

**CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
CURSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

**INFLUÊNCIA DO EXERCÍCIO AERÓBIO DE DUAS INTENSIDADES NA
RESPOSTA CARDIOVASCULAR EM IDOSOS ATIVOS.**

CARLOS EDUARDO MEDEIROS DA SILVA

**João Pessoa/PB
2008**

CARLOS EDUARDO MEDEIROS DA SILVA

**INFLUÊNCIA DO EXERCÍCIO AERÓBIO DE DUAS INTENSIDADES NA
RESPOSTA CARDIOVASCULAR EM IDOSOS ATIVOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Educação Física
do Centro de Ciências da Saúde da
Universidade Federal da Paraíba como
requisito parcial para a obtenção do grau
de Licenciatura.

Prof. Dr. Amilton da Cruz Santos
Orientador

João Pessoa/PB
2008

CARLOS EDUARDO MEDEIROS DA SILVA

**INFLUÊNCIA DO EXERCÍCIO AERÓBIO DE DUAS INTENSIDADES NA
RESPOSTA CARDIOVASCULAR EM IDOSOS ATIVOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Educação
Física do Centro de Ciências da Saúde da
Universidade Federal da Paraíba como
requisito parcial para a obtenção do grau
de Licenciatura.

Aprovada em 28 de Agosto de 2008

BANCA EXAMINADORA:

Orientador - Prof. Dr. Amilton da Cruz Santos
(UFPB)

Membro – Prof. Ms. Cláudio Luiz Meireles
(UFPB)

Membro - Prof. Ms. Valter Azevedo Pereira
(UFPB)

**João Pessoa/PB
2008**

Ao meu filho, João Gabriel Barbosa da Silva, por ser incentivo de perseverança nos novos desafios e nos momentos mais difíceis da minha vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, todo poderoso, por sempre mostrar o caminho do bem e me amparar nas horas mais difíceis.

A minha esposa, Jucilene, por estar sempre me apoiando, dando força e confiança nesta jornada.

Ao meu filho, João Gabriel, por ser incentivo de perseverança nos novos desafios da minha vida.

Aos meus pais, Martim Bernardo e Maria de Lourdes, por sempre confiarem em mim, pela educação que me deram e pelo apoio nas horas mais difíceis da minha vida.

Aos meus irmãos, Paulo Roberto, Ana Teresa e Ana Flávia, por serem exemplos de amigos, são muitos especiais para mim.

Ao professor Dr. Amilton da Cruz Santos, por orientador a minha pesquisa, pelo seu incentivo, paciência, tempo disponibilizado e grande ajuda no auxílio das minhas dúvidas e dificuldades encontradas na produção desta pesquisa.

Aos meus amigos Douglas Porto Marques, Aline Freitas, Hênio Vieira, Ana Cristina, Neilson de Medeiros, Suênia Karla e Antonio Ricardo que contribuíram, direta e indiretamente, na execução deste trabalho.

Aos participantes desta pesquisa, que gentilmente aceitaram em colaborar com o desenvolvimento da mesma.

*Às vezes é bom acreditar na evolução e pensar que o
homem ainda não está concluído.*

John M. Henry

RESUMO

Observa-se hoje um aumento do número de pessoas acima de 60 anos de idade na população mundial. As doenças crônicas surgem com o envelhecimento e um dos principais fatores é a elevação dos níveis pressóricos. O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito de duas diferentes intensidades do exercício aeróbico na resposta cardiovascular em idosos ativos. A amostra foi constituída por cinco 5 indivíduos de ambos os sexos na faixa etária de 60 a 70 anos, que participavam de programas de exercício da praça de esportes da UFPB. Foram aferidas a pressão arterial e a frequência cardíaca no repouso e durante o exercício. Realizaram duas sessões de exercício aeróbico de 35 minutos cada a 30 e 50% da frequência cardíaca de reserva em dois dias diferentes, com medições feitas a cada 2 ½ minutos. O comportamento da frequência cardíaca (FC) aumentou de forma significativa quando comparado a condição de repouso com 30% (71 ± 8 vs. 95 ± 6 bpm, $P < 0,01$) e 50% (71 ± 8 vs. 106 ± 7 bpm, $P < 0,01$) da frequência cardíaca de reserva (FCR); a pressão arterial sistólica (PAS) aumentou de forma significativa quando comparado a condição de repouso com 30% (123 ± 10 vs. 148 ± 12 mmHg, $P < 0,01$) e 50% (123 ± 10 vs. 153 ± 8 mmHg, $P < 0,01$) da FCR; a pressão arterial diastólica (PAD) aumentou de forma significativa quando comparado a condição de repouso com 30% (73 ± 7 vs. 89 ± 6 mmHg, $P < 0,01$) e 50% (73 ± 7 vs. 92 ± 4 mmHg, $P < 0,01$) da FCR; o duplo produto (DP) aumentou de forma significativa quando comparado a condição de repouso com 30% (7695 ± 966 vs. 14230 ± 1026 mmHg.bpm, $P < 0,01$) e 50 % (7695 ± 966 vs. 15215 ± 2611 mmHg.bpm, $P < 0,01$) da FCR; e o consumo de oxigênio do miocárdio (mVO_2) aumentou de forma significativa quando comparado a condição de repouso com 30% ($4,5 \pm 1$ vs. $8,0 \pm 2$ mlO₂/100gVE/min, $P < 0,05$) e 50% ($8,0 \pm 3$ vs. $8,0 \pm 2$ mlO₂/100gVE/min, $P < 0,05$) da FCR. A pressão arterial média não houve diferença significativa quando comparada a condição de repouso com 30% (86 ± 2 vs. 79 ± 18 mmHg, $P = 0,34$) e 50% (86 ± 2 vs. 74 ± 11 mmHg, $P = 0,34$) da FCR e entre as duas intensidades (79 ± 18 vs. 74 ± 11 bpm, $P = 0,34$). Em comparação entre as duas intensidades observa-se que os valores da FC (95 ± 6 vs. 106 ± 7 bpm, $P = 0,07$), da PAS (148 ± 12 vs. 153 ± 8 mmHg, $P = 0,76$), da PAD (89 ± 6 vs. 92 ± 4 mmHg, $P = 0,79$), do DP (14230 ± 1026 vs. 15215 ± 2611 mmHg.bpm, $P = 0,67$); e do mVO_2 ($4,5 \pm 1$ vs. $8,0 \pm 3$ mlO₂/100gVE/min, $P = 0,11$) não foram estatisticamente diferentes. Conclui-se que o exercício aeróbico com intensidades de 30 e 50% da frequência cardíaca de reserva promove efeitos distintos na resposta cardiovascular no repouso e durante a sua realização em idosos ativos.

Palavras – chave: idoso, exercício aeróbico, frequência cardíaca, pressão arterial, duplo produto.

ABSTRACT

It is possible to observe nowadays an increasing of the number of people aged 60 years and older in the world population. Chronicle diseases come with the ageing and one of the main factors is the elevation of pressure levels. The aim of this study is to assess the effect of two different intensities in the aerobic exercise based on the cardiovascular answers in active old people. The sample was composed by five 5 participants from both sexes in the age between 60 and 70 years, who took part in programs of exercise at sport square in UFPB. Arterial pressure and heart frequency were measured during the rest and the exercise moments. The participants did two sessions of aerobic exercise of 35 minutes each with a heart rate between 30 and 50% in reserve in two different days, with measurement made in every 2 ^{1/2} minutes. The behavior of the heart rate (FC) increased in a significant way comparing to the rest condition with 30% (71 ± 8 vs. 95 ± 6 bpm, $P < 0.01$) and 50% (71 ± 8 vs. 106 ± 7 bpm, $P < 0.01$) of reserve cardiac frequency (FCR); systolic blood pressure (SBP) increased significantly compared to the condition of rest with 30% (123 ± 10 vs. 148 ± 12 mm Hg, $P < 0.01$) and 50% (123 ± 10 vs. 153 ± 8 mm Hg, $P < 0.01$) in VCF; diastolic blood pressure (DBP) increased significantly compared to the condition of rest with 30% (73 ± 7 vs. 89 ± 6 mm Hg, $P < 0.01$) and 50% (73 ± 7 vs. 92 ± 4 mmHg, $P < 0.01$) in VCF, the double product (PA) increased significantly compared to the condition of rest with 30% (7695 ± 966 vs. 14230 ± 1026 mmHg. BPM, $P < 0.01$) and 50% (7695 ± 966 vs. 15215 ± 2611 mmHg.bpm, $P < 0.01$) in VCF, and myocardial oxygen consumption (mVO₂) increased significantly when compared to the condition of rest with 30% (4.5 ± 1 vs. 8.0 ± 2 mlO₂/100gVE/min, $P < 0.05$) and 50% (8.0 ± 3 vs. 8.0 ± 2 mlO₂/100gVE / min, $P < 0.05$) in VCF. There was no significant difference in the average blood pressure when compared to the condition of rest with 30% (86 ± 2 vs. 79 ± 18 mm Hg, $P = 0.34$) and 50% (86 ± 2 vs. 74 ± 11 mm Hg, $P = 0.34$) of the VCF and between the two intensities (79 ± 18 vs. 74 ± 11 beats per minute, $P = 0.34$). In comparison, it is possible to verify that between the two intensities, the values of HR (95 ± 6 vs. 106 ± 7 bpm, $P = 0.07$), the PAS (148 ± 12 vs. 153 ± 8 mm Hg, $P = 0.76$), DBP (89 ± 6 vs. 92 ± 4 mmHg, $P = 0.79$), DP (14230 ± 1026 vs. 15215 ± 2611 mmHg.bpm, $P = 0.67$) and the mVO₂ (4.5 ± 1 vs. 8.0 ± 3 mlO₂/100gVE / min, $P = 0.11$) were not statistically different. We concluded that aerobic exercise with intensities of 30 and 50% of heart rate reserve promotes distinct effects on the cardiovascular response at home and during their implementation in the elderly active.

Words - Key: senior, aerobic exercise, heart rate, blood pressure, double product.

LISTA DE TABELAS

Página

TABELA 1 – Classificação da pressão arterial de pessoas acima de 18 anos de idade	21
TABELA 2 – Tabela dos valores de repouso e características da amostra	32

LISTA DE FIGURA

	Página
FIGURA 1 – Protocolo de Avaliação	30
FIGURA 2 – Comportamento da Frequência Cardíaca de repouso e durante o exercício aeróbio a 30% e 50% da frequência cardíaca de reserva em idosos ativos	34
FIGURA 3 – Comportamento das Pressões Arterial Sistólica, Diastólica e Média de repouso e durante o exercício aeróbio a 30% e 50% da frequência cardíaca de reserva em idosos ativos	36
FIGURA 4 – Comportamento do Duplo Produto de repouso e durante o exercício aeróbio a 30% e 50% da frequência cardíaca de reserva em idosos ativos	37
FIGURA 5 – Comportamento do Consumo de Oxigênio do Miocárdio de repouso e durante o exercício aeróbio a 30% e 50% da frequência cardíaca de reserva em idosos ativos	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 EXERCÍCIO FÍSICO AERÓBIO	14
2.2 FREQUÊNCIA CARDÍACA	17
2.3 PRESSÃO ARTERIAL	20
2.4 DUPLO PRODUTO	23
3 METODOLOGIA	26
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	26
3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA	27
3.2.1 Critérios de Inclusão	27
3.2.2 Critérios de Exclusão	28
3.3 INSTRUMENTOS DE MEDIDAS PARA COLETA DE DADOS E VARIÁVEIS SELECIONADAS	28
3.4 PROCEDIMENTO PARA COLETA DE DADOS	29
3.5 PLANO ANALÍTICO	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5 CONCLUSÃO	40
6 REFERÊNCIAS	42
7 ANEXOS	47

1 INTRODUÇÃO

Segundo Okuma (1998), o envelhecimento refere-se aos processos biológicos inerentes ao organismo e são inevitavelmente irreversíveis. Essas transformações sofrem influência do ambiente físico e social. No nosso entendimento o envelhecer não pode ser definido por uma simples questão cronologia, ele depende das condições físicas, funcionais, mentais e de saúde de cada indivíduo, ou seja, é um processo individual e diferenciado.

Nos dias de hoje observa-se que houve um aumento expressivo tanto em número absoluto como relativo, de pessoas com mais de 60 anos de idade. Dos cerca de 600 milhões de idosos vivendo hoje no mundo, aproximadamente 370 milhões estão vivendo em países em desenvolvimento, e as projeções para os próximos 20 anos apontam para uma população de mais de um bilhão de idosos, dos quais 70% (700 milhões) irão residir nos países pobres. Este fenômeno é conhecido como envelhecimento populacional (LITVOC & BRITO, 2004). O envelhecimento populacional é um acontecimento resultante de uma série de fatores. Entre esses fatores pode-se falar sobre dos avanços da ciência, que possibilitou o desenvolvimento de recursos que contribuíssem para o aumento da longevidade, favorecendo o controle das doenças que são mais acometidas nessa idade, além dos diagnósticos avançados que são mais precisos podendo diminuir a mortalidade.

Em decorrência do rápido processo de envelhecimento populacional, as doenças infecciosas agudas, que outrora eram as mais incidentes na população brasileira, estão sendo substituídas pelas doenças crônico-degenerativas

(hipertensão, doenças coronarianas, diabetes mellitus, osteoporose, entre outras), que acometem os indivíduos na idade adulta e os idosos (LITVOC & BRITO, 2004). A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que em 2020 três quartos de todas as mortes observadas nos países em desenvolvimento estarão relacionados ao processo de envelhecimento, como câncer, doenças do aparelho circulatório e diabetes.

Mesmo assim a doença cardíaca ainda será a principal causa de morte. No Brasil, cerca de 32,6% das causas de morte estarão associadas a comprometimentos cardiovasculares. Um dos principais fatores de risco é a elevação crônica da Pressão Arterial. Sabe-se que a redução dos níveis pressóricos é um fator importante para minimizar o risco de doença cardíaca e, o exercício físico regular contribui para a diminuição da Pressão Arterial e da Frequência Cardíaca em repouso.

Vários estudos têm se preocupado em analisar e esclarecer as principais adaptações provocadas pelos diferentes tipos de intensidades nos exercícios sobre o sistema cardiovascular. Júnior e Battistella (1994) acrescentam que existe uma carência de estudos de atividade física com idosos, devido à resistência à prática de atividade física regular e heterogeneidade de comportamentos características na população idosa.

Com a prática de exercícios físicos aeróbicos os efeitos no sistema cardiorrespiratório, a frequência cardíaca, a pressão arterial e o duplo produto tendem a diminuir, e por mais que a intensidade seja baixa para provocar respostas ao sistema cardiovascular, os ajustes cardiovasculares no início do exercício são rápidos. Durante o exercício físico prolongado com uma intensidade constante, há alterações na Frequência Cardíaca e Volume Sistólico.

A Frequência Cardíaca Máxima tende a sofrer uma redução com o envelhecimento, e isso está relacionado com a maior probabilidade da incidência das doenças cardiovasculares que são as principais causas de morte com esses

indivíduos (MAIOR, 2003). Em relação a este fato conclui-se que prescrições de treinamento baseado nas reservas de frequência cardíaca de repouso e frequência cardíaca máxima exibem limitações, podendo superestimar a capacidade funcional do indivíduo (NEGRÃO *et al.*, 1996).

Estudos prévios desenvolvidos por Forjaz *et al.* (1998) têm demonstrado que em indivíduos jovens quando submetidos a diferentes intensidades de exercício físico aeróbio apresentam respostas cardiovasculares aumentadas e distintas.

Diante das evidências apresentados anteriormente o presente estudo tem como objetivo geral, avaliar o efeito de duas diferentes intensidades do exercício aeróbio na resposta cardiovascular em idosos ativos. Seus objetivos específicos são:

- Avaliar a resposta da frequência cardíaca em idosos ativos no repouso e durante o exercício aeróbio com intensidade de 30% e 50% da Frequência Cardíaca de Reserva.
- Avaliar a resposta da pressão arterial sistólica, diastólica e média em idosos ativos no repouso e durante o exercício aeróbio com intensidade de 30% e 50% da Frequência Cardíaca de Reserva.
- Determinar o duplo produto em idosos ativos a partir da frequência cardíaca e da pressão arterial sistólica, no repouso e durante o exercício aeróbio com intensidade de 30% e 50% da frequência cardíaca de reserva.
- Determinar o consumo de oxigênio do miocárdio em idosos ativos a partir do duplo produto, no repouso e durante o exercício aeróbio com intensidade de 30% e 50% da frequência cardíaca de reserva.

Assim, a questão que cerne este estudo é: Será que diferentes intensidades de exercício aeróbio promovem efeitos distintos na resposta cardiovascular no

repouso e durante a sua realização em idosos ativos? A partir deste contexto, tornou-se possível a formulação das seguintes hipóteses:

H0: Não existem efeitos distintos na resposta cardiovascular em idosos ativos submetidos a duas intensidades de exercício aeróbio.

HE: Existem efeitos distintos na Frequência Cardíaca, Pressão Arterial e Duplo Produto em idosos ativos submetidos a duas intensidades de exercício aeróbio.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 EXERCÍCIO FÍSICO AERÓBIO

Segundo Brum *et al.* (2004), o exercício físico caracteriza-se pela quebra da homeostase do organismo, uma vez que implica no aumento das demandas energéticas, provocando uma série de respostas fisiológicas, causando adaptações agudas e crônicas ao sistema cardiovascular.

O exercício aeróbio se caracteriza por ser de baixa intensidade, e, por conseguinte pode ser mantido por um longo período de tempo, dependendo do nível do treinamento de cada indivíduo. Com a prática de exercícios físicos aeróbicos os efeitos no sistema cardiorrespiratório, a frequência cardíaca, a pressão arterial e o duplo produto tendem a diminuir isto porque adaptações como à redução da resistência periférica vascular também é observada (ROBERGS & ROBERTS, 2002). Na inatividade física esses efeitos fisiológicos tendem a ocorrer de forma oposta.

As principais funções cardiorrespiratórias durante o exercício são: entregar oxigênio aos músculos ativos numa proporção semelhante a sua utilização no metabolismo aeróbio; remover o dióxido de carbono e outros produtos finais do metabolismo à medida que são produzidos nos músculos ativos; facilitar a dissipação do calor produzido pelo metabolismo para o ambiente pelo aumento do fluxo sanguíneo na pele e; sustentar uma resposta fisiológica própria e integrada ao

exercício pelo transporte de substâncias reguladoras com os hormônios dos seus locais de produção até o tecido alvo (DURSTINE e PATE *apud* ACSM, 1994).

No exercício aeróbio por mais que a intensidade seja baixa para provocar respostas ao sistema cardiovascular, os ajustes cardiovasculares no início do exercício são rápidos, pois há um aumento do débito cardíaco para garantir que o fluxo sanguíneo dos músculos seja adequado à demanda metabólica após o início da contração muscular. Durante o exercício físico prolongado com uma intensidade constante, há alterações na frequência cardíaca e volume sistólico.

Segundo Junior e Battistella (1994) a resistência aeróbia é denominada pelo esforço que o indivíduo realiza em condições de equilíbrio de oxigênio, intensidade moderada ou baixa e tempo prolongado. Verifica-se que com o decorrer dos anos e na ausência de exercitação, na resistência aeróbia que existe um decréscimo de cerca de 8% por década nos homens e 10% por década nas mulheres, sendo esta diminuição mais acentuada a partir dos 70/75 anos de idade (SILVA, 2000).

Os efeitos fisiológicos do exercício físico podem ser classificados em agudos e crônicos. Os efeitos agudos, denominados respostas, são os que acontecem em associação direta com a sessão de exercício. Os efeitos agudos classificam-se em: imediatos, que ocorrem nos períodos peri e pós-imediato do exercício físico, como elevação da frequência cardíaca, da ventilação pulmonar e sudorese; e tardios, acontecem ao longo das primeiras 24 ou 48 horas (às vezes, até 72 horas) que se seguem a uma sessão de exercício e podem ser identificados na discreta redução dos níveis tensionais, especialmente nos hipertensos.

Os efeitos crônicos, também denominados adaptações, resultam da exposição freqüente e regular às sessões de exercícios e representam aspectos morfofuncionais que diferenciam um indivíduo fisicamente treinado de outro sedentário, tendo como exemplos típicos a bradicardia relativa de repouso, a hipertrofia muscular, a hipertrofia ventricular esquerda fisiológica e o aumento do consumo máximo de oxigênio (MONTEIRO e FILHO, 2004)

Entre as respostas cardiovasculares ao exercício agudo estão: o Débito Cardíaco, que se eleva no começo do exercício intenso e constante até manter um nível estável; a Frequência Cardíaca, que aumenta em proporção direta com a intensidade; o Volume Sistólico, não aumenta linearmente com a carga e o consumo de oxigênio; a Resistência Periférica Total diminui durante o exercício; a Pressão Arterial Média permanece estável; Pressão Arterial Sistólica aumenta em proporção direta à intensidade do exercício; a Pressão Arterial Diastólica causa pequena ou nenhuma alteração em exercícios dinâmicos e de baixa intensidade; e a Diferença Arteriovenosa de Oxigênio, aumenta linearmente com a carga de trabalho até valores máximos de aproximadamente 16ml de oxigênio por 100ml de sangue (DURSTINE e PATE *apud* ACSM, 1994).

A prescrição de exercícios para idosos merece atenção diferenciada, pois diversos fatores contribuem para a diminuição do $\text{VO}_2\text{máx}$ nos idosos, sendo que o mais importante é o declínio gradual do débito cardíaco, principalmente em função de uma queda progressiva e irreversível da frequência cardíaca máxima (FARINATTI, 2000).

2.2 FREQUÊNCIA CARDÍACA

De acordo com Blair *et al.* (1994) a Frequência Cardíaca é o número de contrações (batimentos) do coração por unidade de tempo, expresso em batimentos por minuto, podendo está entre 70 a 90 bpm em média nas pessoas normais sem doenças degenerativas.

A frequência cardíaca destaca-se como parâmetro que fornece informações cardiovasculares e reflete a quantidade de esforço que o coração deve realizar para satisfazer as demandas energéticas aumentada durante a atividade. Aditivamente Fox e Mathews (1996), afirmam que o método de medida da frequência cardíaca é o método mais fácil para se determinar a intensidade do exercício, e de mais informativos indicadores cardiovasculares (VIANA, 2004). Definiu-se que a importância da resposta da frequência cardíaca à determinada carga de exercício pode ser utilizada como parâmetro da sobrecarga que esta sendo aplicada ao corpo em geral e, especificamente, ao sistema cardiorrespiratório.

Em situação de repouso, a atividade parassimpática é dominante sobre a atividade simpática. Durante o exercício esta situação inverte-se, fato que se traduz num incremento da frequência cardíaca acima dos valores de repouso (VIANA, 2004). Segundo Kalil (2002) a frequência cardíaca de repouso resulta da atuação do sistema nervoso autônomo sobre a frequência espontânea de disparo do nó sinoatrial, a frequência cardíaca intrínseca. De fato e como respostas ao início de qualquer exercício são desencadeados mecanismos de regulação, inicialmente neurais e posteriormente também hormonais que conduzem a uma elevação dos valores da frequência cardíaca. Sendo esta, processada em função das características específicas do esforço considerado e como consequência de uma inibição do tônus do nervo vago, seguida de uma descarga simpática. (ÅSTRAND e RODAHL, 1980; SOARES, 1987; VILAS-BOAS, 1991).

Na influência autonômica do idoso, o tônus parassimpático para o coração tende a reduzir a estimulação dos nervos vagos provocada pela redução da frequência cardíaca, enquanto a estimulação simpática, ao contrário, induz ao seu aumento (KALIL, 2002). A atividade simpática tem maior participação no aumento da atividade cardíaca durante o exercício quando comparada com a atividade parassimpática, podendo bombear por alguns minutos pelo menos o dobro do volume de sangue que bombeia em condições normais (GUYTON, 1997). Através dos seus componentes simpáticos e parassimpáticos o sistema nervoso autônomo desempenha um importante papel nos ajustes dos sistemas cardiovascular, a ativação e a desativação desses reflexos autonômicos determinam ajustes do débito cardíaco e da resistência vascular periférica, contribuindo para estabilização e manutenção da pressão arterial sistêmica (GALLO et al, 1995; FREITAS, 2000; IRIGOYEN et al, 2003).

Segundo Hoffman (2002) a resposta da frequência cardíaca é diretamente proporcional à intensidade do exercício. De fato, a elevação dos valores da frequência cardíaca com a intensidade do exercício está em estreita relação com o dispêndio energético requerido pelo esforço, constituindo-se, fundamentalmente, como o principal indicador responsável pela elevação do débito cardíaco, um dos fatores determinantes da elevação da irrigação sanguínea da célula muscular (VILAS-BOAS, 1991). Deste modo, uma elevação da frequência cardíaca durante o exercício, rapidamente se traduz num incremento do fluxo sanguíneo e do transporte de oxigênio. O débito cardíaco é definido pelo produto da frequência cardíaca pelo volume sistólico e aumenta de forma relativamente linear em função do consumo de oxigênio ao longo de um exercício de carga progressiva (POWERS e HOWLEY, 2004).

A frequência cardíaca de repouso tende a aumentar conforme a ascensão da idade e em proporção direta a da intensidade dos exercícios impostos, sendo que não se atinge frequências cardíacas máximas (maior valor da frequência cardíaca que se pode atingir num esforço máximo até o ponto de exaustão) durante o esforço, comparadas com indivíduos mais jovens (MAIOR 2003). A frequência cardíaca máxima tende a sofrer uma redução com o envelhecimento, e isso está relacionado com a maior probabilidade da incidência das doenças cardiovasculares que são as principais causas de morte com esses indivíduos (MAIOR, 2003). A principal causa dessa diminuição é a rigidez aumentada das paredes ventriculares e lentidão do enchimento ventricular (SHEPHARD *apud* ACSM, 1994).

Os atletas e os praticantes de exercícios aeróbios tendem sempre a ter um menor batimento do que os não atletas e aqueles que não praticam atividade física, pois segundo Tubino (1993), estes “submetidos ao treinamento, a frequência cardíaca de repouso vai diminuindo à medida que evolui a aquisição da forma física”, podendo ser diminuída até valores da ordem de 60 bpm a 50 bpm através de treinamentos físicos principalmente aeróbios (PINI, 1993). Entretanto, nas populações idosas o efeito do treinamento físico sobre a frequência cardíaca pode diferir do observado em populações mais jovens (KALIL, 2002).

A frequência cardíaca em repouso pode variar de pessoa para pessoa, segundo Leite (1993) ela pode ser da ordem de 40 batimentos por minutos em atletas de resistência, e valores próximos a 100 bpm em pessoas sedentárias. A frequência cardíaca em repouso pode ser alterada de diversas formas, o estado emocional, o tabagismo, e fatores ambientais como frio e o calor são exemplos de situações que modificam a frequência cardíaca em repouso.

ALONSO et al, (1998) comentam que o comportamento da frequência cardíaca, durante o exercício, depende em grande parte da demanda metabólica na

musculatura ativa. Em relação a este fato conclui-se que prescrições de treinamento baseado nas reservas de frequência cardíaca e frequência cardíaca máxima exibem limitações, podendo superestimar a capacidade funcional do indivíduo (NEGRÃO et al., 1996).

A capacidade de aumentar a frequência cardíaca durante esforços intensos diminui de cinco a dez batimentos a cada 10 anos. É observada uma limitação progressiva da capacidade de trabalho físico decorrente do avanço da idade. O comportamento cardiorrespiratório do idoso tem sido extensivamente estudado. Nos dias atuais, várias são as terapêuticas utilizadas para diminuir os eventuais prejuízos ao sistema cardiovascular em decorrência do próprio envelhecimento, dentre elas: alimentação saudável, terapias medicamentosas e o exercício físico.

2.3 PRESSÃO ARTERIAL

Costill e Willmore *apud* Maior (2003) definem que pressão arterial é a pressão exercida pelo sangue nas paredes dos vasos sanguíneos, sendo determinada pela quantidade de sangue bombeado (POWERS & HOWLEY, 2004) em função da sístole dos ventrículos e da resistência vascular oposta ao fluxo sanguíneo (PINI, 1983).

Segundo Viana (2002), a pressão arterial é dividida em duas fases, a primeira é a pressão arterial sistólica, que ocorre quando o sangue é ejetado para dentro das artérias durante a sístole ventricular pela contração do ventrículo esquerdo, ponto máximo de expulsão do sangue pelo ventrículo (MAIOR, 2003). Em indivíduos

sadios, durante o repouso, tende a manter-se em aproximadamente 120 mmHg. O outro momento é representado pela pressão arterial diastólica, que ocorre quando o sangue sai das artérias durante a diástole ventricular pela fase de relaxamento dos ventrículos, ponto de fechamento da válvula aórtica (MAIOR, 2003). Em indivíduos sadios, durante o repouso, tende a manter-se em aproximadamente 70 a 80 mmHg. De acordo com Blair *et al.* (1994), a pressão arterial sistólica aumenta com o exercício, já a pressão arterial diastólica, normalmente não sofre alteração por ação de exercícios dinâmicos de baixa intensidade. Em relação às novas classificações da pressão arterial, a IV Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial 2002, demonstra os seguintes estágios na tabela 1.

Tabela 1 – Classificação da pressão arterial de pessoas acima de 18 anos de idade

Classificação da pressão arterial (>18 anos)		
Categoria	Sistólica (mmHg)	Diastólica (mmHg)
Ótima	< 120	< 80
Normal	< 130	< 85
Normal – Alta	130-139	85-89
Hipertensão Arterial		
Estágio Leve 1	140-159	90-99
Estágio Moderado 2	160-179	100-109
Estágio Grave 3	> 180	> 110
Sistólica Isolada	> 140	< 90

De acordo Fox, Bowers e Foss (1991), “a *Pressão Arterial Média* é a *média das pressões sistêmicas sistólicas e diastólicas durante um ciclo cardíaco completo (sístole e diástole)*”. A pressão arterial média é o resultado da pressão arterial diastólica mais um terço da diferença das pressões arterial sistólica e diastólica. Trata-se de uma das pressões circulatórias mais importantes, pois determina a velocidade do fluxo sanguíneo através do circuito sistêmico. O nível da pressão arterial média durante o exercício, com o aumento da carga, permanece estável. (DURSTINE e PATE *apud* ACSM, 1994).

Fox, Bowers e Foss (1991), afirmam ainda que durante o exercício, “a *Pressão Arterial aumenta como resultado do aumento concomitante no débito cardíaco ou, mais especificamente, dos aumentos no volume de ejeção e na frequência cardíaca gerados por influências nervosas e hormonais*”. Sob o repouso uma elevação ou diminuição da pressão arterial produz alterações na frequência cardíaca, no volume de ejeção e na resistência ao fluxo sanguíneo, onde toda esta regulação é medida pelos barorreceptores carotídeos (FOX, BOWERS e FOSS, 1991).

De acordo com o avanço da idade, as alterações cardiovasculares são inevitáveis, em que a aorta e as grandes artérias apresentam paredes muito elásticas que se distendem com a sístole e impulsionam o sangue para as artérias, artériolos, capilares e veias, fenômeno que se dá durante a sístole ventricular e continua durante a diástole ventricular (MAIOR, 2003). Isto representa na prática, um segundo impulso de grande importância até os 50 anos de idade, quando então a aorta e as grandes artérias vão perdendo a sua elasticidade e aumentam a rigidez pela infiltração do colágeno (LUNA, 2002; FLEG, 1986). Essa elasticidade dos vasos mantém a pressão sistólica em níveis normais, e a perda dessa capacidade contribui para a elevação dos níveis pressóricos na idade mais avançada (MAIOR, 2003).

Este fenômeno tornou-se mais importante quando recentes estudos mostraram que a rigidez desses vasos condiciona o aumento da pressão arterial sistólica, enquanto a pressão arterial diastólica tende a ficar normal ou até baixar devido à redução da complacência dos vasos de grande capacitância (FRANKLISS, 1999; FERRIER, 2001).

2.4 DUPLO PRODUTO

O aumento da frequência cardíaca e da pressão arterial sistólica que ocorre durante o exercício resulta de um aumento da carga de trabalho imposta ao coração. Essa demanda imposta ao coração pode ser estimada examinando o *Duplo Produto*, que é calculado multiplicando-se a frequência cardíaca pela pressão arterial sistólica. A monitoração da frequência cardíaca de forma isolada durante a atividade física não garante um nível significativo de segurança. Já a observação conjunta da frequência cardíaca e da pressão arterial sistólica, por meio do cálculo do Duplo Produto, pode ser utilizada como um parâmetro seguro para a prescrição e o acompanhamento da prática de exercícios físicos por diversas populações, inclusive idosos (MIRANDA et al., 2006; POLITO e FARINATTI, 2003).

Segundo Farinatti e Assis (2000), o duplo produto tem uma forte correlação com o consumo ou captação de oxigênio do miocárdio (mVO₂) e o fluxo sanguíneo pelo miocárdio durante o repouso ou esforço físico, MCARDLE (1998). O fluxo sanguíneo do miocárdio é ajustado de forma a equilibrar o suprimento com a demanda de oxigênio. A frequência cardíaca e pressão arterial sistólica mais baixas diante da carga de trabalho submáximo a máximo, indicam um melhor fluxo sanguíneo pelo miocárdio, conseqüentemente, uma melhora da eficiência do sistema cardiorrespiratório, refletindo adaptações do duplo produto reduzidas em repouso, e fazendo com que o coração sofra menos em exercícios máximos e submáximos (MAIOR, 2003). Essa variável é medida em unidade de mmHg/bpm.

Pesquisas feitas para avaliar as alterações do duplo produto durante o exercício máximo observaram um aumento em 500% em relação à carga de trabalho em repouso (POWERS E HOWLEY, 2004). Com o exercício, o consumo de oxigênio pelo coração pode aumentar 200 a 300%. Fatores que contribuem para isso poderiam incluir o comprimento inicial da fibra do músculo ou volume diastólico, a pressão sanguínea, a velocidade de contração e provavelmente outros ainda não

completamente compreendidos, como a captação de usar o metabolismo anaeróbico em alguns casos (ELLESTAD, 1984).

De acordo com Powers e Howley (2004), essa medida pode ser utilizada como orientação na prescrição de exercícios para pacientes com obstrução coronária. Pois durante um teste um paciente apresente dor torácica (*angina pectoris*) numa determinada intensidade de exercício em razão de uma isquemia miocárdica num certo duplo produto (por exemplo, 30.000 mmHg.bpm), será recomendado que o paciente realize exercícios que resultem num duplo produto menor do que ocorra a isquemia miocárdica (<30.000 mmHg.bpm).

O duplo produto tem alta correlação ($r^2 = 0,88$) com o consumo de oxigênio do miocárdio (POLITO e FARINATTI, 2003; MIRANDA *et al.*, 2006; FORNITANO & GODOY, 2006), e Hellerstein e Wenger *apud* Martins (1978) apresentam uma função matemática ($mVO_2 = (DP \times 0,0014) - 6,3$) para conversão do duplo produto em consumo de oxigênio do miocárdio, sem o recurso de procedimentos cirúrgicos invasivos e viáveis em situações de campo (Consenso Nacional de Ergometria, 1995), permitindo a estimativa do esforço cardíaco e maior precisão na prescrição e acompanhamento do exercício. Os resultados são obtidos em mlO₂/100gVE/min.

O duplo produto tende a aumentar durante as atividades físicas, mas seu comportamento depende do tipo de exercício, a intensidade, a duração e as condições ambientais nas quais a intervenção foi realizada (POLITO & FARINATTI, 2003; MARTINS *et al* 2008). Um duplo produto elevado durante um exercício significa aumento da frequência cardíaca, do volume sistólica, do débito cardíaco e em alguns casos, na resistência sistêmica (LEITE e FARINATTI, 2003).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa se enquadra na abordagem do tipo quantitativa, pois tem o intuito de “*quantificar dados na forma de coleta [...] assim como emprego de recursos e técnicas estatísticas*”. (OLIVEIRA, 2001).

Caracteriza-se como uma pesquisa descritiva, pois segundo Gil (1991), as pesquisas desse tipo *“têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis”*.

Caracteriza-se como pesquisa experimental, pois de acordo com Gil (1991), essa pesquisa *“determina o objeto de estudo, seleciona-se as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, define-se as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto”*.

Apresenta-se como sendo de campo, já que, segundo Oliveira (2001), *“consiste na observação de fatos tal como ocorrem espontaneamente na coleta de dados e no registro de variáveis para posterior análise”*.

Caracteriza-se ainda, como transversal uma vez que Campos (2000), afirma que o estudo transversal *“é aquele no qual se estuda a mesma variável em grupos que estão em momentos diferentes”*.

3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A população foi recrutada entre os usuários dos programas de extensão da praça de esporte do Departamento de Educação Física da Universidade Federal Paraíba.

A amostra foi constituída por 5 idosos ativos saudáveis, através da anamnese, exame físico e exame complementar (ergometria), desde que os

indivíduos estivessem dentro dos critérios de inclusão e fora dos critérios de exclusão que estão apresentados abaixo:

3.2.1 Critérios de Inclusão

- Ambos os sexos, na faixa etária de 60 – 75 anos;
- Serem ativos (realizar atividade física regular*)
- Apresentarem Índice de massa corporal entre 18 e 25Kg/cm²;

3.2.2 Critérios de Exclusão

- Idade inferior a 60 e superior a 75 anos;
- Não realizar atividade física regular
- Ser atleta;
- Ter alguma doença cardiovascular;
- Possuir doença pulmonar obstrutiva ou restritiva crônica;
- Ter Hipo/hipernatremia;

* O termo atividade física regular refere-se à prática de atividade física de pelo menos três vezes por semana.

- Ter diabetes mellito ou outras neuropatias autonômicas periféricas;
- Ter Dislipidemia;
- Ter Hiper/hipotireoidismo;

3.3 INSTRUMENTOS DE MEDIDAS PARA COLETA DE DADOS E VARIÁVEIS SELECIONADAS

A pressão arterial foi mensurada através do método indireto com o auxílio do monitor de pressão arterial digital da marca REOPRO[®] (Abciximab).

A frequência cardíaca foi mensurada através de um freqüencímetro da marca Polar e modelo S120.

O exercício aeróbio foi realizado em um Cicloergômetro da marca ERGO 167 CYCLE, que é um equipamento com frenagem elétrica e um dínamo que gera uma determinada potência elétrica.

3.4 PROCEDIMENTO PARA COLETA DE DADOS

Inicialmente, o projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal da Paraíba. O projeto de pesquisa foi aprovado por unanimidade na 89ª Reunião Ordinária, realizada no dia 31/10/07 com Protocolo nº. 1346/07. Todos os pacientes foram informados da natureza do estudo e após lerem e concordarem em realizá-lo, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO I).

Os indivíduos idosos chegaram ao laboratório, 30 minutos antes do início do protocolo de avaliação (figura 1). Antes de ser iniciada a instrumentação para execução do experimento, os mesmos esvaziaram a bexiga e, em seguida, se posicionaram em decúbito dorsal, sob a maca.

Instrumentou-se o indivíduo com o freqüencímetro e o monitor de pressão arterial digital para mensuração da Frequência Cardíaca de repouso (FC_{rep}) e da pressão arterial, respectivamente. Através da frequência cardíaca de repouso, determinou-se a Frequência Cardíaca máxima ($FC_{máx}$) pela seguinte fórmula: $FC_{máx} = 205,8 - (0,685 \times \text{idade})$, (INBAR apud ROBERT, ROBERGS e LANDWEHR), e conjuntamente com a intensidade (%) adotada no dia do exercício, foi determinada a Frequência Cardíaca de Trabalho (FCT) pela fórmula desenvolvida por Karvonen (1957): $FCT = FC_{rep} + \%(FC_{máx} - FC_{rep})$.

Utilizando-se da Frequência Cardíaca de repouso (FC_r), da Frequência Cardíaca máxima ($FC_{máx}$) e da intensidade (%) adotada no dia do exercício, foi determinada a Frequência Cardíaca de Trabalho (FCT): $FCT = FC_r + \%(FC_{máx} - FC_r)$.

Durante 15 minutos de repouso foi registrada a frequência cardíaca e a pressão arterial sistólica e diastólica a cada 2 ½ minutos com os indivíduos em decúbito dorsal sobre a maca.

Em seguida, os indivíduos idosos realizaram o exercício na bicicleta ergométrica durante 35 minutos com intensidade de 30% ou 50% da frequência cardíaca de reserva, pré-determinada pelo teste ergométrico previamente realizado. Foi registrada a aferição da frequência cardíaca e pressão arterial sistólica e diastólica a cada 2 ½ minutos durante o protocolo de bicicleta ergométrica. O protocolo de bicicleta ergométrica foi realizado em dois dias diferentes com intervalo

de cinco dias entre cada um, ou seja, no primeiro dia foi realizado com 30% da frequência cardíaca de reserva e o segundo dia com 50% da frequência cardíaca de reserva.

Após realização do exercício na bicicleta ergométrica, os idosos foram posicionados em decúbito dorsal, sob a maca e foram registrados os valores de recuperação da frequência cardíaca e pressão arterial sistólica e diastólica a cada 2 ½ minutos durante 15 minutos.

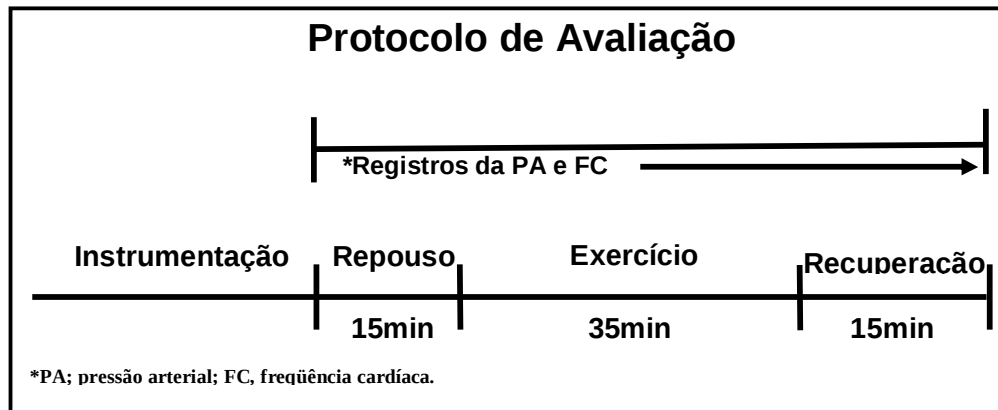


Figura 1 – Protocolo de Avaliação

3.5 PLANO ANALÍTICO

Conforme os valores apresentados a partir dos dados coletados nesta pesquisa, foram empregados instrumentos da informática (planilha eletrônica do Software Microsoft Excel 2003 e o pacote estatístico Statistical Package for the Social Science – SPSS-10.0), para listagem de todos os resultados e formulação do banco de dados. Esta fase transcorreu concomitantemente e após a coleta dos dados.

Foram utilizados os procedimentos da estatística descritiva. Para comparação dos grupos, foi utilizado o teste “t” de Student para amostras independentes. Os dados foram apresentados com média $\pm$ erro padrão da média, sendo adotado um nível de significância de $p < 0,05$. As diferenças das respostas de frequência cardíaca, pressão arterial, duplo produto e consumo de oxigênio do miocárdio nos indivíduos idosos foram testados por análise de variância de um fator. Em caso de diferença significativa, serão realizadas comparações *Post-hoc de Scheffè* para localizar a diferença entre células.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 2 apresenta os valores de repouso e as características da amostra estudada com média, desvio-padrão, mínimos e máximos. A frequência cardíaca (FC), a pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) de repouso mostrou que todos os indivíduos são normotensos segundo SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2005, além de não haver variações significativas entre os sujeitos. Os valores calculados da pressão arterial média (PAM), duplo produto (DP) e

consumo de oxigênio do miocárdio (mVO₂) também se mostraram dentro da normalidade para idade e sexo.

Tabela 2 - Tabela dos valores de repouso e características da amostra (N=5)

	Média	Desvio Padrão	Mínima	Máxima
Idade (anos)	66 ± 1	3	62	70
Estatura (cm)	156 ± 0	0	143	165
Peso (Kg)	56 ± 2	5	53	73
IMC (Kg/m²)	23 ± 1	2	21	26
FC (bpm)	69 ± 3	7	60	78
PAS (mmHg)	124 ± 5	11	106	136
PAD (mmHg)	73 ± 3	8	64	85
PAM (mmHg)	90 ± 3	7	84	102
DP (mmHg.bpm)	8517 ± 373	913	7740	10064
mVO₂ (mlO₂/100g/VE/min)	6 ± 1	1	5	8

N: numero de indivíduos estudados; IMC: Índice de Massa Corporal; Kg: FC – Frequência Cardíaca; bpm: batimentos por minuto; PAS: Pressão Arterial Sistólica; mmHg: milímetros de mercúrio; PAD: Pressão Arterial Diastólica; PAM: Pressão Arterial Média; DP: Duplo Produto; Valores são média ± erro padrão, desvio-padrão, mínima e máxima.

A figura 2 apresenta os valores da Frequência Cardíaca no repouso e durante o exercício aeróbio a 30% e 50% da Frequência Cardíaca de Reserva nos idosos ativos. Podemos observar que a intensidade do exercício aumentou de forma significativa à frequência cardíaca quando comparado à condição de repouso com 30% (71 ± 8 vs. 95 ± 6 bpm, $P<0,01$) e 50% (71 ± 8 vs. 106 ± 7 bpm, $P<0,01$) da frequência cardíaca de reserva. Durante o exercício a atividade simpática é dominante sobre a atividade parassimpática traduzindo num incremento da frequência cardíaca acima dos valores de repouso (VIANA, 2004). Corroborando com a resposta que a frequência cardíaca ser diretamente proporcional à intensidade do exercício (HOFFMAN, 2002), este aumento na frequência cardíaca durante o exercício reflete sobre o esforço que o coração deve realizar para satisfazer as demandas energéticas aumentada durante a atividade, e parâmetro da

sobrecarga que esta sendo aplicada ao corpo em geral e, especificamente, ao sistema cardiorrespiratório (FOX e MATHEWS, 1996).

Em comparação entre as duas intensidades observa-se que os valores não foram estatisticamente diferentes (95 ± 6 vs. 106 ± 7 bpm, $P=0,07$). Isso mostra que o comportamento da frequência cardíaca durante o exercício não há diferença significativa entre as intensidades de 30% e 50% da frequência cardíaca de reserva, pois segundo o I Consenso Nacional de Reabilitação Cardiovascular essas intensidades estão em uma mesma faixa de classificação, intensidades baixa.

De fato, a elevação dos valores da frequência cardíaca com a intensidade do exercício está em estreita relação com o dispêndio energético requerido pelo esforço, constituindo-se, fundamentalmente, como o principal indicador responsável pela elevação do débito cardíaco, um dos fatores determinantes da elevação da irrigação sanguínea da célula muscular (VILAS-BOAS, 1991).

Tendo como preocupação em descrever o comportamento da frequência cardíaca durante o exercício aeróbio a 30% e 50% da frequência cardíaca de reserva com indivíduos idosos ativos, diversos estudos já existentes na literatura confirmam com os dados apresentados no presente estudo.

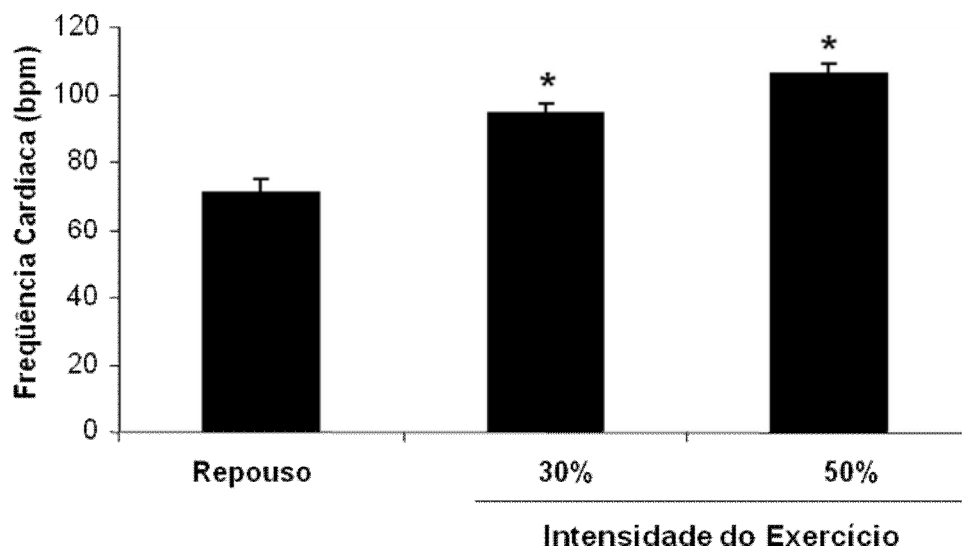


Figura 2 - Comportamento da Frequência Cardíaca de repouso e durante o exercício aeróbio a 30% e 50% da frequência cardíaca de reserva em idosos ativos. (*) diferença significativa em relação ao repouso, $P<0,05$.

A figura 3 apresenta os valores da Pressão Arterial no repouso e durante o exercício aeróbio a 30% e 50% da Frequência Cardíaca de Reserva nos idosos ativos. Podemos observar que a intensidade do exercício aumentou de forma significativa a Pressão Arterial Sistólica quando comparado a condição de repouso com 30% (123 ± 10 vs. 148 ± 12 mmHg, $P<0,01$) e 50% (123 ± 10 vs. 153 ± 8 mmHg, $P<0,01$) da frequência cardíaca de reserva. Isso confirma com o estudo de Blair *et al.* (1994), onde a pressão arterial sistólica aumenta com o exercício por ação de exercícios dinâmicos de baixa intensidade. Com o avanço da idade, as alterações cardiovasculares são inevitáveis, em que a aorta e as grandes artérias apresentam paredes muito elásticas que se distendem com a sístole, com menos elasticidade a elevação dos níveis pressóricos na idade avançada são mais visíveis (MAIOR 2003).

Em comparação entre as duas intensidades observa-se que os valores não foram estatisticamente diferentes (148 ± 12 vs. 153 ± 8 mmHg, $P=0,76$). Isso mostra que o comportamento da pressão arterial sistólica durante o exercício não houve diferença significativa entre as intensidades de 30% e 50% da frequência cardíaca de reserva, pois segundo o I Consenso Nacional de Reabilitação Cardiovascular essas intensidades estão em uma mesma faixa de classificação, a intensidades baixa, apresentando assim, resultados similares.

Observa-se também que a Pressão Arterial Diastólica aumentou de forma significativa com o exercício em comparação a condição de repouso com 30 % (73 ± 7 vs. 89 ± 6 mmHg, $P<0,01$) e 50% (73 ± 7 vs. 92 ± 4 mmHg, $P<0,01$) da frequência

cardíaca de reserva. Esses resultados obtiveram diferença com estudos de Blair *et al.* (1994), onde ele cita que a pressão arterial diastólica, normalmente não sofre alteração por ação de exercícios dinâmicos de baixa intensidade.

Em comparação entre as duas intensidades observa-se que os valores não foram estatisticamente diferentes (89 ± 6 vs. 92 ± 4 mmHg, $P=0,79$). Resultado disso mostra que o comportamento da pressão arterial diastólica durante o exercício foi semelhante à sistólica, não houve diferença significativa entre as intensidades de 30% e 50% da frequência cardíaca de reserva, pode-se justificar este achado pelo I Consenso Nacional de Reabilitação Cardiovascular que informa que estas intensidades estão em uma mesma faixa de classificação, a intensidades baixa.

Em relação à Pressão Arterial Média observa-se que não houve diferença significativa quando comparada a condição de repouso com 30% (86 ± 2 vs. 79 ± 18 mmHg, $P=0,34$) e 50% (86 ± 2 vs. 74 ± 11 mmHg, $P=0,34$) da frequência cardíaca de reserva e entre as duas intensidades (79 ± 18 vs. 74 ± 11 bpm, $P=0,34$). Observa-se que a pressão arterial média não alterou significativamente do repouso para o exercício e entre as duas intensidades, corroborando Durstine e Pate *apud* ACSM (1994), onde o nível da pressão arterial média durante o exercício, com o aumento da carga, permanece estável. A magnitude e a duração da queda das pressões podem ser influenciadas por diversos fatores, como o tipo, a intensidade e a duração do exercício (MONTEIRO e FILHO, 2004).

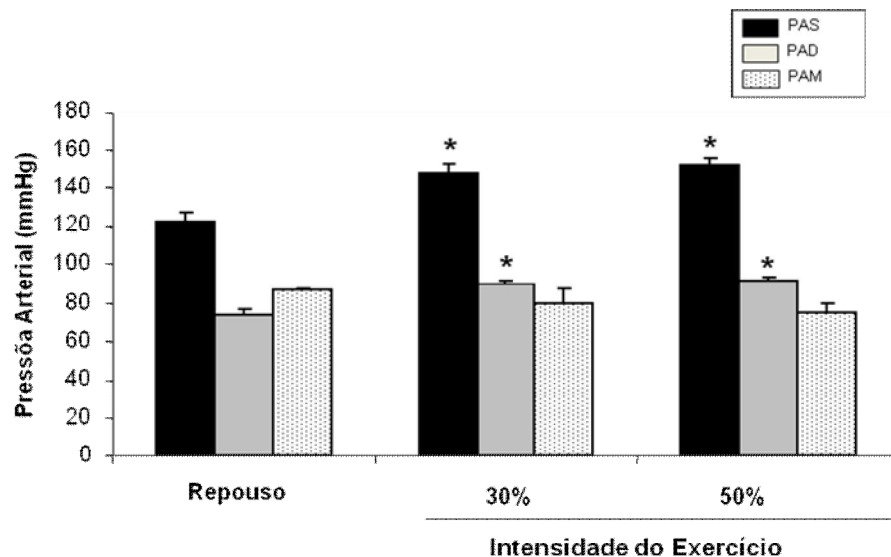


Figura 3 - Comportamento das Pressões Arterial Sistólica, Diastólica e Média de repouso e durante o exercício aeróbio a 30% e 50% da frequência cardíaca de reserva em idosos ativos. (*) diferença significativa em relação ao repouso, $P < 0,05$.

A figura 4 apresenta os valores do Duplo Produto no repouso e durante o exercício aeróbio a 30% e 50% da Frequência Cardíaca de Reserva nos idosos ativos. Podemos observar que a intensidade do exercício aumentou de forma significativa o duplo produto quando comparado a condição de repouso com 30% (7695 ± 966 vs. 14230 ± 1026 mmHg.bpm, $P < 0,01$) e 50% (7695 ± 966 vs. 15215 ± 2611 mmHg.bpm, $P < 0,01$) da frequência cardíaca de reserva. Em relação ao repouso, os valores corroboraram com os estudos de Farinatti e Assis (2000) Miranda et al., (2006), onde o duplo produto tende a apresentar valores altos nos exercícios aeróbios. Valores elevados do duplo produto durante um exercício são sinônimos de aumento na frequência cardíaca, no Volume Sistólico, no Débito Cardíaco e, em alguns casos, na resistência sistêmica (LEITE e FARINATTI, 2003), provado pelos aumentos das variáveis apresentadas anteriormente. O valor máximo para duplo produto não ultrapassou em nenhum momento o limiar de isquemia do

miocárdio, que a partir de 30.000 mmHg.bpm é considerado como ponto de corte para a angina pectoris (FORNITANO e GODOY, 2006).

Em comparação entre as duas intensidades observa-se que os valores não foram estatisticamente diferentes (14230 ± 1026 vs. 15215 ± 2611 mmHg.bpm, $P=0,67$). Resultado disso mostra que o comportamento do duplo produto não houve diferença significativa entre as intensidades de 30% e 50% da frequência cardíaca de reserva, pode-se justificar isso pelo I Consenso Nacional de Reabilitação Cardiovascular em que as intensidades estão em uma mesma faixa de classificação, a intensidades baixa, por isso apresentaram resultados semelhantes.

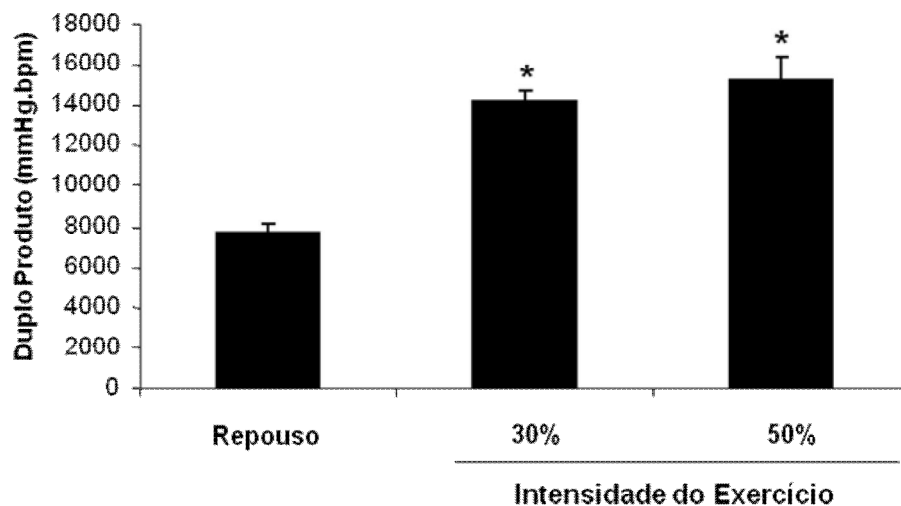


Figura 4 - Comportamento do Duplo Produto de repouso e durante o exercício aeróbio a 30% e 50% da frequência cardíaca de reserva em idosos ativos. (*) diferença significativa em relação ao repouso, $P<0,05$.

A figura 5 apresenta os valores do Consumo de Oxigênio do Miocárdio no repouso e durante o exercício aeróbio a 30% e 50% da Frequência Cardíaca de Reserva nos idosos ativos. Podemos observar que a intensidade do exercício aumentou de forma significativa o consumo de oxigênio do miocárdio quando

comparado à condição de repouso com 50% ($8,0 \pm 3$ vs. $8,0 \pm 2$ $\text{mLO}_2/100\text{gVE}/\text{min}$, $P<0,05$) da frequência cardíaca de reserva. Já que a frequência cardíaca e a pressão arterial sistólica aumentaram com a intensidade do exercício, a demanda de oxigênio do miocárdio aumenta em proporção direta com essas variáveis (POWERS & HOWLEY, 2000). Já se encontra bem relatado na literatura que o consumo de oxigênio do miocárdio e o duplo produto têm características semelhantes devido apresentarem uma correlação de ($r^2 = 0,88$) (POLITO e FARINATTI, 2003; MIRANDA *et al.*, 2006; FORNITANO & GODOY, 2006).

Em comparação entre a condição de repouso com 30% da frequência cardíaca de reserva observa-se que os valores não foram estatisticamente diferentes ($4,5 \pm 1$ vs. $8,0 \pm 2$ $\text{mLO}_2/100\text{gVE}/\text{min}$, $P=0,11$). Este resultado mostra que o comportamento do consumo de oxigênio do miocárdio durante o exercício houve estatisticamente diferença significativa entre as intensidades de 30% e 50% ($8,0 \pm 3$ vs. $8,0 \pm 2$ $\text{mLO}_2/100\text{gVE}/\text{min}$, $P<0,05$) da frequência cardíaca de reserva.

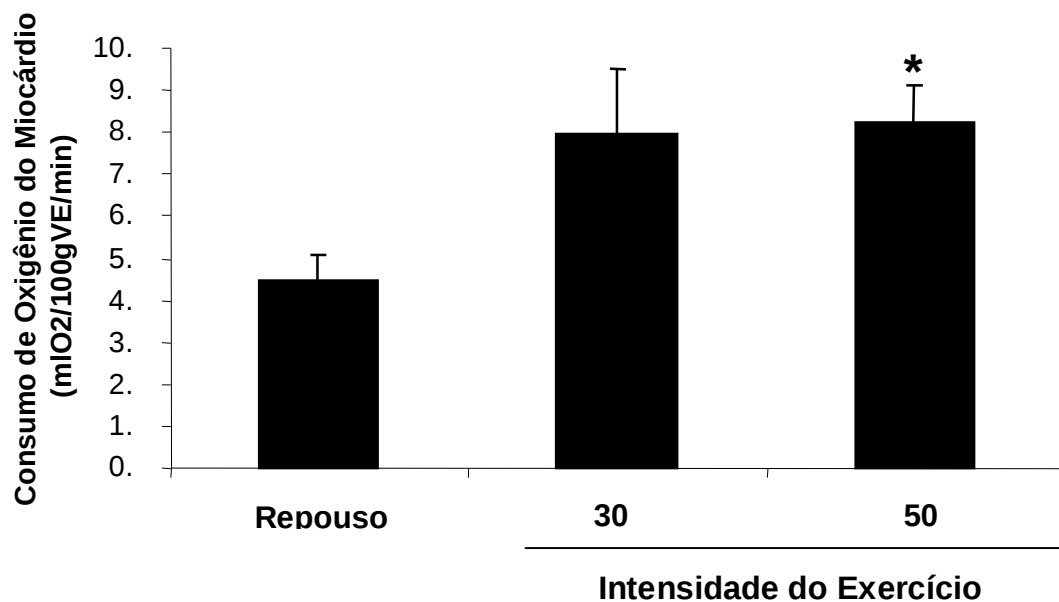


Figura 5 - Comportamento do Consumo de Oxigênio do Miocárdio de repouso e durante o exercício aeróbio a 30% e 50% da frequência cardíaca de reserva em idosos ativos. (*) diferença significativa em relação ao repouso, $P<0,05$.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo partiu da premissa de que diferentes intensidades de exercício aeróbio promovem efeitos distintos na resposta cardiovascular no repouso e durante a sua realização em idosos ativos. Os resultados apresentados nesta pesquisa demonstraram que:

- A resposta da Frequência Cardíaca em idosos ativos no repouso e durante o exercício aeróbio com intensidade de 30% e 50% da Frequência Cardíaca de Reserva aumentou significativamente, não havendo nenhuma alteração expressiva entre as intensidades;

- A resposta da Pressão Arterial Sistólica e Diastólica em idosos ativos no repouso e durante o exercício aeróbio com intensidade de 30% e 50% da Frequência Cardíaca de Reserva aumentou significativamente, não havendo nenhuma alteração expressiva entre as intensidades. Entretanto, não houve diferença significativa na Pressão Arterial Média entre o repouso e durante o exercício;
- A resposta do duplo produto em idosos ativos no repouso e durante o exercício aeróbio com intensidade de 30% e 50% da frequência cardíaca de reserva aumentou significativamente, não havendo nenhuma alteração expressiva entre as intensidades;
- A resposta do consumo de oxigênio do miocárdio em idosos ativos no repouso e durante o exercício aeróbio com intensidade de 30% e 50% da frequência cardíaca de reserva aumentou, não havendo nenhuma alteração expressiva entre as intensidades.

Assim, conclui-se com a hipótese experimental, a qual afirma que existem efeitos distintos na Frequência Cardíaca, Pressão Arterial, Duplo Produto e Consumo de Oxigênio do Miocárdio em idosos ativos submetidos a duas intensidades de exercício aeróbio, sendo confirmada em nosso estudo.

6 REFERÊNCIAS

I Consenso Nacional de Reabilitação Cardiovascular. **Arq Bras Cardiol** 1997; 69.

IV DIRETRIZES BRASILEIRAS DE HIPERTENSÃO ARTERIAL. São Paulo; **BG Cultural** 2002: 5

ALONSO D.O., FORJAZ C.L.M., NEGRÃO C.E. - Comportamento da frequência cardíaca e de variabilidade durante as diferentes fases do exercício físico progressivo máximo, **Arq. Bras. Cardiol.**, 1998; 71(6): 787-792

ÅSTRAND, P.O.; RODAHL, K. **Tratado de fisiologia do exercício** (2ªed.). Rio de Janeiro: Ed.Interamericana, 1980.

BLAIR, S. N. *et al.* **Prova de esforço e prescrição de exercício**. Rio de Janeiro. Revinter, 1994. 431p.

BRUM, P.C. *et al.* Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v. 18: 21-31, ago. 2004.

CAMPOS, L.F.L. **Métodos e técnicas de pesquisa em psicologia**. 1ª ed. São Paulo. Aliena, 2000.

CONSENSO NACIONAL DE ERGOMETRIA. **Arquivo Brasileiro Cardiologia**, v 65, n 2, p 191-211, 1995

ELLESTAD, M.H. **Prova de esforço**: princípios e aplicações práticas; tradução de Gilberto Marcondes Duarte e Maurício Leal Rocha. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 1984.

DURSTINE, J.L.; PATE, R.R. **Respostas cardiorrespiratórias ao exercício agudo**. In: AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Prova de esforço e prescrição de exercício. Rio de Janeiro: Revinter, 1994.

FARINATTI, P.T.V.; ASSIS, B.F.C. Estudo da frequência cardíaca, pressão arterial e duplo produto em exercícios de contra resistência e aeróbio contínuo. **Revista Brasileira Atividade e Saúde**, vol. 5, nº02, 2000.

FERRIER K. E., WADDELL T. K., GATZKA C. D., CAMERON J.D., DART A.M., KINGWELL B.A. - Aerobic exercise training does not modify large-artery compliance in isolated systolic hypertension; **Hypertension** , 2001; 38(2): 222-226

FLEG JL - Alterations in cardiovascular structure and function with advancing age. **Am. J Cardiol.**, 1986; 57(5): 33C-44C

FORJAZ, C.L.M. *et al.* Pos exercise changes in blood pressure, heart rate, rate pressure product at different exercise intensities normotensive humans. **Brasilian Journal of Medical and Biological Research**, 31: p.1247-1255, 1998.

FORNITANO, L. D. e GODOY, M. F. Duplo produto elevado como preditor de ausência de coronariopatia obstrutiva de grau importante em pacientes com teste. **Arq. Bras. Cardiol.** v. 86, n. 2, p.138-144, 2006.

FOX, E.L.; BOWERS, R.W.; FOSS, M.L. **Bases fisiológicas da educação física e dos desportos.** 4ª ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 1991.

FOX, E.L.; MATHEWS D.K. **Bases fisiológicas da educação física e desportos.** 3ª ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 1996.

FRANKLISS S. S.; KHAN A.S.; WONG N.D. Is pulse pressure use ful in pedicting risk for coronary heart disease ?, The Framingham Study. **Circulation**, 1999;100: 354-360

FREITAS AF. Sistema nervoso autônomo e aparelho cardiovascular: um paradigma de auto-organização, complexidade e caos. **Rev. Port. Cardiol.** 19(2): 161-191, 2000.

GALLO JR L, MACIEL BC, MARIN NETO JA, MARTINS LEB, LIMA FILHO EC, GOLFETTI R, CHACON MPT, FORTI VAM. Control of heart rate during exercise in health and disease. **Braz. J. Méd. Biol. Res.** 28, p. 11-12, 1995.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 3ª ed. São Paulo. Atlas, 1991.

GUYTON AC, HALL JE. **Tratado de fisiologia médica**. 9ª Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro-RJ, 1997.

HELLERSTEIN, H. K. e WENGER, N. K. Rehabilitation of the coronary patients. New York: John Willey and Sons, 1978. In: MARTINS, L.V.A.; SCHETTINO, L.; PEREIRA, R.; MACHADO, M. Variações hemodinâmicas em adultos jovens - efeitos de 3 séries de 10 repetições a 70% de uma repetição máxima. **Movimentum**: revista digital de educação física. Ipatinga, Unileste-MG , v.3, n.1, Fev./Jul. 2008.

HOFFMAN, J. (2002). *Physiological aspects of sport training and performance*. Champaign, IL: **Human Kinetics Publishers**, Inc

IRIGOYEN M, LACCHINI S, DE ANGELIS K, MICCHELINI L. Fisiopatologia da Hipertensão: o que avançamos?. **Rev Soc Cardiol Est. SP**;1:20-45, 2003.

JUNIOR, P.Y.; BATTISTELLA, L. R. **Condicionamento físico do atleta ao transplantado**: aspectos multidisciplinares na prevenção e reabilitação cardíaca. São Paulo. SAVIER: Associação Paulista de Medicina, 1994.

LEITE, P.F.; **Fisiologia do Exercício**. São Paulo/SP, Robe, 1993. 300p.

LEITE, TC; FARINATTI, PTV. Estudo da Frequência Cardíaca, Pressão Arterial e Duplo Produto em Exercícios Resistidos Diversos para Grupamentos Musculares Semelhantes. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**; v 1, n 2, p 29-49, 2003.

LITVOC, J.; BRITO, F.C.; **Envelhecimento: Prevenção e Promoção da Saúde**. São Paulo: Editora Atheneu, 2004.

LUNA R. L. Conceituação de hipertensão arterial e sua importância epidemiológica; *Resv. Socerj*; 2002, v.15,n.4; p.203-209
KALIL, L.M.P. **treinamento físico e frequência cardíaca em ratos idosos: avaliação da frequência cardíaca intrínseca e da modulação autonômica**. 2002. 91f. Tese – Universidade de São Paulo, Escola de Educação Física e Esporte.

KARVONEN, M; KENTALA, K; MUSTA, O. The effects of training heart rate: a longitudinal study. *Ann. Méd. Exptl Biol. Fenn.* V. 35: p. 307 – 315, 1957. In: MARINS, J.C.B.; GIANNICHI, R.S.; **Avaliação e Prescrição de atividade física**: guia prático. 3ª ed. Rio de Janeiro: Shape, 2003.

MAIOR, A.S. Adaptações no sistema cardiovascular em idosos submetidos ao treinamento de força. **Revista Digital**, v. 9 (64), Set. 2003. Disponível em: < <http://www.efdeportes.com/efd64/idosos.htm>>. Acesso em: 02 jul. 2008.

MARTINS, L.V.A.; SCHETTINO, L.; PEREIRA, R.; MACHADO, M. Variações hemodinâmicas em adultos jovens - efeitos de 3 séries de 10 repetições a 70% de uma repetição máxima. **Movimentum**: revista digital de educação física. Ipatinga, Unileste-MG , v.3, n.1, Fev./Jul. 2008.

MCARDLE, K. - **Fisiologia de Exercício** - Rio de Janeiro , Ed. Guanabara , 1998; 4ªed.

MIRANDA, H.; RANGEL, F.; GUIMARÃES, D.; DANTAS, E. H. M.; NOVAES, J.; SIMÃO, R. Verificação da Frequência Cardíaca, Pressão Arterial e Duplo-Produto em Diferentes Posições Corporais no Treinamento de Força. **Revista Treinamento Desportivo**. v. 7, p. 68-72, 2006.

MONTEIRO, M.F.; FILHO, D.C.S. Exercício físico e o controle da pressão arterial: Artigo de revisão. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Vol. 10, Nº 6, Nov/Dez, 2004.

NEGRÃO C.E., KALIL L.M.P., GUIMARÃES G.V - Capacidade física em idosos submetidos a programa de condicionamento físico; **Rev. Soc. Cardiol. S.P.**, 1996; 6 (1): 68-76

OKUMA, S.S. **O idoso e a atividade física**: fundamento e pesquisa. São Paulo. Papyrus, 9-39, 1998.

OLIVEIRA, S.L. **Tratado de metodologia científica**: projetos de pesquisa, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses. 3ª reimp. da 2ª ed. São Paulo. Pioneira Thonson, 2001. 2001.

PINI, M.C. **Fisiologia esportiva**. 2ª ed. Rio de Janeiro/RJ. Guanabara Koogan, 1983, 278p.

POLITO, M. D. e FARINATTI, P. T. V. Respostas de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto ao exercício contra-resistência: uma revisão da literatura. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**. v. 3, p. 79-91, 2003.

POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. **Fisiologia do esforço**: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. 3ª ed. São Paulo. Manole, 2004.

ROBERGS, R.A.; ROBERTS, S.O. **Princípios fundamentais de fisiologia do exercício para aptidão, desempenho e saúde**. 1ª ed. Phorte Editora. São Paulo. 2002.

ROBERT A.; ROBERGS, R.S.; LANDWEHR, R. The surprising history of the “ $hr_{max}=220-age$ ” equation, **Journal of Exercise Physiology**, Vol. 5 Nº 2, May 2002.

SHEPHARD, R. J. **Alterações fisiológicas através dos anos**. In: AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Prova de esforço e prescrição de exercício. Rio de Janeiro: Revinter, 1994.

SILVA, F.M. (org.) **Produção do conhecimento no treinamento desportivo: pluralidade e diversidade**. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 2000.

SOARES, J.M. **A frequência cardíaca em andebolistas Jovens**. *Horizonte*, 1987. IV(22), 125-127.

TUBINO, G. **Metodologia Científica do Treinamento Desportivo**. 11ª ed. São Paulo/SP, Ibrasa, 1993, 635p.

VIANA, A.C.G. **Níveis de pressão arterial sistólica e diastólica de indivíduos adultos que praticam exercício físico regular do bairro João Agripino**. 2002. 48f Monografia – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2002.

VIANA, J.L.C.P.C. **Variação da Frequência Cardíaca nos Exercícios de Competição em Ginástica Artística Masculina e Feminina**. 2004. 84f Monografia - Universidade do Porto, Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física.

VILAS-BOAS, J.P. Utilização da frequência cardíaca da intensidade do esforço e no controlo do treino em natação. In J. Bento; A. Marques (Eds.), **As Ciências do Desporto e a Prática Desportiva – Atas (Vol.I)**. Desporto. Saúde. Bem-estar (pp.247-274). Porto: Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto. 1991.

ANEXOS

ANEXO I
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) Senhor (a)

Esta pesquisa, cujo título é “Influência do Exercício Aeróbio de Duas Intensidades na Resposta Cardiovascular em Idosos Ativos” será desenvolvida por eu Carlos Eduardo Medeiros da Silva sob a orientação do Profº Dr. Amilton da Cruz Santos.

O objetivo deste estudo consiste em testar a hipótese de que há alterações do exercício aeróbio de duas intensidades na Frequência Cardíaca, Pressão Arterial, Duplo Produto e Consumo de Oxigênio do Miocárdio em idosos ativos.

O protocolo de avaliação terá uma duração aproximada de 01h00min (uma hora) para cada indivíduo, constando-se de três momentos: repouso, exercício e recuperação. Em todos estes momentos serão registrados a cada 02 ½ min (dois minutos e meio) a frequência cardíaca e a pressão arterial.

Serão realizados os seguintes procedimentos:

Avaliação da Frequência Cardíaca

Será aferida através de um monitor cardíaco (frequencímetro), onde será observada sua variação durante todo o protocolo. Este procedimento não apresenta riscos previsíveis ou desconforto para o idoso.

Avaliação da Pressão Arterial

A pressão arterial será aferida pelo método auscultatório, utilizando-se um esfigmomanômetro e estetoscópio durante todo o protocolo. Este procedimento não apresenta nenhum risco ou desconforto para o idoso.

Informamos ainda que essa pesquisa não oferece riscos previsíveis para a sua saúde.

Solicitamos a sua colaboração para a participação da pesquisa, como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de saúde e publicar em revista científica. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo. Informamos que essa pesquisa não oferece riscos, previsíveis, para a sua saúde.

Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o (a) senhor(a) não é obrigado(a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador. Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano, nem haverá modificação na assistência que vem recebendo na Instituição.

O pesquisador estará a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido (a) e dou o meu consentimento para participar da pesquisa e para publicação dos resultados. Estou ciente que receberei uma cópia desse documento.

Assinatura do Participante da Pesquisa
ou Responsável Legal

Assinatura da Testemunha

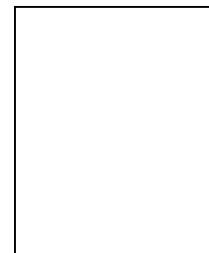
Contato com o Pesquisador (a) Responsável:

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor ligar para o pesquisador Amilton da Cruz Santos (83) 3216 7212; (83) 9148 5007.

Atenciosamente,

Assinatura do Pesquisador Responsável

Assinatura do Pesquisador Participante



ANEXO II
CERTIDÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA