito por meio da equação proposta por BRUCE et al., (1973):

$$VO_{2máx} = 3.778 \times (\text{tempo}) + 0.19, \text{ aonde}$$

VO_{2máx} = Consumo máximo de oxigênio em ml•kg⁻¹•min⁻¹, **tempo** = tempo total de realização do esforço em ergômetro tipo esteira em minutos.

Com objetivo de estimarmos o nível de condicionamento dos grupos com base nos valores de VO_{2máx} preditos no TE foram calculados de acordo com a fórmula proposta por LEITE (2000) os valores de VO_{2máx} esperado para cada voluntário. A fórmula utilizada para o cálculo foi a seguinte:

$$VO_{2máx} \text{ esperado} = 69,7 - 0,62 \times (\text{idade}), \text{ aonde:}$$

$\text{VO}_{2\text{máx}}$ = Consumo máximo de oxigênio em $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, **Idade** = em anos. Esta equação deve ser adotada de acordo com os autores para a avaliação de indivíduos do sexo masculino e fisicamente ativos em ergômetro do tipo esteira rolante.

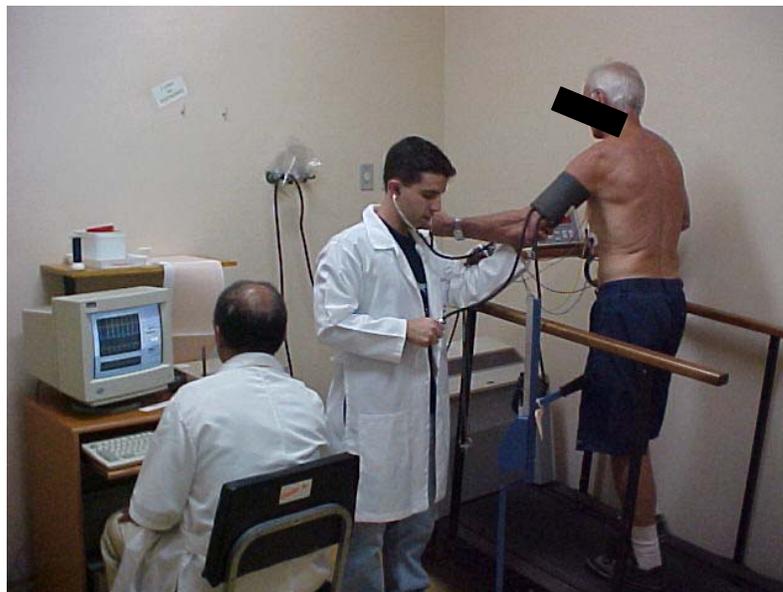


Figura 2. Voluntário sendo submetido ao teste de esforço

Tabela 2. Protocolo de BRUCE para ergômetro tipo esteira utilizado no TE

| Estágio | Duração (min) | Velocidade (mph) | Inclinação (%) |
|---------|---------------|------------------|----------------|
| 1 | 3 | 1,7 | 10 |
| 2 | 3 | 2,5 | 12 |
| 3 | 3 | 3,4 | 14 |
| 4 | 3 | 4,2 | 16 |
| 5 | 3 | 5 | 18 |
| 6 | 3 | 5,5 | 20 |
| 7 | 3 | 6 | 22 |

3.8. ECOCARDIOGRAFIA BIDIMENSIONAL COM DOPPLER

Com exceção de um voluntário do grupo de atletas, uma semana depois da realização do TE todos os outros voluntários de ambos os grupos foram submetidos a um exame de ecocardiografia bidimensional com doppler na condição de repouso. Este exame

também foi realizado no setor de Cardiologia e Reabilitação do Hospital das Clínicas / UNICAMP e teve como principal objetivo a avaliação anatômica do músculo cardíaco bem como a mensuração de variáveis funcionais do coração como fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE), volume sistólico final do ventrículo esquerdo (VSFVE), volume diastólico final do ventrículo esquerdo (VDFVE) e massa do ventrículo esquerdo corrigida pela superfície corporal (MVE/SC).

3.9. ELETROCARDIOGRAFIA DINÂMICA DE 24 HORAS – Holter

A eletrocardiografia dinâmica de 24 horas foi utilizada como ferramenta para avaliar o comportamento cardíaco durante um período pré-estabelecido de vigília em repouso e também durante o período de sono, possibilitando assim o registro da FC em diferentes condições. A partir do registro feito por meio do Holter, foram realizadas análises temporal e espectral da VFC bem como estudo da frequência cardíaca de repouso (FCR) e sono (FCS) dos voluntários.

Antes da colocação do Holter, o voluntário recebeu instruções a respeito de como deveria ser sua conduta no período de exame e foi instruído também a realizar constantemente o preenchimento de um diário de anotações do Holter (Apêndice 3) com relação a horário de alimentação, horário de usar o banheiro, horário de dormir e acordar e eventuais cochilos ao longo do dia, atividades físicas como dirigir e ir ao mercado ou padaria, possíveis sustos, estresse relacionado ao trabalho ou problemas particulares no período de exame.

dois nas derivações pré-cordiais V2 e V5, outros dois com pólos negativos correspondentes, situados nos lados direito e esquerdo do manúbrio esternal e o 5º (eletrodo terra), no sexto espaço intercostal à direita. Os cabos de ECG foram conectados a estes eletrodos e a um dispositivo utilizado para a gravação (Figura 4). Os eletrodos fixados eram reforçados com tiras de fitas micropore para que efetivamente estes não fossem desconectados ao longo do dia de registro.

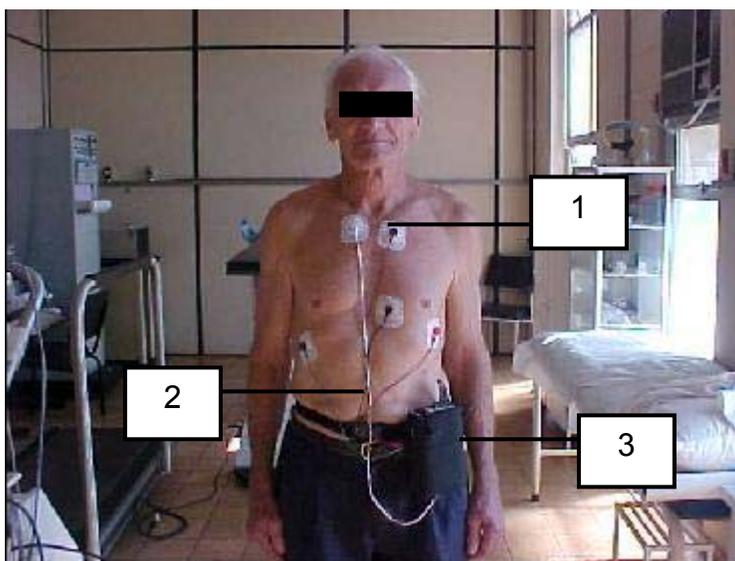


Figura 4. 1- Colocação dos eletrodos; 2- Cabos para a realização da eletrocardiografia dinâmica de 24 horas; 3- Dispositivo para gravação

Após colocada a fita K-7 e a bateria, o aparelho realizava um período de calibração de 8 minutos e na sequência, o início do registro se iniciava automaticamente. O voluntário permanecia em repouso acordado na posição supina por um período de 60 minutos e posteriormente a isto era liberado. Meia hora antes de completada às 24 horas de registro, o voluntário retornava para o Laboratório de Fisiologia do Exercício / UNICAMP, permanecia em repouso na posição supina durante 5 minutos e o equipamento era então removido.

As fitas K-7 com os sinais eletrocardiográficos foram analisadas pelo Sistema Holter *for Windows* –v. 3.6-F da *Rozinn Electronics* acoplado a um microcomputador *Pentium II* (Figura 5). O sistema fornecia um relatório contendo os valores de frequência cardíaca em bpm e ainda os valores referentes à análise da VFC nos domínios do tempo (DT) e da frequência (DF).

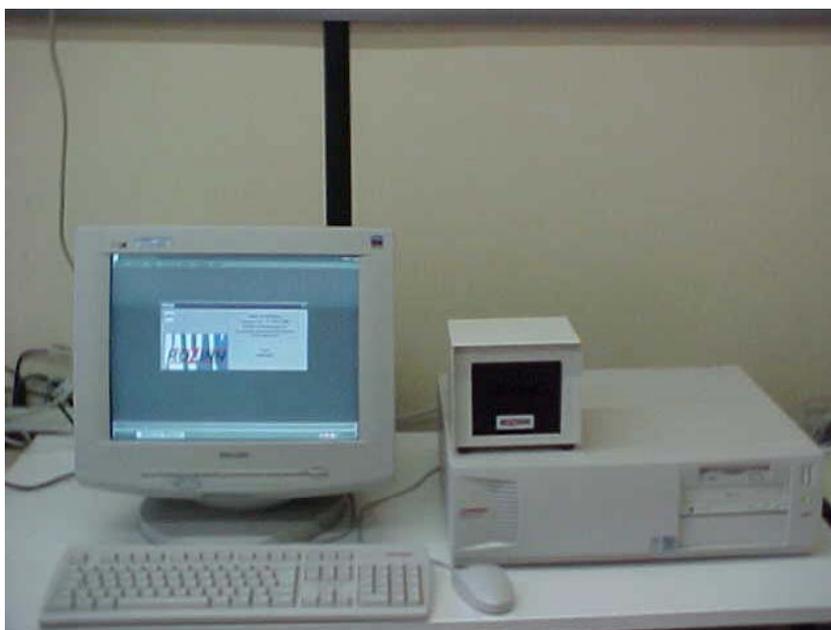


Figura 5. *Sistema Holter for Windows*

A FC durante o período de vigília em repouso foi obtida pela média de batimentos contidos em janelas consecutivas de 5 minutos presentes no período dos 60 minutos iniciais de registro nesta condição feito por cada voluntário, sendo que a quantidade de janelas utilizadas variou entre 4 e 5 de voluntário para voluntário. A frequência cardíaca durante o sono também foi obtida pela média de batimentos contidos nas janelas consecutivas de 5 minutos, porém, o número de janelas utilizadas foi de 5 para cada voluntário. Os períodos durante o sono selecionados para cada voluntário não foram

os mesmos, já que foram retirados do momento em que o sinal apresentava maior estacionaridade.

Tanto para o estudo da VFC durante o período de vigília em repouso quanto para o estudo da VFC durante o período do sono, foram utilizadas as mesmas janelas de 5 minutos do estudo da FC durante estas condições (vigília em repouso e sono).

Para análise da VFC no DF, ou seja, análise do espectro de potência, o algoritmo matemático utilizado pelo sistema é a “Transformada rápida de Fourier” (FFT). A taxa de amostragem foi de 128 Hz por segundo, com frequência de resolução de 0,01 Hz. O espectro foi realizado em blocos de 100 segundos e em seguida calculado a média de blocos sucessivos contidos nos intervalos de 5 minutos. É importante ressaltar que o programa de análise da VFC não é passível de alterações e desta forma, cada valor apresentado nas tabelas emitidas pelo programa Holter é o resultado da análise de uma sequência de sinal de ECG com duração de 5 minutos. Para todas as análises da VFC realizadas, foram selecionados apenas as seqüências de registros com sinais estacionários, sem ruídos ou batimentos ectópicos. Esta seleção foi realizada de forma visual a partir da ampliação do gráfico dos intervalos RR (iRR) ao longo do tempo (Figura 6) (TASK FORCE 1996).

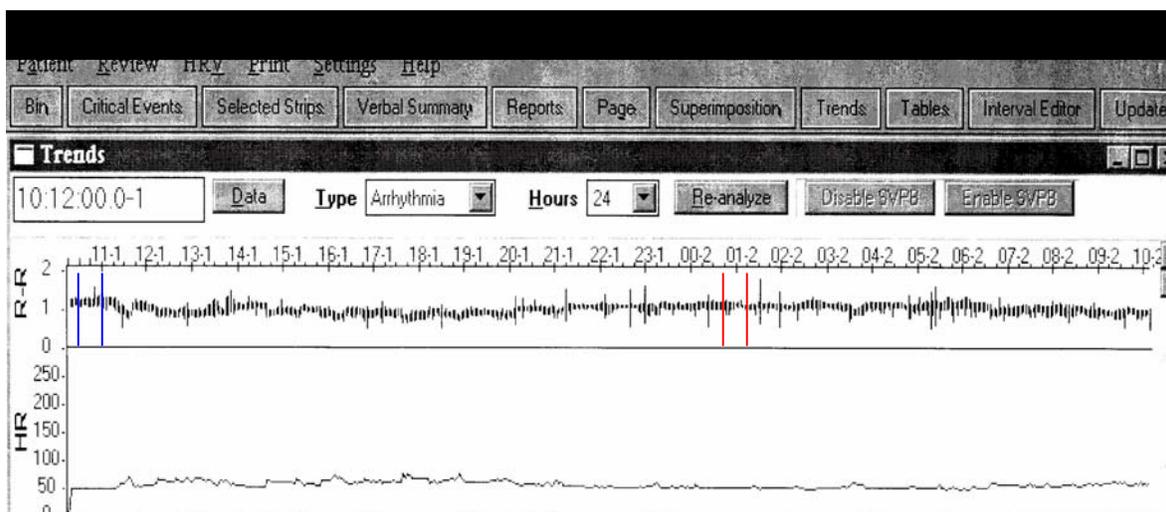


Figura 6. Exemplo de um trecho de um traçado da FC e dos iRR durante o período de vigília¹ em repouso e durante o sono² pertencentes ao voluntário APS. Neste traçado foram selecionados segmentos com sinal estacionário para ser realizada posterior análise.

No domínio do tempo foram estudadas as seguintes variáveis :

1 – Média iRR (ms): média dos intervalos RR normais presentes no segmento de sinal analisado;

2 – DPiRR (ms): desvio padrão dos intervalos RR normais presentes no segmento de sinal analisado;

No domínio da frequência foram selecionadas e estudadas as duas faixas de frequência que mais expressam o controle vago-simpático sobre o coração:

1 – Baixa frequência (BF): faixa entre 0,04 e 0,15 Hz;

2 – Alta frequência (AF): faixa entre 0,15 e 0,40 Hz;

As duas faixas de frequência foram expressas em unidades absolutas (s^2/Hz) e normalizadas (un) (%), ou seja, o percentual do espectro total de potência, subtraído do componente de Muito Baixa Frequência (MBF), como estabelecido pela TASK FORCE (1996). Além disso foi calculada a razão BF/AF, a partir de seus valores absolutos.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para a realização do tabelamento dos dados foi utilizado o programa *Excel for Windows* (Microsoft) e para a sua análise utilizamos o pacote estatístico *S-PLUS 4.5*.

Para a realização da análise descritiva dos dados foram utilizados *boxplots* que contém o sumário dos valores obtidos: valores mínimos e máximos, 1º e 3º quartis, mediana e *outliers*. No sumário apresentado nas tabelas foram também incluídas as médias e desvios padrões.

Para que pudessem ser comparados os grupos estudados utilizou-se o intervalo de confiança da mediana com nível de significância $p < 0,05$ (SNEDECOR & COCHRAN, 1991). A não sobreposição dos intervalos de confiança desenhados nos *boxplots* quando comparados os grupos atletas e ativos, significa que existe diferença significativamente estatística entre os dados comparados.

RESULTADOS

5. RESULTADOS

5.1. CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS

As características antropométricas dos voluntários dos grupos atletas e ativos estão apresentadas na tabela 1. As características antropométricas estudadas: a idade, o peso, a altura e o IMC estão apresentadas graficamente em *boxplots* (Figura 7 a 10).

A idade expressa por meio da mediana dos voluntários do grupo atletas foi de 65 anos e as medianas do peso, da altura e do IMC foram 67 kg, 1,7 m e 22,7 kg/m². Para o grupo ativos a mediana da idade foi de 66 anos e as medianas do peso, da altura e do IMC foram 70,9 kg, 1,7 m e 25,3 kg/m².

As variáveis antropométricas estudadas não apresentaram diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$), quando os grupos foram comparados.

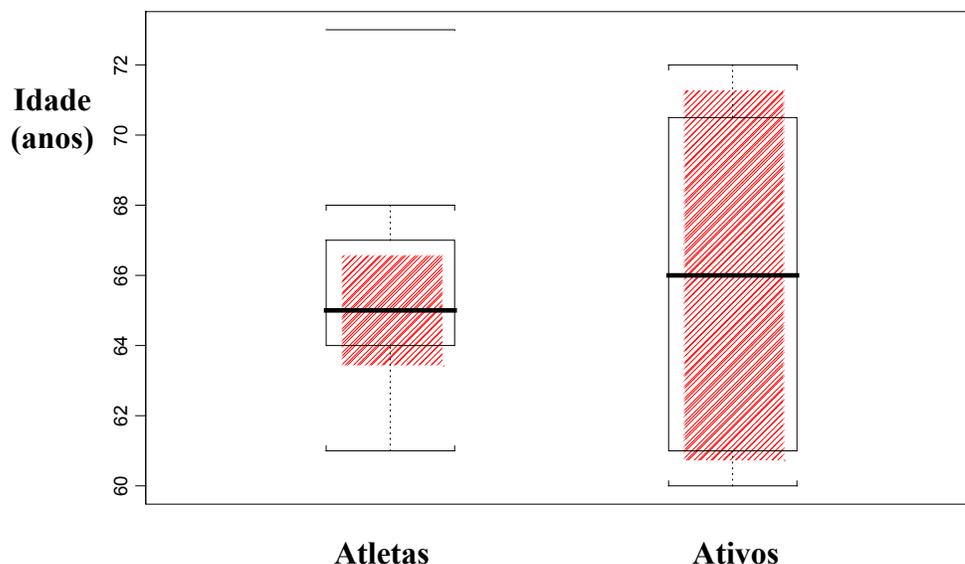


Figura 7. Valores da idade nos grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8). Estão representados os valores mínimos, 1^os quartis, medianas, 3^os quartis, máximos, *outliers* e intervalos de confiança das medianas (em hachuriado).

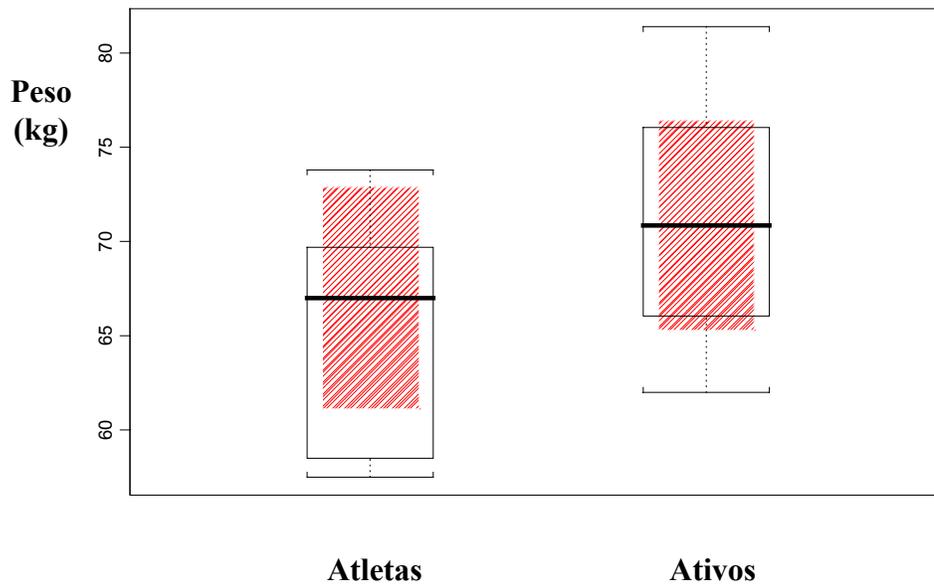


Figura 8. Valores do peso corporal nos grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8). Estão representados os valores mínimos, 1^os quartis, medianas, 3^os quartis, máximos e intervalos de confiança das medianas (em hachuriado).

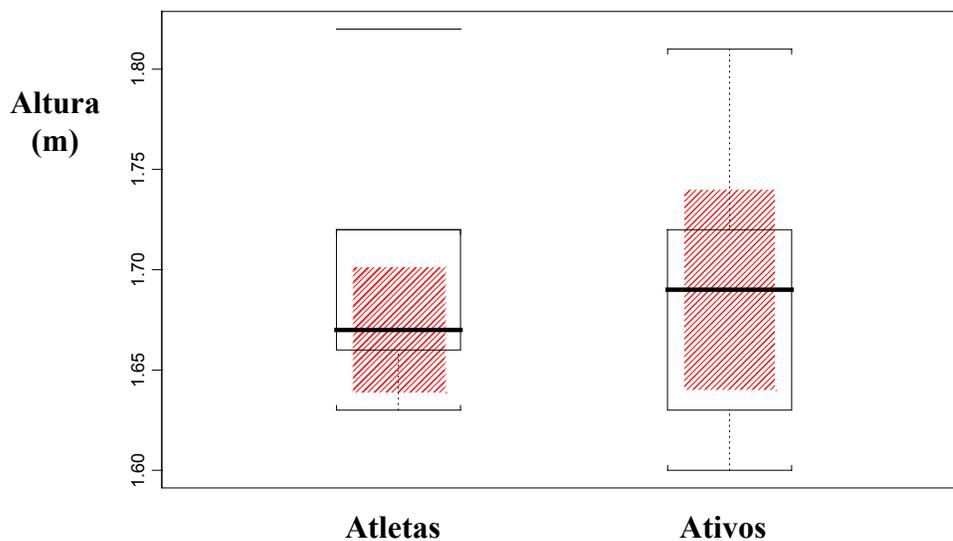


Figura 9. Valores da altura nos grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8). Estão representados os valores mínimos, 1^os quartis, medianas, 3^os quartis, máximos, *outliers* e intervalos de confiança das medianas (em hachuriado).

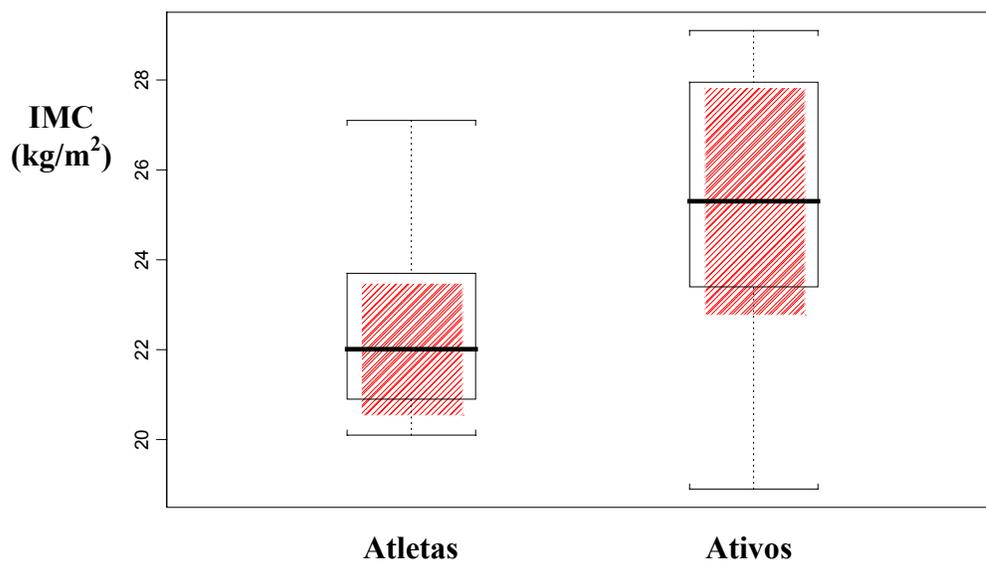


Figura 10. Valores do IMC nos grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8). Estão representados os valores mínimos, 1^os quartis, medianas, 3^os quartis, máximos e intervalos de confiança das medianas (em hachuriado).

5.2. PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA E DIASTÓLICA NA POSIÇÃO SUPINA

Os valores (mediana) da pressão arterial sistólica na posição supina foram 117mmHg e 132mmHg para o grupo de atletas e ativos respectivamente. A pressão arterial sistólica na posição supina foi menor no grupo de atletas quando comparado ao grupo de ativos, porém, a diferença encontrada não foi estatisticamente significativa (Figura 11).

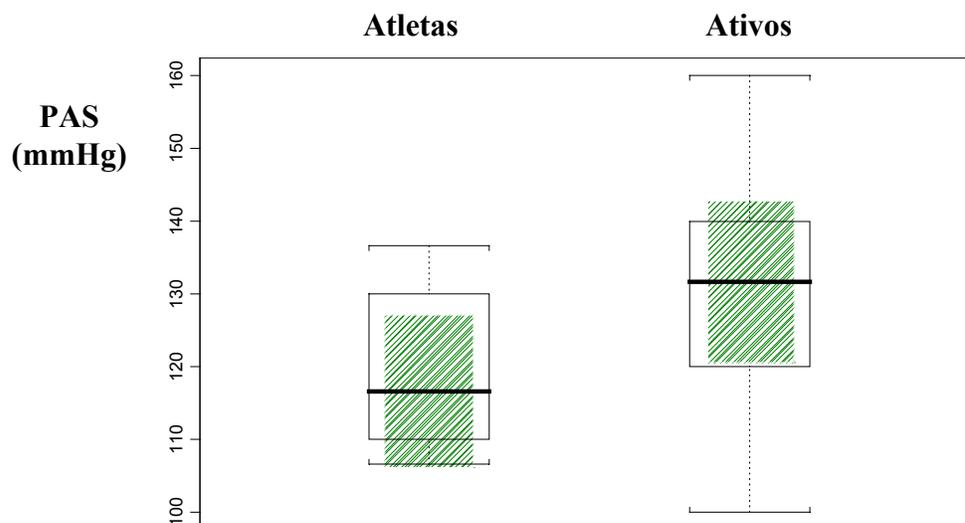


Figura 11. Valores da pressão arterial sistólica (PAS) na posição supina nos grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8). Estão representados os valores mínimos, 1^{os} quartis, medianas, 3^{os} quartis, máximos e intervalos de confiança das medianas (em hachuriado).

Com relação à pressão arterial diastólica na posição supina os valores da mediana para esta variável foram 80mmHg e 89mmHg para o grupo de atletas e ativos respectivamente (Figura 12). Os valores observados apresentaram diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

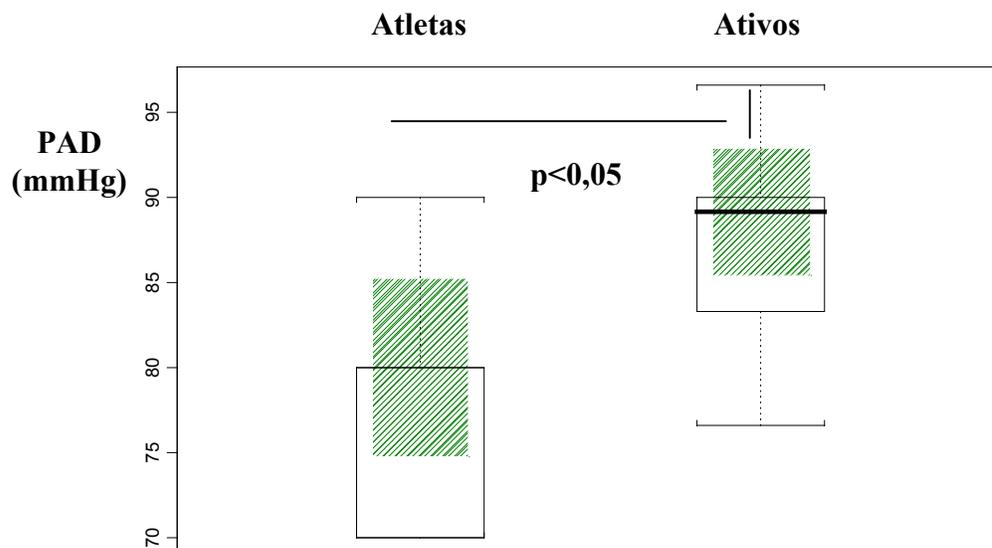


Figura 12. Valores da pressão arterial diastólica (PAD) na posição supina nos grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8). Estão representados os valores mínimos, 1^{os} quartis, medianas, 3^{os} quartis, máximos, outliers e intervalos de confiança das medianas (em hachuriado).

5.3. CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO ESPERADO E CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO PREDITO NO TESTE DE ESFORÇO

A figura 13 apresenta que o valor da mediana do $VO_{2máx}$ esperado em função da idade não apresentou diferença significativamente estatística para os grupos de atletas e ativos respectivamente ($29,7 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ e $28,2 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$). Com relação ao $VO_{2máx}$ predito após TE observamos que o valor de sua mediana foi maior para o grupo de atletas ($56,86 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) quando este foi comparado ao grupo de ativos ($37,7 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), porém a diferença encontrada não foi estatisticamente significativa. Quando comparados respectivamente os valores de $VO_{2máx}$ esperados em função da idade e preditos, para um mesmo grupo, apenas o grupo de atletas apresentou diferença significativamente estatística ($p < 0,05$) ($29,7 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ e $56,86 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$).

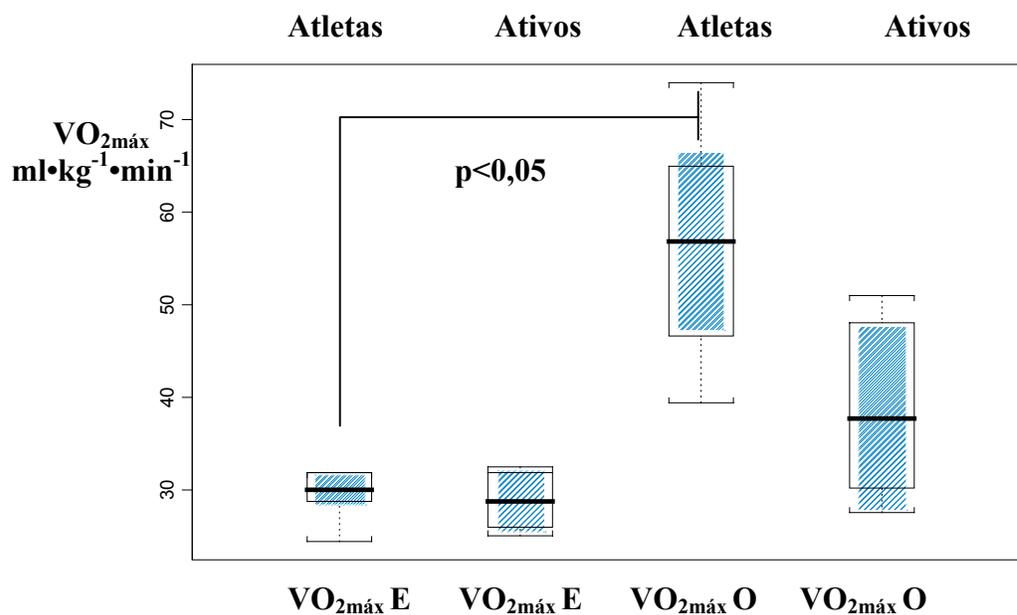


Figura 13. Valores do VO_{2max} esperado (VO_{2max} E) em função da idade e do VO_{2max} obtido (VO_{2max} O) durante o TE nos grupos atletas ($n=9$) e ativos ($n=8$). Estão representados os valores mínimos, 1^os quartis, medianas, 3^os quartis, máximos e intervalos de confiança das medianas (em hachuriado).

5.4. VARIÁVEIS ECOCARDIOGRÁFICAS NO REPOUSO

A figura 14 apresenta os valores da mediana referentes ao VDFVE para o grupo de atletas e ativos respectivamente 121 ml e 115,5 ml. Apesar dos valores encontrados no grupo de atletas serem superiores aos do grupo de ativos esta diferença não foi significativamente estatística ($p > 0,05$). Com relação ao VSFVE, a figura 15 aponta para um menor valor da mediana desta variável pra o grupo de atletas (35,05 ml) quando estes são comparados ao grupo de ativos (41 ml), porém a diferença observada entre os grupos não apresentou significado estatístico ($p > 0,05$).

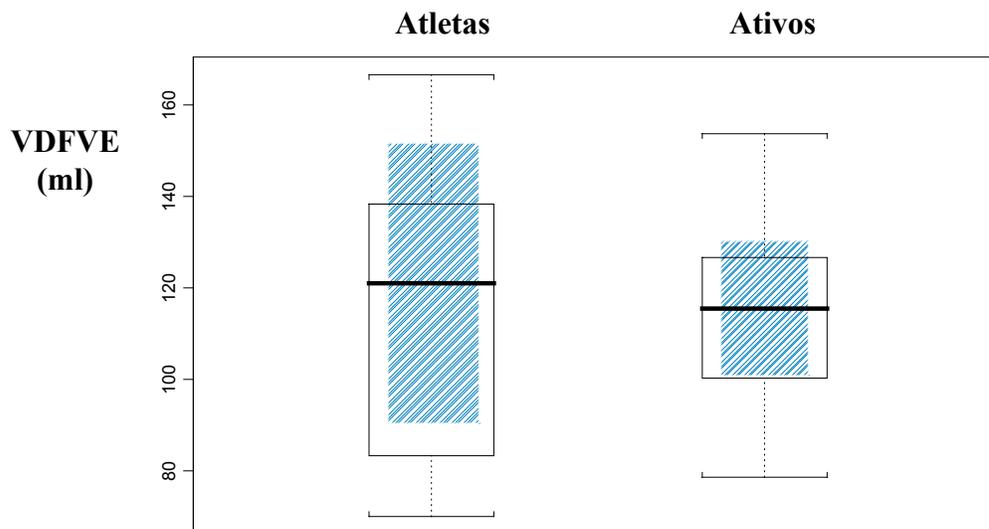


Figura 14. Valores do volume diastólico final do ventrículo esquerdo (VDFVE) nos grupos atletas (n=8) e ativos (n=8). Estão representados os valores mínimos, 1^{os} quartis, medianas, 3^{os} quartis, máximos e intervalos de confiança das medianas (em hachuriado).

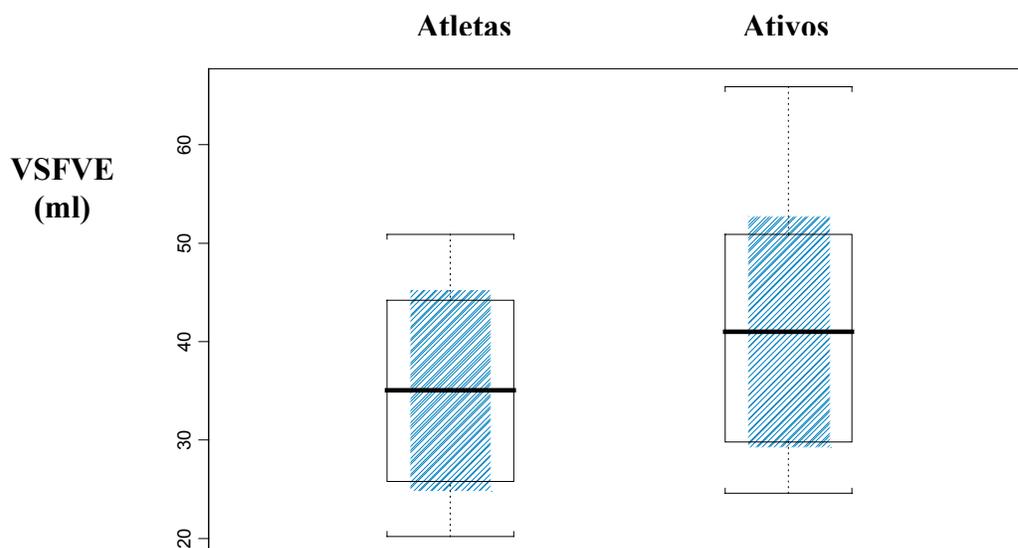


Figura 15. Valores do volume sistólico final do ventrículo esquerdo VSFVE nos grupos atletas (n=8) e ativos (n=8). Estão representados os valores mínimos, 1^{os} quartis, medianas, 3^{os} quartis, máximos e intervalos de confiança das medianas (em hachuriado).

A FEVE foi igual a 69,6% para o grupo de atletas quando este foi comparado ao grupo de ativos, cujo valor da mediana foi de 66,2%. Esta diferença observada entre os grupos não foi estatisticamente significativa ($p>0,05$) (Figura 16).

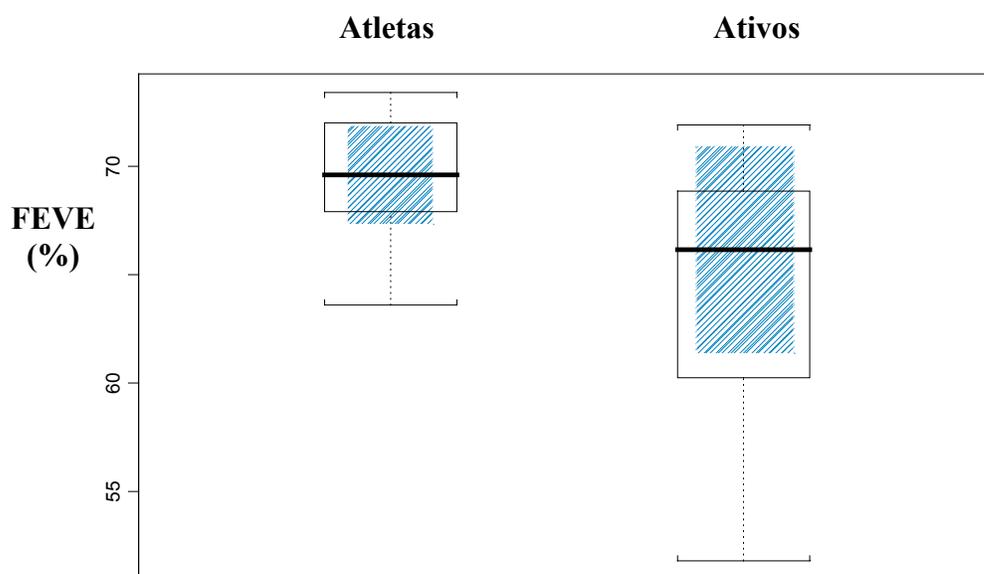


Figura 16. Valores da fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) nos grupos atletas ($n=8$) e ativos ($n=8$). Estão representados os valores mínimos, 1^os quartis, medianas, 3^os quartis, máximos e intervalos de confiança das medianas (em hachuriado).

Com relação a MVE corrigida pela superfície corporal (MVE/SC), o valor de sua mediana foi maior para o grupo de atletas (112,96) em relação ao grupo de ativos (94,2). Porém a diferença observada não foi significativamente estatística ($p>0,05$) (Figura 17).

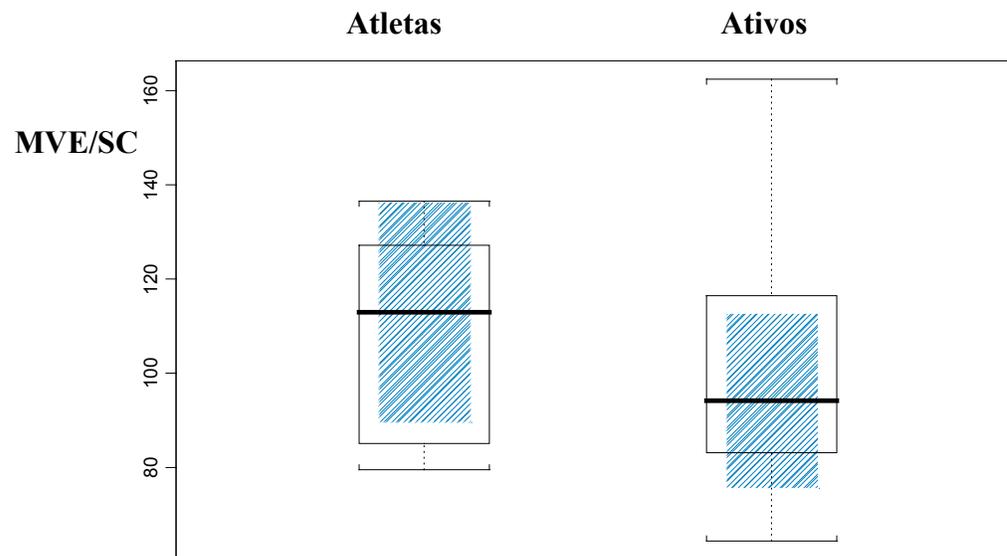


Figura 17. Valores da massa do ventrículo esquerdo corrigida pela superfície corporal (MVE/SC) nos grupos atletas (n=8) e ativos (n=8). Estão representados os valores mínimos, 1^oS quartis, medianas, 3^oS quartis, máximos e intervalos de confiança das medianas (em hachuriado).

5.5. FREQUÊNCIA CARDÍACA MÁXIMA ($FC_{máx}$) E CARGA ALCANÇADA NO TE

Os valores (mediana) de $FC_{máx}$ atingidos durante TE pelos grupos de atletas e ativos foram respectivamente 161 bpm e 159 bpm não apresentando desta forma, diferenças estaticamente significativas entre os grupos (Figura 18).

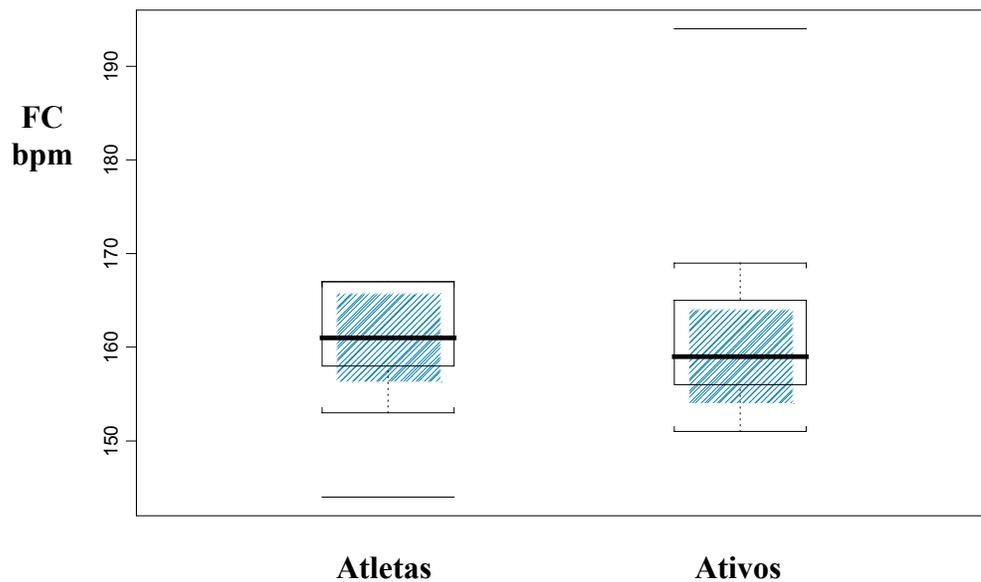


Figura 18. Valores da FC atingida no TE para os grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8). Estão representados os valores mínimos, 1^os quartis, medianas, 3^os quartis, máximos, *outliers* e intervalos de confiança das medianas (em hachuriado).

Os valores da mediana da carga expressa em Watts foram respectivamente 269,7 Watts e 191,1 Watts para atletas e ativos respectivamente. Apesar dos valores encontrados terem sido maiores para o grupo de atletas em relação ao grupo de ativos, não foram observadas diferenças significativamente estatísticas entre os grupos (figura 19).

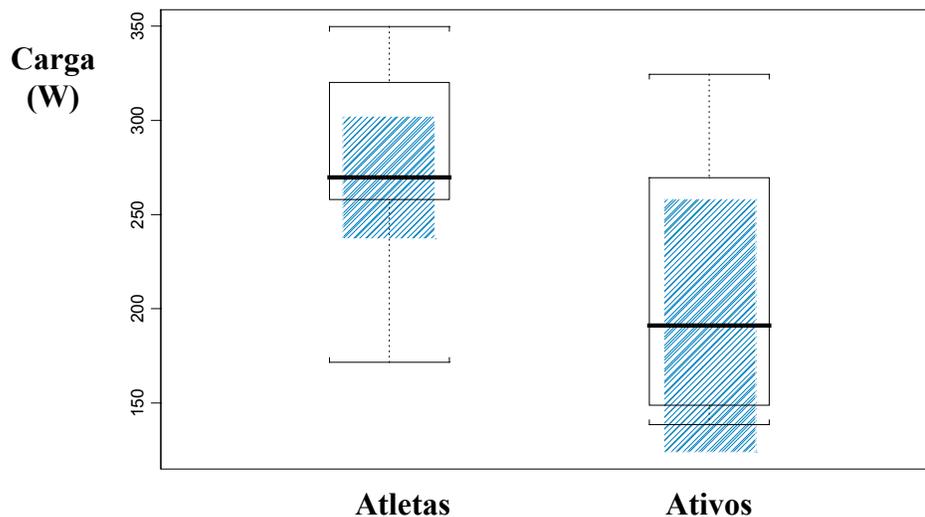


Figura 19. Valores da carga em watts (W) atingida no TE para os grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8). Estão representados os valores mínimos, 1^os quartis, medianas, 3^os quartis, máximos, *outliers* e intervalos de confiança das medianas (em hachuriado).

5.6. FREQUÊNCIA CARDÍACA DURANTE OS PERÍODOS DE VIGÍLIA EM REPOUSO (VR) E SONO (S)

A figura 20 representa os valores de FC (mediana) durante a condição de vigília em repouso e durante o sono para os grupos de atletas e ativos. Em ambos os períodos a FC foi menor para o grupo de atletas quando este foi comparado ao grupo de ativos. Para o grupo de atletas o valor da mediana da FC foi de 49 bpm e para o grupo de ativos de 57 bpm para o período de vigília em repouso e 49 bpm e 56 bpm para o período de sono ($p < 0,05$) nos grupos de atletas e ativos respectivamente. Quando feita a comparação intra-grupo para os dois períodos não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas.

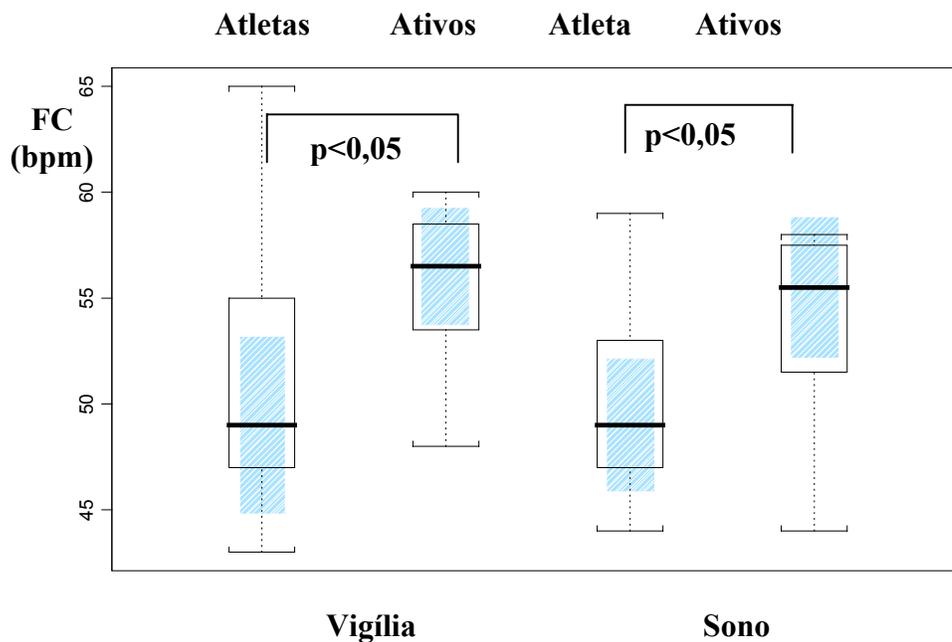


Figura 20. Valores da frequência cardíaca de vigília em repouso e durante o sono nos grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8). Estão representados os valores mínimos, 1^os quartis, medianas, 3^os quartis, máximos, outliers e intervalos de confiança das medianas (em hachurado).

5.7. VFC NOS DOMÍNIOS DO TEMPO (DT) E DA FREQUÊNCIA (DF):

Para a análise da VFC foram selecionados apenas trechos de registro, dentro dos períodos pré-determinados, com sinal estacionário detectados por meio da análise visual dos traçados. O programa Holter realizou os cálculos em intervalos de registro com duração de 5 minutos e dependendo da qualidade do sinal o número de intervalos variou de indivíduo para indivíduo tanto durante o período de vigília em repouso quanto durante o período de sono.

5.7.1. ANÁLISE DA VFC DURANTE O PERÍODO DE VIGÍLIA EM REPOUSO

Com exceção do voluntário (RL), todos os outros apresentaram entre 4 e 5 intervalos de 5 minutos consecutivos, tanto para o DT quanto para o DF, e estes foram reunidos através de sua média.

As tabelas 3, 4, 5 e 6 (APÊNDICE 4) apresentam os valores (médias dos trechos consecutivos) individuais e o resumo descritivo dos grupos para as variáveis estudadas no DT e DF na condição de vigília em repouso e durante o sono.

5.7.2 ANÁLISE DA VFC DURANTE O SONO

Durante o período de sono, todos os voluntários apresentaram no mínimo 5 intervalos de 5 minutos consecutivos, tanto para o DT quanto para o DF, e estes foram reunidos através de sua média.

5.7.3. MÉDIA E DESVIO PADRÃO DOS INTERVALOS RR NO PERÍODO DE VIGÍLIA EM REPOUSO E DURANTE O SONO

Os valores (medianas) das médias dos intervalos RR (iRR) no período de vigília em repouso foram de 1158,21 ms e 1055,16 ms para os grupos atletas e ativos respectivamente. Para o período de sono considerando os grupos de atletas e ativos, esses valores foram de 1209,84 ms e 1078,35 ms. Tanto para o período de vigília em repouso quanto durante o sono, a média RR foi maior para o grupo de atletas quando comparado ao grupo de ativos, porém, esta diferença não foi significativamente estatística.

Quando feita a comparação intra-grupo nos dois períodos estudados a média iRR foi ligeiramente maior durante o sono quando comparada ao período de vigília em

repouso para o grupo de atletas, porém a diferença observada não foi estatisticamente significativa. Para o grupo de ativos a média dos iRR também foi maior durante o período de sono quando comparada ao período de vigília em repouso sendo que esta diferença foi extremamente pequena e não estatisticamente significativa (Figura 21).

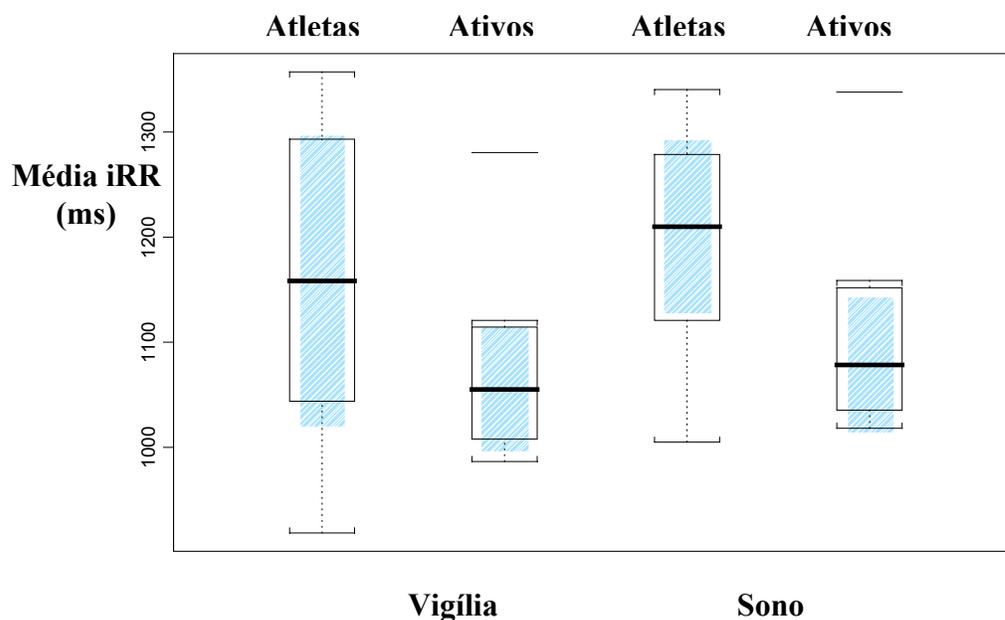


Figura 21. Valores das médias dos intervalos RR (ms) (Médias iRR) durante o período de vigília em repouso e sono nos grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8). Estão representados os valores mínimos, 1^o quartil, medianas, 3^o quartil, máximos, outliers e intervalos de confiança das medianas (em hachuriado).

Com relação ao desvio padrão dos intervalos RR (DPiRR), o valor de sua mediana para o período de vigília em repouso foi de 66,66 ms e 48,32 ms para os grupos de atletas e ativos respectivamente. Durante o sono o grupo de atletas apresentou um DPiRR de 62,49 ms sendo que para o grupo de ativos este valor foi de 31,19 ms.

A comparação intra-grupo revelou que o grupo de atletas apresentou um DPiRR menor durante o sono quando comparado ao período de vigília em repouso, porém esta diferença não foi estatisticamente significativa. Para o grupo de ativos o valor da

mediana do DPiRR foi maior durante o período de vigília em repouso quando comparado ao sono, porém, a diferença observada não foi estatisticamente significativa (Figura 22).

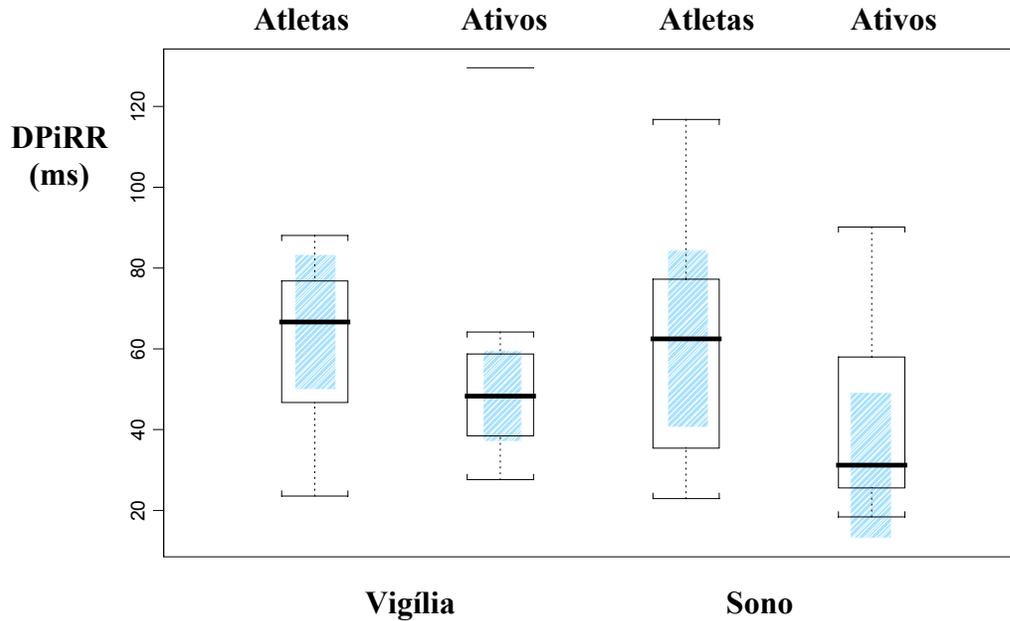


Figura 22. Valores dos desvios padrões dos intervalos RR (ms) (DPiRR) durante o período de vigília em repouso e sono nos grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8). Estão representados os valores mínimos, 1^{os} quartis, medianas, 3^{os} quartis, máximos, *outliers* e intervalos de confiança das medianas (em hachuriado).

5.7.4. BFun, AFun, BF/AF DURANTE O PERÍODO DE VIGÍLIA EM REPOUSO E DURANTE O SONO

Durante a vigília em repouso o grupo de atletas e ativos apresentaram, respectivamente, os seguintes valores (medianas) de BFun: 83% e 75%. Durante o sono os valores atingidos foram 76% e 65%, para o grupo de atletas e ativos, respectivamente. Em nenhum dos casos anteriores as diferenças observadas atingiram significância estatística. Quando feita a comparação intra-grupo para os dois grupos estudados os valores de BFun

foram maiores durante o período de vigília em repouso quando comparado ao sono. As diferenças observadas não foram estatisticamente significativas (Figura 23).

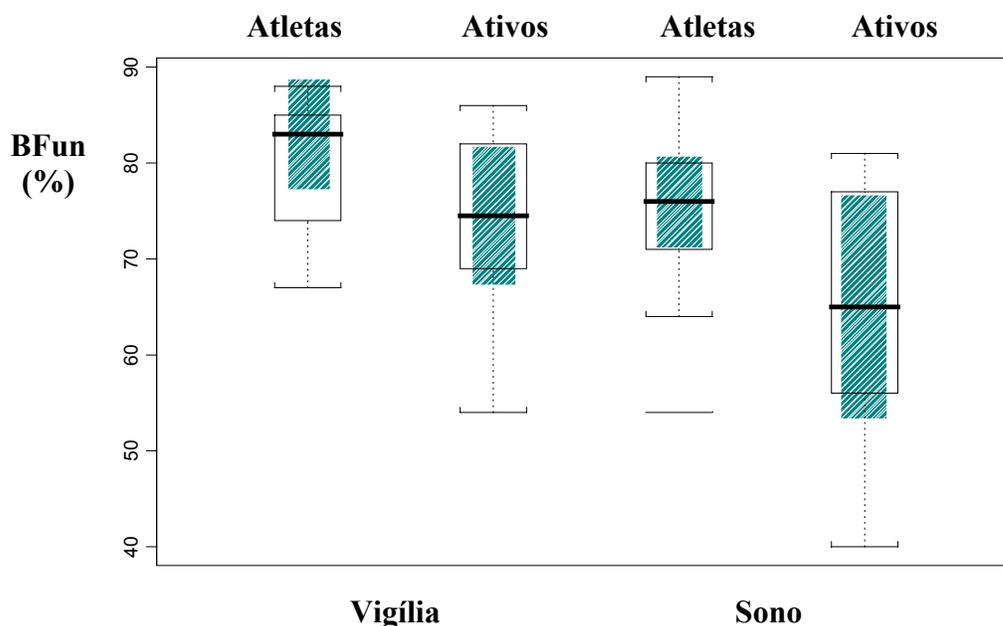


Figura 23. Valores de BFun (%) durante o período de vigília em repouso e sono nos grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8). Estão representados os valores mínimos, 1^os quartis, medianas, 3^os quartis, máximos, *outliers* e intervalos de confiança das medianas (em hachuriado).

Durante a vigília em repouso o grupo de atletas e ativos apresentaram, respectivamente, os seguintes valores (medianas) de AFun: 16% e 25%. Durante o sono os valores atingidos foram 23% e 34%, para o grupo de atletas e ativos, respectivamente. Em nenhum dos casos anteriores as diferenças observadas atingiram significância estatística.

Quando feita a comparação intra-grupo atletas x atletas período de vigília em repouso e sono e ativos x ativos nas mesmas condições, os valores de AFun foram menores durante o período de vigília em repouso quando comparado ao sono. As diferenças observadas não foram estatisticamente significativas (Figura 24).

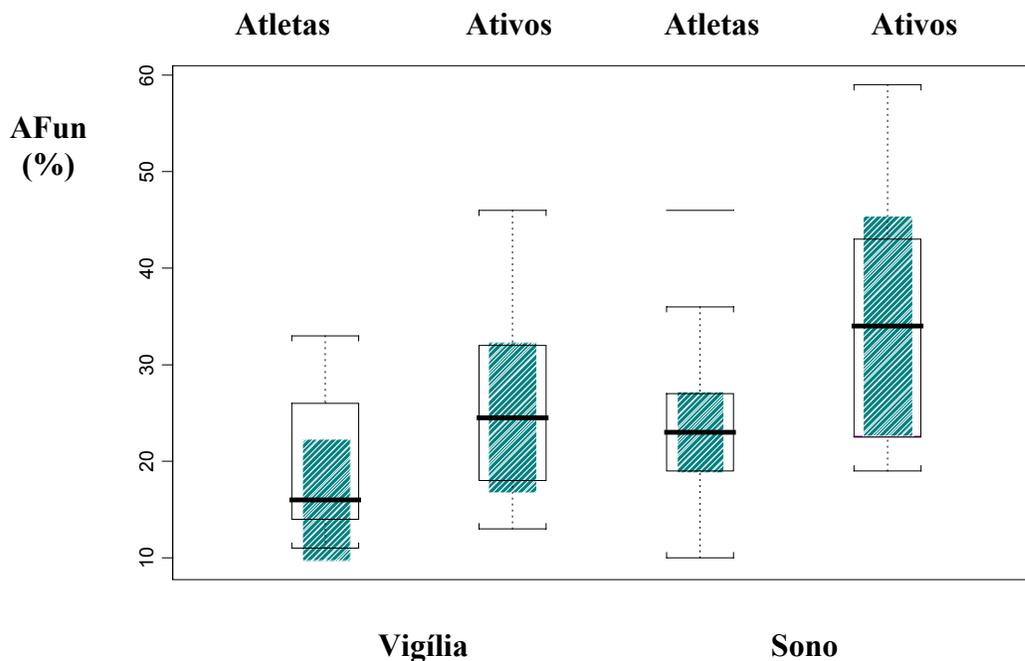


Figura 24. Valores de AFun (%) durante o período de vigília em repouso e sono nos grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8). Estão representados os valores mínimos, 1^os quartis, medianas, 3^os quartis, máximos e intervalos de confiança das medianas (em hachuriado).

A figura 25 apresenta que durante o período de vigília em repouso, os valores da razão BF/AF encontrados não apresentaram diferenças estatisticamente significativas, porém foram maiores (mediana) para o grupo de atletas em relação ao grupo ativos (4,84 e 3,44 respectivamente). Para o período de sono os valores (medianas) da razão BF/AF encontrados para o grupo de atletas e ativos foram respectivamente 3,46 e 2,88 e sem significado estatístico. Quando realizada a comparação intra-grupo verificou-se uma redução nos valores da razão BF/AF durante o período de sono quando comparado ao período de vigília em repouso para os dois grupos estudados, porém esta redução não atingiu significância estatística.

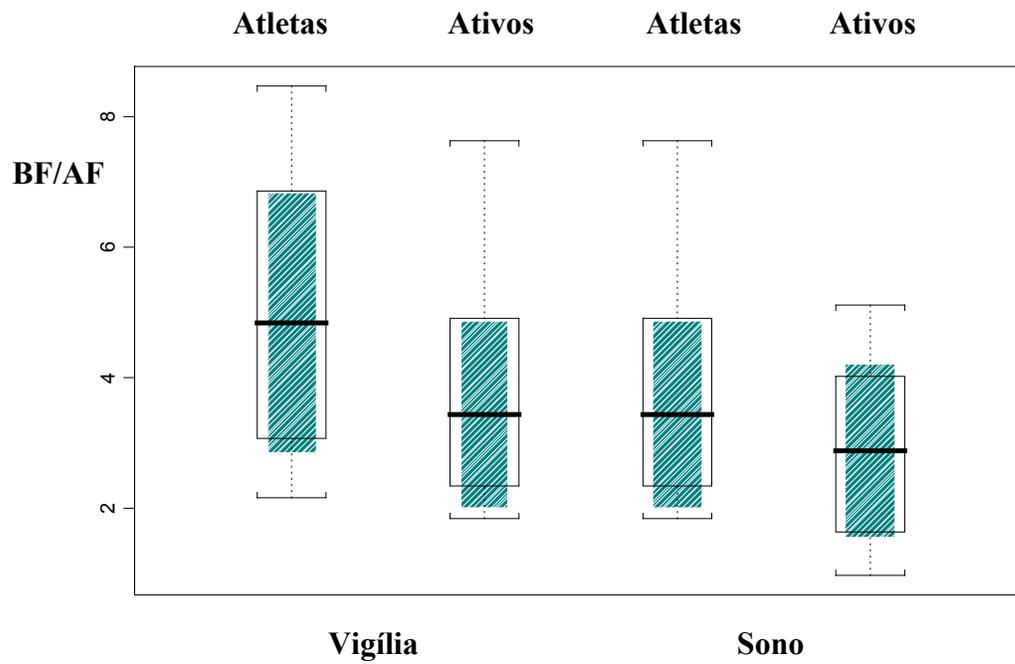


Figura 25. Valores da razão BF/AF durante o período de vigília em repouso e sono nos grupos de atletas (n=9) e ativos (n=8). Estão representados os valores mínimos, 1^o quartil, medianas, 3^o quartil, máximos, *outliers* e intervalos de confiança das medianas (em hachurado).

DISCUSSÃO

6. DISCUSSÃO

6.1. CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS.

Para a realização deste estudo foram padronizados vários fatores que pudessem influenciar no comportamento das variáveis fisiológicas investigadas tanto em repouso quanto durante o exercício físico. Desta forma, para compor os grupos estudados (atletas e ativos), foram selecionados indivíduos na mesma faixa etária 60 a 73 anos, saudáveis, não usuários de qualquer medicação com influência sobre o sistema cardiovascular, não sedentários, não fumantes e com características antropométricas similares.

Está bem estabelecido pela literatura a influência da idade sobre o comportamento dos sistemas orgânicos principalmente sobre o sistema cardiovascular, principal alvo deste estudo. A principal manifestação do envelhecimento sobre o sistema cardiovascular é a redução nos valores de $VO_{2máx}$ em consequência principalmente da redução dos valores de débito cardíaco e A- $VO_{2}dif$. Sabe-se também que a diminuição da quantidade de músculo esquelético pode influenciar diretamente os valores de $VO_{2máx}$ durante o exercício (ROGERS et al., 1990; FLEG & LAKATTA, 1988). Assim, a padronização da faixa etária foi indispensável no sentido de se evitar maiores ou menores influências sobre a amostra utilizada. Neste estudo, os voluntários dos grupos atletas e ativos, não apresentaram diferenças estatisticamente significativas em relação à idade.

As características antropométricas avaliadas neste estudo foram peso, altura e índice de massa corporal. As diferenças observadas entre os grupos inerentes a estas variáveis, não foram estatisticamente significativas o que confirma uma homogeneidade entre os grupos estudados em relação as variáveis.

6.2. PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA E DIASTÓLICA NA POSIÇÃO SUPINA

Pudemos constatar em nossos resultados que a pressão arterial sistólica na posição supina não apresentou diferença significativamente estatística ($p > 0,05$) quando os grupos foram comparados. Já a pressão arterial diastólica foi menor e significativamente estatística para o grupo de atletas ($p < 0,05$).

Os fatores extrínsecos que podem levar ao aumento da pressão arterial sistêmica estão bem estabelecidos pela literatura e são: excesso de peso corporal – verificado através do IMC-, consumo excessivo de potássio, consumo elevado de álcool, sedentarismo, tabagismo, dislipidemia, intolerância à glicose e diabete melito e ainda o estresse psicológico (GILL et al., 1991; CAPPuccio et al., 1995; KOKKINOS et al., 1995; APPEL et al., 1997; AMERICAN HEART ASSOCIATION, 1998). Por meio da anamnese realizada com os voluntários pudemos verificar que nenhum apresentava qualquer um dos fatores citados anteriormente, desta forma nossos resultados de pressão arterial estão de acordo com a literatura consultada que afirma que o controle de alguns hábitos de vida e a prática de exercícios físicos regularmente podem ser favoráveis para a manutenção de níveis pressóricos dentro de valores aceitáveis para indivíduos idosos (DeMEERSMAN, 1993; KELLEY & TRAN, 1995).

Com relação aos fatores intrínsecos, sabe-se que com o processo de envelhecimento há um desequilíbrio entre os receptores alfa (α) e beta (β) adrenérgicos (HIREMATH et al., 1989; LAKATTA, 1993; SPIRDUSO, 1995). Os receptores α são encontrados nas células musculares lisas e na parede da árvore arterial, sua estimulação causa a constrição do vaso sanguíneo. Já os receptores β são predominantes no coração, mas também são encontrados em músculos lisos da parede da árvore arterial e sua atividade

causa relaxamento da musculatura lisa do vaso e conseqüentemente a dilatação deste (TIMO-IARIA, 1999).

Neste sentido, o envelhecimento seria responsável por alterar a sensibilidade dos β receptores aos hormônios que a eles se ligam (catecolaminas) tornando-os menos sensíveis à estimulação β adrenérgica e conseqüentemente levando a impossibilidade de se alcançar o relaxamento fisiológico da musculatura lisa dos vasos. Por outro lado, os α receptores não sofrem alterações marcantes com o processo de envelhecimento e isto seria responsável por causar um aumento da resistência vascular periférica, aumentando os valores de pressão arterial sistêmica (SPIRDUSO, 1995; FRANKLIN et al., 2001).

Ainda de acordo com LEAROYD et al., (1966) e LAKATTA et al., (1987), o envelhecimento leva a uma alteração na estrutura e função vascular através da hiperplasia da camada íntima do vaso e do desarranjo na ordem da disposição da elastina na camada média do vaso. Em função disso verifica-se um espessamento da parede arterial o que aumenta os níveis de pressão arterial.

Em nossos resultados pudemos verificar que tanto o treinamento físico buscando aumento da performance realizado pelos atletas quanto os exercícios recreativos praticados pelo grupo de ativos parece ter influenciado de forma positiva os valores da pressão arterial minimizando as alterações fisiológicas causadas pelo processo de envelhecimento. Estes resultados estão de acordo com VAITKEVICIUS et al., (1993), que estudaram o papel do exercício físico na atenuação da rigidez arterial associada ao processo de envelhecimento. Os autores estudaram dois grupos de indivíduos idosos considerados saudáveis após avaliação clínica sendo um composto por atletas e outro por sedentários e ainda um terceiro grupo formado por indivíduos jovens. O grupo formado por indivíduos

jovens apresentou valores de pressão arterial sistólica menores que os obtidos nos grupos de idosos e apesar de não terem sido encontradas diferença na pressão arterial sistólica entre os dois grupos de idosos os autores verificaram que o grupo de atletas idosos apresentava menor rigidez arterial avaliada por meio dos índices denominados velocidade da onda do pulso aórtico e índice de aumento do pulso. Ambos os índices estudados apresentaram uma correlação inversa com os valores da capacidade aeróbia funcional a qual foi mensurada por meio do $VO_{2máx}$.

6.3. CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO ESPERADO E CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO PREDITO

De acordo com WASSERMAN et al., (1994), cada indivíduo possui um limite máximo para utilização do oxigênio durante o esforço físico progressivo. Este limite recebe o nome de consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) e é determinado pela capacidade do sistema cardiorespiratório em obter e distribuir oxigênio para os tecidos, pelo potencial dos tecidos em extrair oxigênio da circulação, e ainda pela capacidade de utilização deste oxigênio pelas mitocôndrias. O $VO_{2máx}$, a muito tempo tem sido utilizado como um parâmetro que reflete a capacidade funcional dos sistemas cardiovascular e respiratório (MITCHELL & BLOMQUIST, 1971; MARY, 1987; ROGER et al., 1990; UENO et al., 2002).

Uma possível limitação encontrada no presente estudo foi a maneira pela qual o $VO_{2máx}$ foi obtido: de forma indireta, calculado por meio da equação proposta por BRUCE et al., (1973) para avaliar indivíduos do sexo masculino e fisicamente ativos. Apesar de se tratar de uma medida indireta, os autores encontraram altos coeficientes de correlação com a medida direta da variável ($r=.906$) a partir da avaliação de um grupo

composto por 44 voluntários, o que justifica o uso e ratifica o alto grau de precisão da equação proposta.

Em nosso estudo não verificamos diferença estatisticamente significativa entre os grupos para os valores de $VO_{2máx}$ obtidos no TE. Isto pode ser atribuído a alguns fatores: nenhum dos dois grupos estudados era composto por indivíduos sedentários; o tempo mínimo de prática de exercícios físicos era de 8 anos para ambos os grupos exceto para um voluntário do grupo de ativos (2 anos) e isto pode ter influenciado na dimensão das adaptações ao exercício físico ao longo do tempo para o grupo de ativos; O número de voluntários em cada grupo pode ter limitado o aparecimento de diferenças estatisticamente significativas para esta variável.

Vale ressaltar que não foram encontrados estudos na literatura consultada que tenham trabalhado com uma amostra da população de idosos com características semelhante a de nosso estudo quanto à prática de exercícios físicos, ou seja, comparando um grupo de atletas a um grupo de ativos. A maioria dos estudos levantados, comparam idosos treinados a sedentários, (DeMEERSMAN, 1993; SEALS et al., 1994; LEVY et al., 1998; SHUIT et al., 1999) o que dificulta comparações direta com o nosso estudo.

Há um consenso na literatura a respeito da redução nos valores de $VO_{2máx}$ verificado em função do processo de envelhecimento (ÅSTRAND et al., 1973; ROGERS et al., 1990; DeMEERSMAN, 1993; ACSM, 1998) Existem estudos que mencionam que a redução do $VO_{2máx}$ é de 5 a 15% por década após a idade de 25 anos em indivíduos sedentários (HEATH et al., 1981), porém em indivíduos que mantém um certo nível de condicionamento físico ao longo do processo de envelhecimento esta redução pode ser menor variando de 5% a 6% por década (POLLOCK, et al., 1987; TRAPPE et al., 1996; POLLOCK et al., 1997).

De acordo com os resultados deste estudo a mediana dos valores de $VO_{2m\acute{a}x}$ esperado calculado em função da idade para o grupo de idosos atletas foi inferior a mediana dos valores de $VO_{2m\acute{a}x}$ obtidos no TE para este grupo ($p < 0,05$) e isto ratifica o alto grau de condicionamento físico aeróbio destes indivíduos sendo classificado de acordo com a American Heart Association (AHA) (1972), como “**Excelente**” para a faixa etária. Para o grupo de ativos este comportamento se repetiu em relação ao $VO_{2m\acute{a}x}$ esperado e $VO_{2m\acute{a}x}$ obtido, porém a diferença observada não apresentou significância estatística ($p > 0,05$), mesmo assim, a classificação da aptidão cardiorrespiratória de acordo com a AHA (1972), para este grupo foi “**Boa**”. Isto pode ter acontecido em função de um dos voluntários do grupo de ativos, cujo tempo mínimo de prática era de dois anos não ter atingido o valor de $VO_{2m\acute{a}x}$ esperado em função da idade, o que pode ter influenciado os valores da mediana do grupo de ativos, interferindo desta forma nos resultados da comparação entre $VO_{2m\acute{a}x}$ esperado calculado em função da idade e o $VO_{2m\acute{a}x}$ obtido no TE.

Porém não podemos ignorar o fato de que os valores de $VO_{2m\acute{a}x}$ obtidos pelo grupo de ativos neste estudo também foram altos em relação à faixa etária do grupo (AHA, 1972), o que nos leva a sugerir que os indivíduos idosos apresentam uma contínua capacidade de adaptação ao treinamento físico a ponto de manterem a aptidão cardiorrespiratória classificada no mínimo como “**Boa**” (AHA, 1972) para sua faixa etária, além disso, não necessariamente para resultar em ganhos funcionais ao sistema cardiorrespiratório, os exercícios físicos tenham que ser praticados com intensidades elevadas e com objetivos voltados para treinamento e competição.

Alguns trabalhos também apresentam valores elevados de $VO_{2m\acute{a}x}$ em indivíduos idosos que mantêm a prática de exercícios físicos ao longo do processo de envelhecimento.

SEALS et al., (1994) estudaram dois grupos de indivíduos sendo um formado por atletas *master* com média de idade de 64 ± 2 anos e outro formado por idosos sedentários cuja média de idade era de 63 ± 1 anos. Os valores de $VO_{2máx}$ obtidos diretamente através da análise metabólica dos gases expirados em ergômetro tipo esteira por meio do protocolo de BALKE foram $50.4 \pm 1.7 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ para os atletas *master*, classificação excelente de acordo com a AHA (1972), e $29.6 \pm 1.4 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ para o grupo de idosos sedentários o que renderia apenas o “**Razoável**” na classificação da AHA, (1972).

DeMERSMAN (1993), trabalhou com indivíduos cuja faixa etária variou de 15 anos de idade a idades superiores a 65 anos divididos em dois grupos, sendo um formado por atletas fundistas e outro por sedentários. Realizando a análise do $VO_{2máx}$ em ergômetro do tipo bicicleta por meio de um protocolo de cargas progressivas não especificado o autor mostrou que o valor desta variável diminui a medida que a idade cronológica aumenta, porém, foram encontrados valores superiores e estatisticamente significativos de $VO_{2máx}$ para o grupo de atletas em comparação ao grupo de sedentários nas faixas etárias compreendidas entre 15-25 anos ($p < 0,001$), 26-35 anos ($p < 0,001$), 36-45 anos ($p < 0,01$) e 46-55 anos ($p < 0,001$). Para as idades entre 56-65 anos e acima de 65 anos os valores de $VO_{2máx}$ também foram superiores para o grupo de atletas em relação ao de sedentários, mas a diferença encontrada não foi estatisticamente significativa.

Apesar das diferenças metodológicas inerentes a mensuração e classificação do $VO_{2máx}$, os resultados dos estudos discutidos anteriormente (DeMERSMAN, 1993; SEALS et al., 1994) ratificam os achados da presente investigação de que indivíduos idosos treinados apresentam valores de $VO_{2máx}$ elevados e com pontos de classificação altos de acordo com a AHA (1972).

6.4. VARIÁVEIS ECOCARDIOGRÁFICAS, $FC_{máx}$ E CARGA ALCANÇADA NO TESTE DE ESFORÇO

Segundo DI BELLO et al., (1996) o treinamento intenso com características predominantemente aeróbia realizado por atletas de elite resultaria em algumas adaptações importantes no sistema cardiovascular as quais integradas a complexos mecanismos neurofisiológicos e características genéticas destes atletas seriam um forte determinante na *performance* individual. Ainda segundo o autor, um efeito importante do treinamento físico aeróbio sobre o sistema cardiovascular, mais especificamente sobre o músculo cardíaco seria a hipertrofia do ventrículo esquerdo. Esta hipertrofia estaria diretamente relacionada a um aumento do volume sanguíneo verificado nestes atletas, o que acarretaria em um aumento da pré-carga cardíaca a qual induziria aumentos nas câmaras cardíacas e conseqüentemente aumento do volume diastólico final com redução simultânea do volume sistólico final, e isto automaticamente aumentaria a fração de ejeção ventricular, volume sistólico e débito cardíaco.

Estas adaptações cardíacas têm sido verificadas tanto em atletas jovens (DI BELLO et al., 1996), quanto em atletas idosos (SEALS et al., 1994) e ainda em idosos não atletas submetidos a um período de treinamento físico de características predominantemente aeróbias (EHSANI et al., 1991; LEVY et al., 1993).

Em nossos resultados, os valores de algumas variáveis obtidos por meio da ecocardiografia bidimensional com doppler de repouso, sugerem que os voluntários do grupo de atletas apresentam indícios de algumas adaptações cardíacas importantes como maior VDFVE, menor VSFVE, maior MVE/SC e maior FEVE, porém esta diferença de valores encontrada entre os grupos não foi significativamente estatística.

Alguns trabalhos consultados na literatura também não obtiveram diferença significativamente estatística nos valores destas variáveis em repouso. Porém, vale lembrar que estes trabalhos apresentam algumas diferenças metodológicas importantes em relação ao presente estudo, pois, em sua maioria comparam idosos atletas a idosos sedentários ou indivíduos idosos pré e pós-período de treinamento físico.

Ainda assim, os resultados obtidos em nosso estudo estão parcialmente de acordo com EHSANI et al., (1991), que submeteram 10 indivíduos idosos do sexo masculino com média de idade de 64 ± 3 anos, sedentários e saudáveis a 12 meses de treinamento físico predominantemente aeróbio com as seguintes características: intensidade inicial de 60-70% do $VO_{2máx}$ chegando ao final da temporada de treinamento com intensidade de 90-100% do $VO_{2máx}$, duração de cada sessão de 1 hora e frequência de 4 vezes por semana. As variáveis estudadas foram FEVE, VDFVE, VSFVE. Os autores observaram que a FEVE e o VSFVE não apresentaram diferenças pré e pós-período de treinamento físico quando avaliados em repouso, porém o VDFVE foi maior e significativamente estatístico após período de treinamento físico mesmo em repouso.

SEALS et al., (1994), também não encontraram diferença significativamente estatística na FEVE de repouso quando compararam um grupo de atletas *master* com média de idade de 64 ± 2 anos, especialistas em provas de fundo a um grupo de idosos sedentários cuja media de idade era de 63 ± 1 anos. Porém, o valor do VDFVE foi significativamente maior e o VSFVE foi significativamente menor para os atletas em comparação ao grupo de sedentários no repouso. Porém, devemos ressaltar o fato de que pode ter havido diferenças na metodologia inerente ao registro dos índices ecocardiográficos e também em relação às características da amostra entre os estudos discutidos acima e o presente estudo e em

função disto, conclusões tiradas com base em uma comparação direta com os nossos resultados devem ser cautelosas.

Mesmo assim, em nosso estudo pudemos verificar que a FC no pico do esforço, obtida na última carga feita por cada voluntário no TE, foi ligeiramente maior para o grupo de atletas (161 bpm) em comparação ao grupo de ativos (159 bpm), porém a diferença encontrada não foi significativamente estatística ($p > 0,05$). Quando analisamos a carga de trabalho, a qual foi convertida em Watts, desenvolvida por cada grupo durante o TE, pudemos perceber uma diferença biológica grande, mas sem significado estatístico, com o grupo de atletas conseguindo desenvolver maiores valores de carga em comparação ao grupo de ativos, 270 W e 190 W respectivamente.

Apesar da ausência de significância observada para a carga de trabalho entre os grupos atletas e ativos, podemos sugerir que o grupo de atletas talvez apresente um maior rendimento cardíaco durante o esforço em comparação ao grupo de ativos e isto é ratificado por alguns trabalhos encontrados na literatura que também documentaram um rendimento cardíaco elevado em indivíduos altamente treinados observando o comportamento da FC no pico do esforço e a carga atingida ou ainda observando os valores de FC para um valor fixo de $VO_{2máx}$ durante o esforço (EHSANI et al., 1991; SEALS et al., 1994; STRATTON et al., 1994; DI BELLO et al., 1996).

Segundo SEALS et al., (1994), estes achados podem ser atribuídos a algumas hipóteses: uma grande redução do VSFVE no pico do esforço, uma grande reserva do ventrículo esquerdo do coração do atleta, ainda que idoso, que se manifestaria em uma condição de exercício físico extenuante, um grande aumento da FEVE em função também de um aumento no VDFVE durante o exercício intenso, e por último um grande aumento na fração de encurtamento do ventrículo esquerdo. Tudo isso levaria a um aumento do volume

sistólico durante o esforço com consequente aumento do débito cardíaco o que justificaria os valores baixos de FC apresentado pelos atletas em cargas relativamente altas de trabalho.

Alguns outros estudos também documentaram aumento nos valores de volume sistólico durante o esforço em idosos pré e pós-período de treinamento (EHSANI et al., 1991; SPINA et al., 1993).

A literatura consultada sugere que o principal mecanismo que contribui para um aumento do volume sistólico durante o esforço no coração de indivíduos treinados seria um grande VDFVE, o qual acarretaria uma hipertrofia por sobrecarga de volume e o uso do mecanismo de Frank-Starling, o qual aumentaria a função sistólica (SEALS et al., 1994). Porém estudos também evidenciaram que o treinamento físico teria a capacidade de aumentar a sensibilidade dos β receptores às catecolaminas em indivíduos idosos, a qual é sugerida ser influenciada negativamente pelo processo de envelhecimento, e isto influenciaria diretamente a força de contração do ventrículo esquerdo e o volume sistólico durante o exercício (LAKATTA et al., 1975; SEALS et al., 1994).

Desta forma pudemos notar que apesar da ausência de diferenças com significado estatístico entre os grupos atletas e ativos em relação aos parâmetros ecocardiográficos investigados, $FC_{\text{máx}}$ e carga atingida podemos notar indícios de que os atletas apresentam um rendimento cardíaco superior em relação aos voluntários do grupo de ativos e isto talvez possa ser devido aos fatores discutidos acima.

6.5. FREQUÊNCIA CARDÍACA DURANTE OS PERÍODOS DE VIGÍLIA EM REPOUSO (VR) E DURANTE O SONO (S)

O presente estudo documentou a bradicardia de repouso em ambos os grupos estudados nos períodos de vigília em repouso e sono. Porém, a FC apresentada pelo grupo de atletas foi menor e significativamente estatística em relação ao grupo de ativos. A redução dos valores da FC de repouso é uma das mais marcantes adaptações induzidas pelo treinamento físico aeróbio e a melhor documentada na literatura (KATONA et al., 1982; MACIEL et al., 1985; SHI et al., 1995; MARTINELLI, 1996; MARTINELLI, 2001; CATAI et al., 2002).

Porém, os mecanismos responsáveis por levar a esta adaptação ainda não são um consenso na literatura. Alguns estudos apontam para uma alteração na modulação realizada pelos eferentes do sistema nervoso autonômico, ou seja, o SNS e SNP sobre o músculo cardíaco (SMITH et al., 1989; SHI et al., 1995), já outros estudos realizados tanto em humanos quanto em animais, defendem a hipótese de que o exercício físico influenciaria de forma direta a frequência cardíaca intrínseca do coração a qual pode ser obtida através do duplo bloqueio farmacológico dos eferentes simpático e parassimpático (KATONA et al., 1982; MACIEL et al., 1985; NEGRÃO et al., 1992).

Nossos resultados parecem aceitar a hipótese de que a bradicardia de repouso verificada em ambos os grupos tanto durante a situação de vigília em repouso quanto durante o sono estaria associada à redução da FC intrínseca já que a VFC avaliada tanto no DT quanto no DF não apresentou diferença significativamente estatística entre os grupos de atletas e ativos.

Esses resultados estão de acordo com MARTINELLI (2001), que documentou menores valores de FC de repouso em um grupo de ciclistas profissionais

quando estes foram comparados a um grupo de sedentários. Em seus resultados a autora não identificou diferenças na VFC nos DT e DF entre os grupos estudados, o que nos reporta que, a contribuição dos eferentes simpáticos e parassimpáticos para a modulação do músculo cardíaco foi semelhante entre os grupos, e assim, a redução da FC intrínseca parece ser a melhor explicação para a bradicardia de repouso encontrada nos atletas.

CATAI et al., (2002), também sugerem que a bradicardia de repouso verificada após período de treinamento físico predominantemente aeróbio em dois grupos, sendo um formado por indivíduos jovens e outro por indivíduos de meia idade, seria decorrente da redução da FC intrínseca. Após a análise da VFC nos domínios do tempo e da frequência pré e pós-período de treinamento físico os autores não encontraram indícios significativamente estatísticos de aumento da modulação do eferente parassimpático ou redução da modulação por parte do eferente simpático sobre o coração.

Pudemos notar de acordo com os nossos resultados que a FC registrada durante o sono apresentou um comportamento semelhante à FC durante o período de vigília em repouso para ambos os grupos, a diferença entre os grupos atletas e ativos ($p < 0,05$) se manteve porém, ambos os grupos apresentaram a bradicardia também durante o sono.

Um fato importante e que deve ser considerado em nossa investigação é que o volume de treinamento físico a que os atletas são submetidos influenciou de forma significativa nos valores da FC de repouso em vigília e durante o sono em relação ao grupo de ativos. Porém, o grupo de ativos também parece estar sendo beneficiado com o volume de treinamento que vêm praticando através dos exercícios recreacionais, já que também apresentaram a bradicardia de repouso tanto na condição de vigília em repouso quanto durante o sono.

Assim, apesar das controvérsias acerca dos fatores que levariam à ocorrência da redução da FC após período de treinamento físico, nossos resultados estão de acordo com alguns outros estudos realizados em nosso laboratório que sugerem que a redução da FC de repouso caracterizada ou não pela bradicardia de repouso estaria fortemente relacionada à ocorrência de alterações na FC intrínseca e não com possíveis alterações na modulação do sistema nervoso autônomo sobre o músculo cardíaco (MARTINELLI, 1996; MARTINELLI, 2001; CATAI et al., 2002).

6.6. VFC NO DOMÍNIO DO TEMPO E DA FREQUÊNCIA

O sistema nervoso autônomo tem a importante função de modular a atividade do sistema cardiovascular, promovendo ajustes rápidos e finos dos parâmetros hemodinâmicos (LOMBARDI et al., 1996). Em geral, os efeitos da atividade do sistema nervoso simpático são excitatório, em contrapartida, quando requisitado, o sistema nervoso parassimpático exerce uma influencia inibitória sobre o sistema cardiovascular e de acordo com LEVY (1990), em indivíduos sem comprometimento do sistema cardiovascular na condição de repouso, estão ativos tanto o componente simpático quanto o parassimpático sendo que de acordo com o autor, seus efeitos antagonistas se somam de maneira não-linear.

Diferentes parâmetros como a FC, intervalo RR e PA refletem oscilações rítmicas que ocorrem batimento a batimento, sendo que estas oscilações ou variabilidade ocorrem devido à ação sinérgica do SNS e SNP, que agem em balanço através de mecanismos neurais, mecânicos e humorais, com o objetivo de manter os parâmetros cardiovasculares em homeostasia em diversas situações como em repouso, exercício ou diferentes condições ambientais (MALIK, 1998).

Desta forma, estas oscilações rítmicas da FC podem fornecer critérios para interpretações das complexas inter-relações existentes entre os mecanismos neurais de controle, sobre a modulação das atividades neurais cardíacas vagal e simpática e da atividade periférica (PAGANI et al., 1986).

Mais especificamente a respeito da VFC esta pode ser definida como sendo as oscilações verificadas entre batimentos cardíacos consecutivos ou entre os valores consecutivos da FC instantânea (TASK FORCE 1996). Ainda de acordo com a TASK FORCE (1996), outros termos podem ser utilizados para descrever a VFC, como “variabilidade RR”, porém, neste caso deve-se considerar apenas os intervalos entre batimentos consecutivos.

Quanto a forma de análise da VFC esta pode ser feita através do DT, também denominada de análise temporal ou através do DF, sendo neste caso considerada uma análise espectral. A análise temporal permite se abordar de forma geral a função autonômica cardíaca, já a análise espectral fornece uma visão mais detalhada das ações absolutas e relativas dos componentes simpático e parassimpático do SNA bem como o balanço entre estes dois componentes (APPEL et al., 1989; MALLIANI et al., 1994; PITZALIS et al., 1996; LOMBARDI et al., 1996; TASK FORCE 1996).

Para o estudo da VFC é necessário se obter medidas a partir do traçado do eletrocardiograma, onde são detectados os intervalos RR normais ou a FC instantânea. Na análise realizada no DT, a partir de uma série de FC instantânea ou intervalos RR estacionários (TASK FORCE, 1996), podem ser aplicados vários métodos estatísticos, os quais podem ser divididos em duas classes: os derivados de medidas diretas dos intervalos RR ou da FC instantânea e os derivados das diferenças entre os intervalos RR.

Para o método temporal, diferentes índices estatísticos podem ser utilizados sendo que os mais importantes e comumente utilizados são a análise da média dos intervalos RR (Média iRR) e os seus respectivos desvios padrões (DPiRR) (PASCHOAL 1999; MARTINELLI 2001; CATAI et al., 2002).

Segundo a TASK FORCE (1996), as séries de intervalos RR também podem ser convertidas em um padrão geométrico, o qual é constituído por: amostra da distribuição de densidade das durações dos intervalos RR, amostra da distribuição das diferenças entre os intervalos RR adjacentes, gráfico de LORENZ dos intervalos RR e outros.

Porém, segundo MALIK (1998), para se obter maiores informações sobre a dinâmica e componentes específicos da VFC bem como sua relação com os eferentes do sistema nervoso autonômico, deve-se utilizar a análise da VFC no domínio da freqüência. Segundo o autor esta forma de análise também denominada de análise espectral, decompõe o sinal da FC ou os iRR em seus componentes de freqüência e os quantifica em termos de sua intensidade relativa, a qual é denominada potência. Ainda de acordo com MALIK (1998), a análise espectral identifica e quantifica a freqüência com que determinados elementos repetitivos aparecem nas variações da FC.

Para a obtenção da análise espectral, primeiramente o sinal eletrocardiográfico é digitalizado, os iRR são armazenados e a série destes valores resulta no tacograma, que expressa a variação da FC em função do tempo. A partir daí são aplicados alguns algoritmos matemáticos sendo que na presente investigação o *software* utilizado trabalhou com a transformada rápida de Fourier, o qual determinou o número, a freqüência e a amplitude dos componentes oscilatórios da FC e intervalos RR.

De acordo com TASK FORCE (1996), são quatro as faixas de freqüência identificadas em humanos e animais: banda de ultra baixa freqüência (UBF), banda de

muito baixa frequência (MBF), banda de baixa frequência (BF) e por último a banda de alta frequência (AF). Na presente investigação foram utilizadas as banda de BF e a de AF. A normalização dos componentes de BF e AF foi realizada através do valor relativo de cada componente de frequência (BF e AF) em proporção à potência total menos o componente de MBF. Ainda segundo TASK FORCE (1996), a representação de BF e AF em unidades normalizadas enfatiza o comportamento controlado e balanceado do sistema nervoso simpático e do sistema nervosos parassimpático, além disso, a normalização tende a minimizar o efeito das alterações na potência total sobre os valores dos componentes de BF e AF.

A razão para o estudo dos componentes de BF e AF neste trabalho se deve ao fato de que ambos apresentariam uma relação com os eferentes simpáticos e parassimpáticos do SNA. O componente de AF tem sido associado à atividade do sistema nervoso parassimpático. Já o componente de BF, tem sido associado tanto a ação simpática quanto parassimpática (AKSELROD et al., 1981; AKSELROD et al., 1985; POMERANZ et al., 1985; MALIK, 1998).

Ainda utilizando-se dos componentes de BF e AF foi realizada na presente investigação a razão entre eles BF/AF, a qual de acordo com MALIK (1998), representa o balanço vago-simpático.

A VFC é uma ferramenta que tem sido extensivamente aplicada para avaliar vários estados fisiológicos e patológicos: indivíduos normais e saudáveis, em diferentes faixas etárias, indivíduos do sexo masculino e feminino, indivíduos submetidos a treinamento físico, indivíduos atletas de diferentes modalidades e em diferentes fases do treinamento físico, indivíduos normais submetidos a diferentes estados fisiológicos (mudança de postura, exercícios físicos, esforço mental, emoções), indivíduos com

patologias do sistema cardiovascular e indivíduos com comprometimento do sistema nervoso central (DeMERSSMAN 1993; BIGGER et al., 1995; PASCHOAL 1999; HEDELIN et al., 2000; PICHOT et al., 2000; HEDELIN et al., 2001; MARTINELLI 2001; SILVA et al., 2001; CATAI et al., 2002; MUSLUMANOGLU et al., 2002; PICHOT et al., 2002; YANG et al., 2002). Neste trabalho a VFC foi estudada em idosos não sedentários e com características distintas quanto a intensidade de prática de treinamento físico sendo um grupo formado por atletas fundistas profissionais da categoria *master* e outro formado por indivíduos fisicamente ativos.

6.6.1. VFC DURANTE A VIGÍLIA EM REPOUSO

Para o estudo da VFC na condição de vigília em repouso o registro da FC e iRR foram realizados com os voluntários posicionados em decúbito dorsal . Vale lembrar que não foi solicitado que os voluntários realizassem o controle do ritmo respiratório em nenhum momento do registro dos sinais (DIXON et al., 1992).

Apesar de não ser um consenso na literatura consultada alguns trabalhos transversais (DIXON et al., 1992; GOLDSMITH et al., 1992; DeMEERSMAN, 1993; SHIN et al., 1997; UENO et al., 2002) e longitudinais (LEVY et al., 1998) sugerem que os exercícios físicos têm a capacidade de promover aumento na VFC tanto no DT quanto no DF em amostras de populações formadas por adultos jovens, indivíduos de meia idade e idosos.

Apesar da ausência de um grupo controle formado por indivíduos jovens pudemos comparar os nossos resultados referentes a VFC com os resultados obtidos por MARTINELLI (2001). A metodologia utilizada neste estudo para registro da VFC foi muito semelhante à utilizada pela autora que trabalhou com atletas jovens ciclistas

profissionais e jovens sedentários. Em seus resultados MARTINELLI (2001) obteve os seguintes valores de VFC no DT, expresso por meio da mediana, para os atletas e sedentários respectivamente: Média iRR de 1076,01ms e 856,26 ms; DPiRR de 96,86ms e 59,10ms. No DF os valores da mediana da razão BF/AF encontrada pela autora para atletas e sedentários foi a seguinte: 2,47 e 2,08. Os valores de VFC no DT e DF (mediana) obtidos na presente investigação para atletas e ativos foram respectivamente: Média iRR de 1158,21 ms e 1055,16 ms; DPiRR de 66,66 ms e 48,32 ms; razão BF/AF de 4,84 e 3,44. Podemos notar uma semelhança ou até mesmo superioridade nos valores da VFC principalmente no DT quando comparamos os indivíduos idosos de ambos os grupos de nosso estudo com os voluntários jovens e sedentários do estudo de MARTINELLI (2001), o que mostra que talvez o exercício físico tenha capacidade de manter os valores de algumas variáveis cardiovasculares semelhantes a valores obtidos em indivíduos jovens, porém, sedentários.

Apesar de valores superiores da VFC no DT para os atletas em relação ao grupo de ativos, nossos resultados não evidenciaram diferenças significativamente estatística entre os grupos quando a Média iRR e o DPiRR foram comparados. Esses resultados não estão de acordo com os resultados obtidos por ROSSY et al., (1998), que estudaram 40 voluntários com média de idade de 19 anos divididos em dois grupos: atletas (n=20) e ativos (n=20). Os autores encontraram valores superiores e significativamente estatísticos da Média iRR e DPiRR para indivíduos atletas em relação a indivíduos ativos. As médias iRR foram 899 ± 206 ms e 781 ± 104 ms para os atletas e ativos respectivamente e nesta mesma ordem de grupo, os valores encontrados para o DPiRR foram 85 ± 36 ms e 65 ± 36 ms.

Já os resultados obtidos por MELANSON (2000), estão de acordo com os resultados obtidos em nosso estudo. O autor estudou 37 indivíduos com idade variando de 25 a 49 anos dividindo-os em três grupos, de acordo com o nível de condicionamento físico aeróbio: sedentários (n=15), ativos (n=10) e atletas (n=12). Analisando a VFC por meio dos índices rMSSD, ou seja, a raiz quadrada da somatória do quadrado das diferenças entre os iRR em um tempo determinado menos um iRR (TASK FORCE 1996), e Média iRR, o autor não encontrou diferença significativamente estatística entre os grupos de ativos e atletas, mas ambos apresentaram maior VFC quando comparados ao grupo sedentário. Os valores de rMSSD para os grupos de sedentários, ativos e atletas foram respectivamente 42,3 ms, 92,7 ms e 87,3 ms. Já a Média iRR foi de 968 ms, 1160 ms e 1120 ms para sedentários ativos e atletas respectivamente.

Em nosso estudo, a quantificação da modulação dos eferentes simpático e parassimpático sobre o músculo cardíaco, analisada por meio da VFC no DF mais especificamente pelos componentes de BF e AF e pela razão existente entre eles (BF/AF), não apresentou diferença significativamente estatística entre os grupos atletas e ativos.

Estes resultados também não estão de acordo com os resultados apresentados por ROSSY et al., (1998), mas ratificam os achados de MELANSON (2000) em relação a análise da VFC no DF.

ROSSY et al., (1998), analisaram a VFC no DF por meio dos componentes espectrais de BF e AF e ainda pela razão BF/AF. Os autores encontraram maiores valores do componente de AF, o qual mantém forte relação com o eferente parassimpático do SNA, para o grupo de atletas em relação ao grupo de ativos. Porém, a razão BF/AF, a qual permite avaliar o balanço autonômico, semelhantemente ao nosso estudo não apresentou diferença significativamente estatística entre os grupos estudados. O componente de BF do

estudo de ROSSY et al., (1998), também não apresentou diferença significativamente estatística entre os dois grupos, o que parece mostrar uma atividade do SNS semelhante entre os grupos estudados.

No estudo de MELANSON (2000), os componentes espectrais avaliados foram os de BF e AF além da potência espectral total. Os componentes de BF e AF foram apresentados em unidades absolutas (ms^2). De acordo com os resultados apresentados pelo autor, o grupo de sedentário apresentou as menores potências espectrais em todas as faixas de frequências estudadas e também menor potência espectral total em relação ao grupo de ativos. Quando o grupo de sedentários foi comparado ao grupo de atletas, não foram encontradas diferenças significativamente estatística em relação ao componente espectral de BF, porém, a potência total e também o componente de AF foram significativamente maior no grupo de atletas. Entre os grupos de atletas e ativos não foram verificadas diferenças em nenhum dos componentes espectrais estudados.

Quando comparamos nossos resultados aos resultados obtidos por ROSSY et al., (1998), e MELANSON (2000) não devemos esquecer as diferenças metodológicas existentes entre estes estudos e o nosso em relação à classificação do nível de atividade física dos voluntários e ainda em relação as ferramentas utilizadas para registro e análise da VFC.

Para explicar os achados inerentes ao comportamento da VFC nos domínios do tempo e da frequência observados em nosso estudo, torna-se importante considerarmos algumas possibilidades. Estudos apontam para o fato de que os efeitos do treinamento físico sobre a VFC não estariam unicamente relacionados com o volume total de treinamento, ou seja, intensidade, duração das sessões e frequência semanal destas, mas sim com o tempo total de prática do treinamento físico ao longo dos anos (MELANSON 2000) e em nossa

investigação pudemos notar que para ambos os grupos o tempo de prática era bastante alto, no mínimo de 8 anos. Além disso, o que diferencia os dois grupos em relação às características do treinamento físico parece ser somente a intensidade dos exercícios (Quadro I), visto que a frequência semanal e duração das sessões foram bastante semelhantes entre os grupos estudados (Quadro I). Desta forma, pode ser que os indivíduos do grupo de ativos possam ter adquirido adaptações autonômicas parecidas com as dos atletas sem que para isso tivessem sido submetidos a intensidades elevadas de treinamento e nem a competições profissionais envolvendo alto rendimento, o que clinicamente é um fator muito relevante já que existem populações, como por exemplo os portadores de doenças do aparelho cardiovascular, que não podem ser submetidos a altas intensidades de treinamento mas mesmo assim precisam dos exercícios físicos para a manutenção da saúde(AACPR, 1999).

Também é importante considerarmos que os efeitos agudos relativos à última sessão de treinamento físico nos atletas (48 horas antes do exame) possam ter influenciado o comportamento da VFC no DF, mais especificamente deprimindo o componente de AF e aumentando os valores do componente de BF e isto, é bem ilustrado nos dados obtidos em adolescentes por FURLAN et al., (1993). Os autores estudaram três grupos de indivíduos sendo um formado por atletas em período inicial de destreinamento, outro formado por um grupo de atletas no pico da temporada de treinamento e ainda, um terceiro grupo utilizado como controle foi estudado 1, 24 e 48 horas após uma sessão isolada de exercício físico dinâmico de alta intensidade. A análise espectral dos componentes de BF e AF foi realizada e revelou que o componente de AF apresentava-se elevado no grupo de atletas em período inicial de destreinamento. Para o grupo de atletas no pico da temporada os autores encontraram a bradicardia de repouso juntamente com

altos valores do componente de BF, e para o grupo controle foi demonstrado uma alta atividade simpática através do componente de BF passadas 24 horas da sessão isolada de exercício físico.

Pudemos notar em nossos resultados que apesar de não terem sido encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos em relação à análise espectral, o grupo de ativos apresentou maiores valores do componente de AF em unidades normalizadas, menores valores do componente de BF e menor razão BF/AF. Porém é muito importante ressaltarmos que todos os exames foram realizados em início de temporada, aonde em geral a intensidade de treinamento físico utilizada pelos atletas ainda não está em seu ponto máximo, mas também nesta situação não é verificada uma condição de destreinamento, assim, nossos ativos podem realmente ter adquirido um comportamento de modulação cardíaca por parte do SNA semelhante ao comportamento exibido pelos atletas em função dos exercícios recreativos que praticam regularmente.

Por fim, explicações alternativas e menos prováveis para a falta de diferenças nos componentes espectrais da VFC entre os atletas e os ativos podem ser uma eventual falta de acuracidade da análise no DF em avaliar a atividade autonômica em uma população não sedentária (SACKNOFF et al., 1994), ou outras limitações metodológicas.

Apesar de todas as considerações, a falta de diferenças na VFC nos DT e DF entre atletas e ativos, sugerem não haver diferenças importantes na atividade do SNA sobre a modulação cardíaca entre os grupos de atletas e ativos.

6.6.2 VFC DURANTE O SONO

O objetivo da mensuração da VFC durante o sono foi o de estudar o comportamento desta variável com poucas influências de fatores ambientais.

Existem estudos que mostram que o comportamento da VFC difere entre indivíduos jovens e idosos do período de vigília para o sono e também durante as diferentes fases do sono (CRASSET et al., 2001; CATAI et al., 2002).

Os resultados de nosso trabalho mostraram não haver diferença ($p > 0,05$) entre os grupos de atletas e ativos em relação a VFC no DT e DF registrada no período de vigília em repouso e a registrada durante o sono. Estes resultados estão de acordo com CRASSET et al., (2001) que trabalharam com dois grupos, sendo um formado por indivíduos jovens ($n=8$) com média de idade de $22,5 \pm 3,3$ e outro formado por idosos ($n=8$) média de idade de $55,0 \pm 7,3$ anos. Nenhum dos voluntários participantes fazia uso de qualquer medicação e todos eram sedentários. No estudo de CRASSET et al., (2001), foi avaliada a VFC no DT por meio da Média iRR, e também no DF utilizando para isso os componentes espectrais de BF, AF e a razão BF/AF. Na análise realizada no DT os autores não encontraram diferença significativamente estatística entre os grupos estudados no período de vigília em repouso. Porém, na fase de sono profundo, denominada de Non-REM, a VFC aumentou em relação ao período de vigília para os dois grupos mas este aumento foi significativamente estatístico apenas para o grupo de jovens. Para a fase final do sono, chamada de fase REM, a VFC no DT também não foi diferente entre os grupos, mas diminuiu para o grupo de jovens e não para os idosos.

Com relação à análise da VFC no DF, CRASSET et al., (2001), observaram que a participação dos eferentes simpático e parassimpático verificada através da análise dos componentes de AF e BF em unidades normalizadas não foi diferente para o grupo de idosos entre os períodos de vigília e sono profundo e posteriormente a fase do sono leve. Para o grupo de jovens os valores do componente de AF, o qual de acordo com autores mantém íntima relação com o SNP, aumentou na fase profunda do sono (non-REM) de

forma significativa, já o componente de BF diminuiu nesta mesma fase. A razão BF/AF parece também ser comprometida pelo processo de envelhecimento já que para o grupo de jovens este índice diminuiu significativamente do período de vigília em repouso para a fase de sono profundo sendo que o mesmo comportamento não foi verificado para o grupo de idosos em relação aos períodos de vigília e sono respectivamente.

Trabalhando com dois grupos de voluntários, sendo um constituído por indivíduos jovens (n=10), mediana de idade de 21 anos e outro constituído por indivíduos de meia idade (n=7), mediana de idade de 53 anos CATAI et al., (2002), também sugerem que o processo de envelhecimento pode comprometer a predominância vagal existente durante o sono. Os autores relatam que em uma condição de controle o valor do componente de AF absoluto foi 7,6 vezes maior para o grupo de jovens quando este foi comparado a um grupo formado por indivíduos de meia idade.

Nossos resultados ratificam os achados de CRASSET et al., (2001) e CATAI et al., (2002) pois na presente investigação também não foram encontradas diferenças significativamente estatística entre a VFC dos dois grupos estudados em relação ao período de vigília em repouso, o que sugere que o treinamento físico realizado por ambos os grupos não foi capaz de aumentar a predominância vagal durante o sono para esta população.

7. CONCLUSÕES

- 1) Os grupos estudados não apresentaram diferenças significativamente estatísticas em relação às características antropométricas estudadas.
- 2) A pressão arterial sistólica não apresentou diferença significativamente estatística quando os dois grupos foram comparados. Em relação à pressão arterial diastólica, esta foi significativamente menor para o grupo de atletas.
- 3) Ambos os grupos apresentaram valores de consumo máximo de oxigênio obtido no TE maiores que os valores de consumo máximo de oxigênio esperado calculado em função da idade, sendo que a diferença foi significativamente estatística apenas para o grupo de atletas. Em relação ao consumo máximo de oxigênio obtido no TE, este não apresentou diferença significativamente estatística entre os grupos estudados.
- 4) A frequência cardíaca máxima obtida durante o TE, não apresentou diferença entre os grupos atletas e ativos. A carga (calculada em watts) alcançada no TE foi maior para o grupo de atletas quando comparado ao grupo de ativos, porém a diferença observada não foi significativamente estatística.
- 5) Não foram observadas diferenças significativamente estatísticas entre os grupos atletas e ativos em relação às variáveis ecocardiográficas estudadas na condição de repouso: VDFVE, VSFVE, FEVE, MVE/SC.
- 6) A frequência cardíaca de vigília em repouso bem como a frequência cardíaca durante o sono foram significativamente menores para o grupo de atletas em relação ao grupo de ativos, porém nas duas condições (VR e S), ambos os grupos apresentaram a bradicardia de repouso, ou seja, frequência cardíaca menor do que 60 batimentos por minuto. Ainda de acordo com os demais resultados apresentados neste trabalho, as causas desta adaptação parece ter sido a redução da frequência cardíaca intrínseca.

7) A variabilidade da frequência cardíaca de repouso em vigília e durante o sono não foi estatisticamente diferente entre os atletas e os ativos, indicando que o regime de treinamento físico recreacional praticado pelos ativos, proporcionou adaptações autonômicas semelhantes às encontradas no grupo de atletas.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN ASSOCIATION FOR CARDIOVASCULAR AND PULMONARY REHABILITATION (AACPR) . **Guidelines for Cardiac Rehabilitation and Secondary Prevention Programs**. Champaign, III: Human Kinetics Publishers, 1999.

ACSM Position Stand on Exercise and Physical Activity for Older Adults. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.30, n.6, p.992-1008, 1998.

AKSELROD, S.; GORDON, D.; UBEL, F.A.; SHANNON, D.C.; BERGER, A.C.; COHEN, R. J. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. **Science**, v.213, n.4504, 20-22, 1981.

AKSELROD, S.; GORDON, D.; MADWED, J.B.; SNIDMAN, N.C.; SHANNON, D.C.; COHEN, R.J. Hemodynamic regulation: investigation by spectral analysis. **Am. J. Physiol.**, v.249, n.4Pt2, p.H867-H875, 1985.

AMERICAN HEART ASSOCIATION. **Exercise testing and training of apparently healthy individuals: A handbook for physicians**. Dallas, 1972.

AMERICAN HEART ASSOCIATION. **1997 heart and stroke statistical update**. Dallas: American Heart Association, 1998.

APPEL, M.L.; BERGER, R.D.; SAUL, P.; SMITH, J.M.; COHEN, R.J. Beat to beat variability in cardiovascular variables: noise or music? **J. Am. Coll. Cardiol.**, v.14, n.5, p.1139–1148, 1989.

APPEL, L.J.; MOORE, T.J.; OBARZANEK, E.; VOLLMER, W.M.; SVETKEY, L.; P.; SACKS, F.M.; BRAY, G.A.; VOGT, T.M.; CUTLER, J.A.; WINDHAUSER, M.M.; LIN, P.H.; KARANJA, N. A clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure. DASH Collaborative Research Group. **N. Engl. J. Med.**, v.336, n.16, p.1117-1124, 1997.

ÅSTRAND, I.; ÅSTRAND, P.-O.; HALLBACK, I.; KILBOM, A. Reduction in maximal oxygen intake with age. **J. Appl. Physiol.**, v.35, p.649-654, 1973.

BABCOCK, M.A.; PATERSON, D.H.; CUNNINGHAM, D.A.; DICKINSON, J.R. Exercise on-transient gas exchange kinetics are slowed as a function of age. **Med. Sci. Sports Exerc.** v.26, n.4, p.446–446, 1994.

BIGGER, J.T., JR.; FLEISS, J.L.; STEINMAN, R.C.; ROLNITZKY, L.M.; SCHNEIDER, W.J.; STEIN, P. K. RR variability in healthy, middle-aged persons compared with patients with chronic coronary heart disease or recent acute myocardial infarction. **Circulation**, v.91, n.7, p.1936-1943, 1995.

BONADUCE, D.; PETRETTA, M.; CAVALLARO, V.; APICELLA, C.; IANNICIELLO, A.; ROMANO, M.; BREGLIO, R.; MARCIANO, F. Intensive training and cardiac

autonomic control in high level athletes. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.30, n.5, p.691–696, 1998.

BRUCE, R.A.; KUSUMI, F.; HOSMER, D. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. **Am Heart. J.**, v.85, n.4, p.546-562, 1973.

BYRNE, E.A.; FLEG, J.L.; VAITKEVICIUS, J.W.; PORGES, S.W. Role of aerobic capacity and body mass index in the age-associated decline in heart rate variability. **J. Appl. Physiol.**, v.81, n.2, p.743–750, 1996.

CAPPUCCIO, F.P.; ELLIOTT, P.; ALLENDER, P.S.; PRYER, J.; FOLLMAN, D.A.; CUTLER, J.A. Epidemiologic association between dietary calcium intake and blood pressure: a meta-analysis of published data. **Am. J. Epidemiol.**, v.142, n.9, p. 935-945, 1995.

CATAI, A.M.; CHACON-MIKAHIL, M.P.T.; MARTINELLI, F.S.; SILVA, E.; FORTI, V.A.M.; GOLFETTI, R.; MARTINS, L.E.B.; WANDERLEY, J.S.; SZRAJER, J.S.; LIMA-FILHO, E.C.; MILAN, L.A.; MARIN-NETO, J.A.; MACIEL, B.C.; GALLO, Jr., L. Effects of aerobic exercise training on heart rate variability during wakefulness and sleep and cardiorespiratory responses of young and middle-aged healthy men. **Braz. J. Med. Biol. Research**, v.35, p.741–752, 2002.

CRASSET, V.; MEZZETTI, S.; ANTOINE, M.; LINKOWSKI, P.; DEGAUTE, J.P.; VAN de BORNE, P. Effects of aging and cardiac denervation on heart rate variability during sleep. **Circulation**, v.103, p.84-88, 2001.

DeMEERSMAN, R.E. Heart rate variability and aerobic fitness. **Am. Heart J.**, v.125, n.3, p.726-731, 1993.

DI BELLO, V.; SANTORO, G.; TALARICO, L.; DI MURO, C.; CAPUTO, M.T.; GIORGI, D.; BERTINI, A.; BIANCHI, M.; GIUSTI, C. Left ventricular function during exercise in athletes and in sedentary men. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.28, n.2, p.190-196, 1996.

DIXON, E.M.; KAMATH, M.V.; McCARTNEY, N.; FALLEN, E.L. Neural regulation of heart rate variability in endurance athletes and sedentary controls. **Cardiovasc. Res.**, v.26, p.713-719, 1992.

EHSANI, A.A.; OGAWA, T.; MILLER, T.R.; SPINA, R.J.; JILKA, S. M. Exercise training improves left ventricular systolic function in older men. **Circulation**, v.8, n.1, p. 96-103, 1991.

FLEG, J.L.; LAKATTA, E.G. Role of muscle loss in the age-associated reduction in VO_{2max} . **J. Appl. Physiol.**, v.65, n.3, p.1147-1151, 1988.

FRANKLIN, S.S.; LARSON, M.G.; KHAN, S.A.; WONG, N. D.; LEIP, E.P.; KANNEL, W.B.; LEVY, D. Does the relation of blood pressure to coronary heart disease risk change with aging? The Framingham Heart Study. **Circulation**, v.103, n.9, p. 1245-1249, 2001.

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. **Cardiovasc. Res.**, v.27, n.3, p.482-488, 1993.

GILL, J.S.; SHIPLEY, M.J.; TSEMENTZIS, S.A.; HORNBY, R.S.; GILL, S.K.; HITCHCOCK, E.R.; BEEVERS, D.G. Alcohol consumption--a risk factor for hemorrhagic and non-hemorrhagic stroke. **Am. J. Med.**, v.90, n.4, p.489-497, 1991.

GOLDSMITH, R.; BIGGER, J.T.; STEINMAN, R.C.; FLEISS, J.L. Comparison of 24-hour parasympathetic activity in endurance-trained and untrained young men. **J. Am. Coll. Cardiol.**, v.20, p.552-558, 1992.

HAYANO, J.; SAKAKIBARA, Y.; YAMADA, A.; YAMADA, M.; MUKAI, S.; FUJINAMI, T.; KIYOKO, Y.; WATANABE, Y.; TAKATA, K. Accuracy of assessment of cardiac vagal tone by heart rate variability in normal subjects. **Am. J. Cardiol.**, v. 67, n.2, p.199-204, 1991.

HEATH, G.; HAGBERG, J.; EHSANI, A.; HOLLOSZY, J. A physiological comparison of young and older endurance athletes. **J. Appl. Physiol.**, v.51, p.634-640, 1981.

HEDELIN, R.; WIKLUND, U.; BJERLE, P.; HENRIKSSON-LARSÉN, K. Cardiac autonomic imbalance in an overtrained athlete. **Méd. Sci. Sports Exerc.**, v.32, n.9, p.1531-1533, 2000.

HEDELIN, R.; BJERLE, P.; HENRIKSSON-LARSÉN, K. Heart rate variability in athletes: relationship with central and peripheral performance. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.33, n.8, p.1394-1398, 2001.

HIREMATH, A.N.; PERSHE, R.A.; HOFFMAN, B.B. BLASCHKE, T. F. Comparison of age-related changes in prostaglandin E1 and beta- adrenergic responsiveness of vascular smooth muscle in adult males. **J. Gerontol.**, v.44, n.1, p.13-17, 1989.

JACKSON, A.S.; BEARD, E.F.; WIER, L.T.; ROSS, R.M.; STUTEVILLE, J.E.; BLAIR, S.N. Changes in aerobic power of men, ages 25-70 yr. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.27, n.1, p.113-120, 1995.

JENSEN URSTAD, K.; SALTIN, B.; STORCK, N.; JENSEN URSTAD, M. Pronounced resting bradycardia in male elite runners is associated with high heart rate variability. **Scand. J. Med. Sci. Sports**, v.7, n.5, p.274-278, 1997.

KATONA, P.G.; MALCONLM, M.; DAVIS, H.D.; ABRAHAM, G. Sympathetic and parasympathetic cardiac control in athletes and nonathletes at rest. **J. Appl. Physiol. Resp. Envirom. Exerc. Physiol.**, v.52, n.6, p.1652-1657, 1982.

KELLEY, G.; TRAN, Z.V. Aerobic exercise and normotensive adults: a meta-analysis. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.27, n.10, p.1371-1377, 1995.

KOKKINOS, P.F.; NARAYAN, P.; COLLERAN, J.A.; PITTARAS, A.; NOTARGIACOMO, A.; REDA, D.; PAPADEMETRIOU, V. Effects of regular exercise on blood pressure and left ventricular hypertrophy in African-American men with severe hypertension. **N. Engl. J. Med.**, v.333, n.22, p.1462-1467, 1995.

LAKATTA, E.G. Deficient neuroendocrine regulation of the cardiovascular system with advancing age in healthy humans. **Circulation**, v.87, n.2, p.631-636, 1993.

LAKATTA, E.G.; GERSTENBLITH, G.; ANGELL, C.S.; SHOCK, N.W.; WEISFELDT, M.L. Diminished inotropic response of aged myocardium to catecholamines. **Circ. Res.**, v.36, p.262-269, 1975.

LAKATTA, E.G.; MITCHELL, J.H.; POMERANCE, A.; ROWE, G.G. Human aging: changes in structure and function. **J. Am. Coll. Cardiol.**, v.10, n.2 (suppl. A), p.42-47, 1987.

LEAROYD, B.M.; TAYLOR, M.G. Alterations with age in the viscoelastic properties of human arterial walls. **Circ. Res.**, v.18, n.3, p.278-292, 1966.

LEITE, P.F. Ergometria – medida e avaliação do VO_{2max} . In: __. Fisiologia do exercício: ergometria e condicionamento físico, cardiologia desportiva. 4^a ed., São Paulo: Robe editora, 2000. pp.109 - 152.

LEVY, M. N. Autonomic interactions in cardiac control. **Ann. N. Y. Acad. Sci.**, v.601, p.209-221, 1990.

LEVY, W.C.; CERQUEIRA, M.D.; ABRASS, I.B.; SCHWARTZ, R.S.; STRATTON, J. R. Endurance exercise training augments diastolic filling at rest and during exercise in healthy young and older men. **Circulation**, v.88, n.1, p. 116-126, 1993.

LEVY, W.C.; CERQUEIRA, M.D.; HARP, G.D.; JOHANNESSEN, K.A.; ABRASS, I.B.; SCHWARTZ, R.S.; STRATTON, J.R. Effect of endurance exercise training on heart rate variability at rest in healthy young and older men. **Am. J. Cardiol.** v. 82, p.1236-1241, 1998.

LIAO, D.; BARNES, R.W.; CHAMBLESS, L.E.; SIMPSON, R.J.; SORLIE, P.; HEISS, G. Age, race, and sex differences in autonomic cardiac function measured by spectral analysis of heart rate variability – the ARIC study. **Am J. Cardiol.**, v.76, p.906-912, 1995.

LOIMAALA, A.; HUIKURI, H.; OJA, P.; PASANEN, M.; VUORI, I . Controlled 5-mo aerobic training improves heart rate but not heart rate variability or baroreflex sensitivity. **J. Appl. Physiol.**, v.89, n.5, p.1825-1829, 2000.

LOMBARDI, F.; MALLIANI, A.; PAGANI, M.; CERUTTI, S. Heart rate variability and its sympatho-vagal modulation. **Cardiovascular Res.**, v.32, p.208-216, 1996.

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

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. **Cardiovasc. Res.**, v.19, p.642-648, 1985.

MALIK, M. **Clinical guide to cardiac autonomic tests.** The Netherlands: Kluwer academic publishers, 1998.

MALLIANI, A.; PAGANI, M.; LOMBARDI, F.; CERUTTI, S. Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. **Circulation**, v.84, n.2, p.482-492, 1991.

MALLIANI, A.; LOMBARDI, F.; PAGANI, M. Power spectrum analysis of heart rate variability: a tool to explore neural regulatory mechanisms. **Br. Heart J.**, v.71, p.1-2, 1994.

MARON, B.J.; MITCHELL, J.H. Revised eligibility recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities. **J. Am. Coll. Cardiol.**, v.24, n.4, p. 848-850, 1994.

MARTINELLI, F.S. Respostas da frequência cardíaca e da pressão arterial sistêmica às manobras postural passiva e de valsalva, em indivíduos sedentários e atletas corredores de longa distância. Campinas, SP: Faculdade de Educação Física da UNICAMP, 1996, 171p. (Dissertação de mestrado em Educação Física).

MARTINELLI, F.S. Estudo do controle autonômico da frequência cardíaca em ciclistas e sedentários. Campinas, SP: Faculdade de Educação Física da UNICAMP, 2001, 119p. (Tese de Doutorado).

MARY, D.A.S.G. Exercise training and its effect on the heart. **Rev. Physiol. Biochem. Pharmacol.**, v.109, p.61-144, 1987.

MELANSON, E. L. Resting heart rate variability in men varying in habitual physical activity. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.32, n.11, p.1894-1901., 2000.

MIGLIARO, E.R.; BECH, P.C.; CASTRO, A.E.M.; RICCA, R.; VICENTE, K. Relative influence, resting heart rate and sedentary life style in short-term analysis of heart rate variability. **Braz. J. Biol. Med. Research**, v.34, p.493-500, 2001.

MITCHELL, J.H.; BLOMQUIST, G. Maximal oxygen uptake. **New Engl. J. Med.**, v.284, p.1018-1022, 1971.

MOLGAARD, H.; SORENSEN, K.E.; BEJERREGAARD, P. Circadian variation and influence of risk factors on heart rate variability on healthy subjects. **Am. J. Cardiol.**, v.68, p.777-784, 1991.

MUSLUMANOGLU, L.; AKYUZ, G.; AKI, S.; KARSIDAG, S.; US, O. Evaluation of autonomic nervous system functions in post-stroke patients. **Am. J. Phys. Med. Rehabil.**, v.81, n.10, p.721-725, 2002.

NEGRÃO, C.E.; MOREIRA, E.D.; SANTOS, M.C.L.M.; FARAH, V.M.A.; KRIEGER, E.M. Vagal function impairment after exercise training. **J. Appl. Physiol.**, v.72, p.1749-1753, 1992.

PAGANI, M.; LOMBARDI, F.; GUZZETTI, S.; RIMOLDI, O.; FURLAN, R.; PIZZINELLI, P.; SANDRONE, G.; MALFATTO, G. Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympatho-vagal interaction in man and conscious dog. **Circulation Res.**, v.59, n.2, p.178-193, 1986.

PASCHOAL, M.A. Variabilidade da frequência cardíaca: estudo das influências autonômicas sobre suas características temporal e espectral em halterofilista e sedentários. Campinas, SP: Faculdade de Educação Física da UNICAMP, 1999. 235p. (Tese Doutorado).

PATERSON, D.H.; CUNNINGHAM, D.A.; KOVAL, J.J.; CROIX ST., C.M. Aerobic fitness in a population of independently living men and women aged 55-86 years. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.31, n.12, p.1813-1820, 1999.

PICHOT, V.; ROCHE, F.; GASPOZ, J.M.; ENJOLRAS, F.; ANTONIADIS, A.; MININI, P.; COSTES, F.; BUSSO, T.; LACOUR, J.R.; BARTHELEMY, J.C. Relation between heart rate variability and training load in middle- distance runners. **Méd. Sci. Sports Exerc.**, v.32, n.10, p.1729-1736, 2000.

PICHOT, V.; BUSSO, T.; ROCHE, F.; GARET, M.; COSTES, F.; DUVERNEY, D.; LACOUR, J.R.; BARTHÉLÉMY, J.C. Autonomic adaptations to intensive and overload training periods: a laboratory study. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.34, n.10, p.1660-1666, 2002.

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. **Cardiovasc. Res.**, v.32, n.2, p.226-233, 1996.

POLLOCK, M.L.; FOSTER, C.; KNAPP, D.; ROD, J.L.; SCHMIDT, D.H. Effect of age and training on aerobic capacity and body composition of master athletes. **J. Appl. Physiol.**, v.62, p.725-731, 1987.

POLLOCK, M.L.; MENGELKOCH, L.J.; GRAVES, J.E.; LOWENTHAL, D.T.; LIMACHER, M. C.; FOSTER, C.; WILMORE, J.H. Twenty-year follow-up of aerobic power and body composition of older track athletes. **J. Appl. Physiol.**, v.82, n.5, p.1508-1516, 1997.

POMERANZ, B.; MACAULAY, R.J.B.; CAUDILL, M.A.; KUTZ, I.; ADAN, D.; GORDON, D.; KILBORN, K.M.; BARGER, A.C.; SHANNON, D.; COHEN, R.J.; BENSON, H. Assessment of autonomic function in humans by heart rate spectral analysis. **Am. J. Physiol.**, 248 (Heart Circ. Physiol., n, 17):H151-H153, 1985.

RIMOLDI, O.; FURLAN, R.; PAGANI, M.R.; PIAZZA, S.; GUAZZI, M.; PAGANI, M.; MALLIANI, A. Analysis of neural mechanisms accompanying different intensities of dynamic exercise. **Chest**, n.101, Suppl.5, p.226-230, 1992.

ROGERS, M.A. HAGBERG, J.M.; MARTIN III, W.H.; EHSANI, A.A.; HOLLOSZY, J.O. Decline VO_{2max} with aging in master athletes and sedentary men. **J. Appl. Physiol.**, v.68, n.5, p.2195-2199, 1990.

ROSSY, L.A.; THAYER, J.F. Fitness and gender-related differences in heart period variability. **Psychosomatic medicine**, v.60, p.773-781, 1998.

SACKNOFF, D.M.; GLEIM, G.W.; STACHENFELD, N.; COPLAN, N.L. Effect of athletic training on heart rate variability. **Am. Heart J.**, v.127, p.1275-1278, 1994.

SCHUIT, A.J.; AMELSVOORT, L.G.P.M.V.; VERHEIJ, T.C.; RIJNEKE R.D.; MAAN, A.C.; SWENNE, C.A.; SCHOUTEN, E.G. Exercise training and heart rate variability in older people. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.31, n.6, p.816-821, 1999.

SCHWARTZ, J.B.; PRIORI, W.J.; TRAN, T. Aging effects on heart rate variation. **J. Gerontol.**, v.46, p.99-106, 1991.

SEALS, D. R.; CHASE, P.B. Influence of physical training on heart rate variability and baroreflex circulatory control. **J. Appl. Physiol.**, v.66, n.4, p.1886–1895, 1989.

SEALS, D.R.; HAGBERG, J.M.; SPINA, R.J.; ROGERS, M.A.; SCHECHTMAN, K.B. Enhanced left ventricular performance in endurance trained older men. **Circulation**, v.89, p.198-205, 1994.

SHEPHARD, R.J.; BALADY, G.J. Exercise as Cardiovascular Therapy. **Circulation**, v.99, p.963-972, 1999.

SHI, X.; STEVENS, G.H.; FORESMAN, B.H.; STERN, S.A.; RAVEN, P. B. Autonomic nervous system control of the heart: endurance exercise training. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.27, n.10, p.1406-1413, 1995.

SHIN, K.; MINAMITANI, H.; ONISH, S.; YAMAZAKI, H.; LEE, M. Autonomic differences between athletes and noathletes: Spectral analysis approach. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.29, n.11, p.1482-1490, 1997.

SILVA, C.S.; MARQUES, L.S.; MORAES, F.R.; CATAI, A.M.; OLIVEIRA, L.; SILVA, E. Investigação da variabilidade da freq encia cardíaca de mulheres nos períodos manhã e noite. **Rev. Bras. Fisioter.**, v.5, n.2, p. 65-71, 2001.

SMITH, M. L.; HUDSON, D. L.; GRAITZER, H. M.; RAVEN, P. B. Exercise training bradycardia: the role of autonomic balance. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.21, p.40-44, 1989.

SNEDECOR, G.W.; COCHRAN, W.G. **Statistical Methods**. 8. ed. Ames: Iowa State University Press, 1991.

SPINA, R.J.; OGAWA, T.; KOHRT, W.M.; MARTIN III, W.H.; HOLLOSZY, J.O.; EHSANI, A.A. Differences in cardiovascular adaptations to endurance exercise training between older men and women. **J. Appl. Physiol.**, v.75, n.2, p.849-855, 1993.

SPIRDUSO, W.W. Cardiovascular and pulmonary function. In:_____ **Physical dimensions of aging**. E.U.A.:Human Kinetics. 1995, p.95-121.

STRATTON, J.R.; LEVY, W.C.; CERQUEIRA, M.D.; SCHWARTZ, R.S.; ABRASS, I.B. Cardiovascular responses to exercise effects on aging and exercise training in healthy men. **Circulation**, v.89, p.1648-1665, 1994.

TALBOT, L.A.; METTER, E.J.; FLEG, J.L. Leisure-time physical activities and their relationship to cardiorespiratory fitness in healthy men and women 18-95 years old. **Med. Sci. Sports. Exerc.** v.32, n.2, p.417-425, 2000.

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**, v.93, p.1043-1065, 1996.

TIMO-IARIA, C. Sistemas Neurovegetativos. In: AIRES, M.M. **Fisiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. p.289 – 314.

TRAPPE, S.W.; COSTILL, D.L.; VUKOVICH, M.D.; JONES, J.; MELHAM, T. Aging among elite distance runners: a 22-yr longitudinal study. **J. Appl. Physiol.**, v.80, n. 1, p.285-290, 1996.

TSUJI, H.; LARSON, M.G.; VENDITTI, JR. 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**, v.94, p.2850–2855, 1996.

UENO, L.M.; HAMADA, T.; MORITANI, T. Cardiac autonomic nervous activities and cardiorespiratory fitness in older men. **Gerontol A. Biol. Sci. Med. Sci.**, v.57, n.9, p.605-610, 2002.

YANG, T.F.; CHAN, R.C.; KAO, C.L.; CHIU, J.W.; LIU, T.J.; KAO, N.T.; KUO, T.B. Power spectrum analysis of heart rate variability for cerebral palsy patients. **Am. J. Phys. Med. Rehabil.**, v.81, n.5, p.350-354, 2002.

VAITKEVICIUS, P.V.; FLEG, J.L.; ENGEL, J.H.; O'CONNOR, F.C.; WRIGHT, J.G.; LAKATTA, L.E.; YIN, F.C.; LAKATTA, E.G. Effects of age and aerobic capacity on arterial stiffness in healthy adults. **Circulation**, v.88, n.4Pt 1, p.1456-1462, 1993.

WASSERMAN, K.; HANSEN, J.E.; SUE, D.Y.; WHIPP, B.J.; CASABURI, R. **Principles of exercise testing and interpretation**. 2nd edn. Lea & Febiger, Philadelphia, 1994.

WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. **Physiology of Sport and Exercise**. United States: Human Kinetics, 1999. p.274-303.

APÊNDICES

9.1. APÊNDICE 1. Termo de consentimento

Consentimento formal para participação no projeto de pesquisa: “ESTUDO DA CAPACIDADE AERÓBIA FUNCIONAL, DA CAPACIDADE FUNCIONAL DO MÚSCULO CARDÍACO E DO CONTROLE AUTONÔMICO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE IDOSOS ATLETAS E ATIVOS”

Orientador: Prof. Dr. Luiz E. Barreto Martins

Pós-Graduando: Rafael Davini

Local do desenvolvimento do projeto: Laboratório de Fisiologia do Exercício da Faculdade de Educação Física da UNICAMP.

Eu, _____, _____ anos, RG n° _____, residente a rua (Av.) _____, telefone _____ voluntariamente concordo em participar do projeto de pesquisa acima mencionado, como será detalhado a seguir, sabendo que para a sua realização as despesas monetárias serão responsabilidades da instituição.

É de meu conhecimento que este projeto será desenvolvido em caráter de pesquisa científica tendo como objetivo verificar as adaptações do sistema nervoso autônomo e do sistema cardiovascular comparando indivíduos sedentários e atletas acima de 60 anos de idade.

Tenho pleno conhecimento da justificativa, objetivos, benefícios esperados e dos procedimentos a serem executados, bem como da possibilidade de receber esclarecimentos sempre que considerar necessário. Será mantido sigilo quanto à identificação de minha pessoa e zelo à minha privacidade, sei também que a partir da minha vontade tenho total liberdade para abandonar minha participação nesta pesquisa, sem sofrer nenhum tipo de imposição por parte dos pesquisadores responsáveis.

Estou ciente de que antes do início das avaliações funcionais serem realizadas no Laboratório de Fisiologia do Exercício, serei submetido a duas avaliações, uma de caráter físico e outra de caráter clínico. Estes procedimentos têm como objetivos a identificação de eventuais manifestações que contra indiquem a minha participação como voluntário neste projeto de pesquisa.

Estou ciente também que todos os procedimentos e testes são de caráter não invasivo (sem a utilização de drogas medicamentosas ou qualquer tipo de cirurgia invasiva).

Após o período de avaliação me submeterei à realização da coleta de dados através da eletrocardiografia dinâmica (Holter) de 24 horas.

Estou ciente de que para a minha participação neste projeto de pesquisa será necessária a dedicação de certa quantidade de horas e pontualidade com os horários firmados com o pesquisador de forma prévia.

Como benefícios receberei dos pesquisadores e médicos envolvidos uma avaliação cardiológica detalhada.

Ao mesmo tempo assumo o compromisso de retornar nos períodos de controle e seguir as recomendações estabelecidas pelo pesquisador. Também concordo que os dados obtidos ou quaisquer outras informações permaneçam como propriedade exclusiva do pesquisador. Dou pleno direito da utilização desses dados e informações para uso *em pesquisa e divulgação em periódicos científicos*.

Caro voluntário para qualquer esclarecimento ou reclamação à respeito dos pesquisadores envolvidos nesta pesquisa, entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas(0xx19) 3788-8936.

Campinas ____ de _____ 200__

Assinatura do voluntário _____;

Assinatura do pesquisador: _____;

9.2. APÊNDICE 2. Ficha de avaliação

LABORATÓRIO DE FISIOLOGIA DO EXERCÍCIO - FEF- UNICAMP

PROJETO: “ESTUDO DA CAPACIDADE AERÓBIA FUNCIONAL, DA CAPACIDADE FUNCIONAL DO MÚSCULO CARDÍACO E DO CONTROLE AUTONÔMICO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE IDOSOS ATLETAS E ATIVOS”

ORIENTADOR: Prof. Dr. Luiz E. Barreto Martins

PÓS- GRADUANDO: Rafael Davini

DATA: ____ / ____ / ____

1. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO:

Nome: _____ Sexo: ()M ()F

Nascimento: ____ / ____ / ____ Idade: ____ anos

Localidade: _____ - _____

Raça: () Branca () Negra () Amarela

Profissão: _____ Área: _____

Endereço: _____

Complemento: _____

Tel: _____

Estado civil: _____

Número de dependentes: _____

Horário disponível para participação nos experimentos: _____

1. EXAME FÍSICO:

Peso corporal: _____ Kg Altura: _____ cm

FC repouso: _____ bpm PAS: _____ mmHg PAD: _____ mmHg

3. HISTÓRICO DE DOENÇAS:

Infecções: _____

Cirurgias: _____

Doenças Cardiovasculares: _____

Diabetes Mellitus: _____

Lesões músculo-esqueléticas: _____

Outras doenças: _____

Com que frequência vai ao médico: _____

Faz uso de algum tipo de equipamento ? _____

Qual medicamento utiliza? _____

Dosagem: _____ Há quanto tempo?: _____

2. HISTÓRICO FAMILIAR:

Cardiopatias: _____

Diabetes mellitus: _____

Hipertensão arterial: _____

Acidente Vascular Cerebral: _____

Cirurgias: _____

Câncer: _____

Outros: _____

5. HÁBITOS DE VIDA:

5.1 -É fumante? Sim Não

Quantidade: _____ maço(s)/cigarros/dia

Há quanto tempo? _____ () ano(s)/ () mês(es)/ () dia(s)

Já fumou antes? Sim Não

Quantidade: _____ maço(s)/cigarros/dia Período: ___/___/___ até ___/___/___

5.2 -Possui hábitos de ingerir bebidas alcoólicas? Sim Não

Tipo: Destilados Fermentados Ambos

Quantidade: _____ litros/semana

Há quanto tempo? _____ () ano(s)/ () mês(es)/ () dia(s)

Frequência: 1 vez/semana 2 ou 3 vezes/semana todos os dias

5.3 -Faz algum tipo de dieta alimentar? () Sim () Não

Qual tipo? _____

Há quanto tempo? _____ () ano(s)/ () mês(es)/ () dia(s)

5.4 -Tem restrição se refeições ou de algum tipo de alimento?

() Sim () Não

Indique o número aproximado de ingestão semanal dos alimentos listados abaixo:

| | | |
|----------------------|-------------------|-----------------|
| Ovos: | Manteiga: | Leite: |
| Carnes gordurosas: | Carnes vermelhas: | Carnes brancas: |
| Café/ chá/chocolate: | Refrigerante: | Frutas: |
| Massas: | Verduras: | Legumes: |
| Açúcar: | Fritura: | Doces: |

5.5 -Qual o nível de atividade física?

- () Inatividade física
- () Atividade física leve
- () Atividade física moderada
- () Atividade física intensa
- () Atividade física muito intensa

5.6 - Com que frequência e duração costuma praticar exercícios físicos?

- () 1 vez por semana _____ min/hora(s)
- () 2 vezes por semana _____ min/hora(s)
- () 3 vezes por semana _____ min/hora(s)
- () mais de três vezes por semana _____ min/hora(s)
- () Todos os dias _____ min/hora(s)

5.7 -Qual (s) a(s) modalidade(s) de exercícios físicos costuma praticar?

5.8 -Pratica exercícios físicos sob orientação competente passando por avaliações e reavaliações de sua capacidade cardiovascular e pulmonar ?

Sim Não

5.9 -Controla a frequência cardíaca quando faz atividade física?

Sim Não

5.1.1 - Qual o valor máximo que atinge ? _____ bpm

5.1.2 - Convive com problemas de ordem pessoal ou profissional que julga abalar a sua qualidade de vida diária?

Sim Não

5.1.3 – hobbies: _____

6 – RESUMOS DE EXAMES REALIZADOS:

Sistema cardiovascular: _____

Sistema digestivo: _____

Sistema músculo-esquelético: _____

Sistema nervoso: _____

Outros: _____

CAMPINAS, _____ DE _____ DE 20 ____

Pós-Graduando: Rafael Davini

9.3. APÊNDICE 3 . Ficha de registros de atividades do HOLTER

INSTRUÇÕES AO VOLUNTÁRIO:

Você e sua colaboração são a parte mais importante de nossa pesquisa.

Este sistema estará gravando de forma contínua a atividade elétrica de seu coração enquanto você percorre sua rotina de vida diária. Desta forma, para tornar ainda melhor o nosso diagnóstico precisamos saber a que horas e o que você faz durante o dia (ATIVIDADES) e como se sente durante estas atividades (SINTOMA). Para isso, siga as instruções do seu pesquisador.

Você deve anotar nesta ficha as seguintes informações:

HORA DO DIA: Deve ser anotada com as atividades relatadas no diário

ATIVIDADE: Anote, principalmente, o horário de acordar, dormir e atividades como exercício extenuante, comer, ir ao banheiro, fumar, tomar remédios e alterações emocionais.

SINTOMA: Anote as eventuais sensações percebidas como dores, tonturas e respiração alterada.

MUITO IMPORTANTE: Não molhe o gravador em hipótese alguma e não se esqueça de trocar a bateria do aparelho de acordo com as orientações do pesquisador.

| <i>HORA</i> | <i>ATIVIDADE</i> | <i>SINTOMA</i> | <i>HORA</i> | <i>ATIVIDADE</i> | <i>SINTOMA</i> |
|-------------|------------------|----------------|-------------|------------------|----------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

APÊNDICE 4. Tabelas contendo os valores (médias dos trechos consecutivos) individuais e o resumo descritivo dos grupos para as variáveis estudadas no DT e DF na condição de vigília em repouso.

Tabela 3. Valores das variáveis obtidas no domínio do tempo e da frequência durante o período de vigília em repouso no grupo Atletas (n=9).

| | Média iRR (ms) | DPiRR (ms) | BFun(%) | AFun(%) | BF/AF |
|----------------|-----------------------|-------------------|----------------|----------------|--------------|
| JBN | 999,6 | 23,56 | 83 | 16 | 5,64 |
| APS | 1205,95 | 46,2 | 74 | 26 | 3,07 |
| JA | 1357,15 | 88,07 | 84 | 15 | 4,41 |
| FJM | 918,54 | 79,13 | 88 | 11 | 8,26 |
| SSS | 1276,34 | 71,46 | 67 | 33 | 2,16 |
| IA | 1088,12 | 61,85 | 85 | 14 | 6,86 |
| CMM | 1110,47 | 74,5 | 82 | 18 | 4,84 |
| EGP | 1310,16 | 47,24 | 70 | 30 | 2,67 |
| RL | NA | NA | 88 | 12 | 8,47 |
| média | 1158,29 | 61,50 | 80 | 19 | 5,15 |
| dp | 155,24 | 21,25 | 8 | 8 | 2,34 |
| min | 918,54 | 23,56 | 67 | 11 | 2,16 |
| 1 quart | 1065,99 | 46,98 | 74 | 14 | 3,07 |
| mediana | 1158,21 | 66,66 | 83 | 16 | 4,84 |
| 3 quart | 1284,80 | 75,66 | 85 | 26 | 6,86 |
| max | 1357,15 | 88,07 | 88 | 33 | 8,47 |

Média iRR: Média dos intervalos RR; **DPiRR:** desvio padrão dos intervalos RR normais; **BF:** faixa de baixa frequência; **AF:** faixa de alta frequência; **Total:** VFC total; **un:** unidades normalizadas; **BF/AF:** razão entre as faixas de baixa e alta frequência em unidades normalizadas.

Tabela 4. Valores das variáveis obtidas no domínio do tempo e da frequência durante o período de vigília em repouso na posição supina, no grupo Ativos (n=8)

| | Média iRR (ms) | DPiRR (ms) | BFun(%) | AFun(%) | BF/AF |
|----------------|-----------------------|-------------------|----------------|----------------|--------------|
| AJ | 994,49 | 37,51 | 81 | 19 | 4,60 |
| NS | 1280,43 | 64,16 | 67 | 34 | 2,05 |
| PB | 1021,1 | 129,57 | 71 | 30 | 2,63 |
| RS | 1023,67 | 39,41 | 76 | 23 | 3,41 |
| TT | 1120,81 | 44,9 | 86 | 13 | 7,63 |
| TN | 1086,65 | 51,74 | 83 | 17 | 5,22 |
| VRB | 1108,16 | 27,64 | 54 | 46 | 1,84 |
| ASM | 986,57 | 53,28 | 73 | 26 | 3,46 |
| média | 1077,74 | 56,03 | 74 | 26 | 3,86 |
| dp | 96,60 | 31,73 | 10 | 11 | 1,92 |
| min | 986,57 | 27,64 | 54 | 13 | 1,84 |
| 1 quart | 1014,45 | 38,94 | 70 | 19 | 2,485 |
| mediana | 1055,16 | 48,32 | 75 | 25 | 3,44 |
| 3 quart | 1111,32 | 56,00 | 82 | 31 | 4,76 |
| max | 1280,43 | 129,57 | 86 | 46 | 7,63 |

Média iRR: Média dos intervalos RR; **DPiRR:** desvio padrão dos intervalos RR normais; **BF:** faixa de baixa frequência; **AF:** faixa de alta frequência; **Total:** VFC total; **un:** unidades normalizadas; **BF/AF:** razão entre as faixas de baixa e alta frequência em unidades normalizadas.

Tabela 5. Valores das variáveis obtidas no domínio do tempo e da frequência durante o período de sono no grupo Atletas (n=9)

| | Média iRR (ms) | DPiRR (ms) | BFun(%) | AFun(%) | BF/AF |
|----------------|-----------------------|-------------------|----------------|----------------|--------------|
| JBN | 1120,8 | 35,42 | 71 | 27 | 4,60 |
| APS | 1143,15 | 29,58 | 80 | 19 | 2,05 |
| JA | 1340,41 | 116,78 | 74 | 25 | 2,63 |
| FJM | 1004,94 | 62,49 | 88 | 12 | 3,41 |
| SSS | 1301,88 | 77,23 | 64 | 36 | 7,63 |
| IA | 1278,55 | 100 | 76 | 23 | 5,22 |
| CMM | 1212,45 | 62,52 | 54 | 46 | 1,84 |
| EGP | 1209,84 | 45,2 | 79 | 20 | 3,46 |
| RL | 1071,75 | 22,94 | 89 | 10 | 9,9 |
| média | 1187,09 | 61,35 | 75 | 24 | 4,53 |
| dp | 111,25 | 32,09 | 11 | 11 | 2,70 |
| min | 1004,94 | 22,94 | 54 | 10 | 1,84 |
| 1 quart | 1120,8 | 35,42 | 71 | 19 | 2,63 |
| mediana | 1209,84 | 62,49 | 76 | 23 | 3,46 |
| 3 quart | 1278,55 | 77,23 | 80 | 27 | 5,22 |
| max | 1340,41 | 116,78 | 89 | 46 | 9,9 |

Média iRR: Média dos intervalos RR; **DPiRR:** desvio padrão dos intervalos RR normais; **BF:** faixa de baixa frequência; **AF:** faixa de alta frequência; **Total:** VFC total; un: unidades normalizadas; **BF/AF:** razão entre as faixas de baixa e alta frequência em unidades normalizadas.

Tabela 6. Valores das variáveis obtidas no domínio do tempo e da frequência durante o período de sono no grupo de Ativos (n=8)

| | Média iRR (ms) | DPiRR (ms) | BFun(%) | AFun(%) | BF/AF |
|----------------|-----------------------|-------------------|----------------|----------------|--------------|
| AJ | 1051,61 | 52,74 | 67 | 32 | 3,43 |
| NS | 1337,83 | 90,16 | 81 | 19 | 4,58 |
| PB | 1158,77 | 63,23 | 75 | 24 | 3,46 |
| RS | 1019,02 | 18,38 | 63 | 36 | 2,33 |
| TT | 1144,66 | 23,43 | 60 | 39 | 1,76 |
| TN | 1089,63 | 33,55 | 52 | 47 | 1,51 |
| VRB | 1067,06 | 27,68 | 40 | 59 | 0,97 |
| ASM | 1018,19 | 28,83 | 79 | 21 | 5,11 |
| média | 1110,85 | 42,25 | 65 | 35 | 2,89 |
| dp | 105,46 | 24,60 | 14 | 14 | 1,49 |
| min | 1018,19 | 18,38 | 40 | 19 | 0,97 |
| 1 quart | 1043,46 | 26,62 | 58 | 23 | 1,70 |
| mediana | 1078,35 | 31,19 | 65 | 34 | 2,88 |
| 3 quart | 1148,19 | 55,36 | 76 | 41 | 3,74 |
| max | 1337,83 | 90,16 | 81 | 59 | 5,11 |

Média iRR: Média dos intervalos RR; **DPiRR:** desvio padrão dos intervalos RR normais; **BF:** faixa de baixa frequência; **AF:** faixa de alta frequência; **Total:** VFC total; un: unidades normalizadas; **BF/AF:** razão entre as faixas de baixa e alta frequência em unidades normalizadas.

10. ANEXOS

10.1 ANEXO 1. Parecer do comitê de ética em pesquisa da FCM / UNICAMP para a realização do estudo.



UNICAMP

FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
 ☒ Caixa Postal 6111
 13083-970 Campinas, SP
 ☎ (0__19) 3788-8936
 fax (0__19) 3788-8925
 ✉ cep@head.fcm.unicamp.br

CEP, 16/04/02
(Grupo III)

PARECER PROJETO: N° 160/2002

I-IDENTIFICAÇÃO:

PROJETO: “ESTUDO DO CONTROLE AUTÔNOMICO DE FREQUÊNCIA CARDÍACA EM INDIVÍDUOS COM IDADE ACIMA DE SESSENTA ANOS”
 PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Rafael Davini
 INSTITUIÇÃO: Faculdade de Educação Física/UNICAMP
 APRESENTAÇÃO AO CEP: 21/03/2002

II - OBJETIVOS

Avaliar as condições funcionais dos componentes eferentes simpático e parassimpático do coração, que modulam a resposta da FC na vigília e no período de sono, em indivíduos acima de 60 anos atletas fundistas e ativos fisicamente.

III - SUMÁRIO

Trata-se de um estudo prospectivo, aberto, comparativo, cujo objetivo é estudar o controle autonômico da FC através da variabilidade da FC (VFC) nos domínios do tempo (DT) e da frequência (DF), durante o período de sono e estado de vigília em indivíduos com diferentes graus de condicionamento cardiorrespiratório. Participarão deste trabalho 20 indivíduos com idade superior a 60 anos, com as seguintes características relacionadas à prática do exercício físico: um grupo de atletas fundistas e outros de indivíduos ativos fisicamente. Será realizada a eletrocardiografia dinâmica de 24h através do Holter. Para a análise dos dados obtidos na eletrocardiografia dinâmica, selecionar-se-á um intervalo durante a vigília e dois durante o período de sono. Para a análise no DT, será utilizada a média dos intervalos RR e seu desvio padrão, e, no DF, os componentes espectrais de baixa (BF) e alta frequência (AF), obtidos através da Transformada Rápida de Fourier (FFT), e a razão BF/AF.

IV - COMENTÁRIOS DOS RELATORES

Trata-se de um estudo prospectivo, aberto em que se pretende avaliar as condições funcionais dos componentes eferentes simpático e parassimpático do coração, que modulam a resposta da FC na vigília e no período de sono, em indivíduos acima de 60 anos atletas fundistas e ativos fisicamente. O projeto encontra-se bem elaborado, com objetivos claros e metodologia pertinente. O embasamento na literatura é adequado. Não serão realizados testes que ponham em risco a integridade física dos sujeitos da pesquisa e não serão ministrados quaisquer tipos de medicamentos. Todos os testes a serem realizados são de caráter não invasivo e estão descritos detalhadamente na metodologia do projeto. Há um TCLE satisfatório.

O parecer É FAVORÁVEL à realização do presente projeto, sem pendências de natureza ética, recomendando a sua aprovação pelo CEP.

V - PARECER DO CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, após acatar os pareceres dos membros-relatores previamente designados para o presente caso e atendendo todos os dispositivos das Resoluções 196/96 e 251/97, bem como ter aprovado o Termo do Consentimento Livre e Esclarecido, assim como todos os anexos incluídos na Pesquisa, resolve aprovar sem restrições o Protocolo de Pesquisa supracitado.

VI - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).

Pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.1.z), exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade do regime oferecido a um dos grupos de pesquisa (Item V.3.).

O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4.). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projeto do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, Item III.2.e)

Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, de acordo com os prazos estabelecidos na Resolução CNS-MS 196/96.

Atenção: Projetos de Grupo I serão encaminhados à CONEP e só poderão ser iniciados após Parecer aprovatório desta.

VII - DATA DA REUNIÃO

Homologado na IV Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 16 de abril de 2002.


Prof. Dr. Sebastião Araújo
PRESIDENTE do COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FCM / UNICAMP