

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

ADAPTAÇÕES CÁRDIO-RESPIRATÓRIAS EM ATLETAS: ESTUDO EM
DIFERENTES FASES DO TREINAMENTO FÍSICO

Este exemplar corresponde à redação final da
Dissertação defendida por Aparecida Maria
Catai²⁸¹ e aprovada pela Comissão Julgadora em
..27/02/92.....

Data: 10/03/92.....

Assinatura: *Lorenço Gales Junior*

Dissertação apresentada como exigência parcial para a obtenção do Título de MESTRE EM EDUCAÇÃO FÍSICA, na Área de Concentração "Fisiologia do Exercício", à Comissão Julgadora da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas, sob a orientação do Prof. Dr. Lourenço Gallo Junior. *o/ocales*

Investigação conduzida na
Seção de Hemodinâmica e Função
Pulmonar do Departamento de
Clínica Médica do Hospital das
Clínicas da Faculdade de
Medicina de Ribeirão Preto, da
Universidade de São Paulo.

COMISSÃO JULGADORA

| Nome | Assinatura |
|---|--|
| 1. Prof. Dr. Benedito Carlos Maciel | <u></u> |
| 2. Prof. Dr. Euclides Custódio Lima Filho | <u></u> |
| 3. Prof. Dr. Lourenço Gallo Júnior | <u></u> |

Ter recebido orientação e apoio do Prof. Dr. Lourenço Gallo Jr. durante o desenvolvimento deste trabalho foi um enorme privilégio que a vida acadêmica me concedeu. Depreende-se que tal privilégio está relacionado, principalmente, pelas possibilidades de contato e convivência com sua pessoa, cujo conhecimento e capacitação em termos de investigação científica fazem extravasar os contornos supostamente delimitados de qualquer especialidade profissional ... Ao Dr. Gallo, minha profunda gratidão.

Dedico esta investigação:

Ao meu pai, que embora ausente enquanto matéria, estará eternamente presente em minha memória, pelos ensinamentos sobre a vida e o viver.

A minha mãe, por todo carinho empreendido.

Ao Serginho, pelo suporte emocional, encorajamento e paciência.

Agradeço, em especial, ao Dr.
Benedito Carlos Maciel e Akio
Matsuura, pela colaboração em
partes fundamentais deste trabalho.

A B R A D E C I M E N T O S

- aos membros do Laboratório de Hemodinâmica e Função Pulmonar da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP e, em especial, aos: Dr. José Carlos Manço, Dr. Antonio Osvaldo Pynthiá, Carlos Alberto Januário, Cleide Marques Antloga, Rosa Maria P. Coquely, Cristiane de Souza e Silva e Lúcia Helena Carlucci.
- à Coordenação de Pós Graduação da FEF - UNICamp.
- aos Profs. e amigos Lúcia Pereira da Silva (in memorian), Estela Maris Beretta, Pedro Ferreira Filho e Francisco Rojas, do DEs da UFSCar, pela colaboração prestada.
- à Profa. e amiga Ester da Silva, DEFITO - UFSCar, pela grande amizade e apoio em momentos difíceis da realização deste trabalho.
- ao Prof. Dr. Euclides Custódio de Lima Filho, do DEME - UNICamp, pela supervisão da avaliação estatística dos resultados.
- às amigas: Patrícia, Silvana e Profa. Vera, da FEF - UNICamp, pelo apoio, dedicação e amizade.
- aos Profs. Roseli Golfetti e Asdrúbal F. Batista, da FEF - UNICamp, pelo apoio e atenção prestados.
- ao Prof. e amigo Darlei Lázaro Baldi, do DEFITO - UFSCar, pela revisão ortográfica.
- aos atletas que participaram das avaliações funcionais utilizadas neste estudo.

- ao Alcídio Culósio Filho e José Inácio Bertagna, do SPAV - UFSCar, pela confecção dos gráficos.
- ao amigo Marco Antonio Cione, pelo serviço de digitação.
- à Lígia Ganeo Tessari, da Secretaria da Pós-Graduação da FEF - UNICamp, pelo apoio prestado.
- à UFSCar pelos afastamentos concedidos para a realização do presente trabalho.
- à todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Na presente investigação foram estudados 14 atletas, velocistas e meio fundistas, (8 homens e 6 mulheres), com o objetivo de se avaliar o controle autonômico da frequência cardíaca (FC) e as adaptações cárdio-respiratórias induzidas pelo treinamento físico (TF), em repouso e durante a execução de exercício dinâmico, em 3 períodos a saber: 1º) controle; após 45 dias de férias, findo o treinamento do ano anterior; 2º) TF inespecífico (T1=4 a 5 meses); 3º) TF específico (T2=4 a 5 meses). Os testes envolvendo o esforço físico dinâmico foram do tipo descontínuo, submáximo e máximo, (posição sentada). Um cicloergômetro eletromagnético foi utilizado, sendo aplicadas as potências de 25, 50, 100, 150 e 200 "Watts" (W) para os homens e 25, 50 e 100 W para as mulheres, durante 4 minutos (min) em cada potência. No teste máximo, incrementos adicionais de potência foram utilizados, até que se atingisse a exaustão física. A FC era registrada continuamente e a ventilação (\dot{V}), o consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$), a produção de dióxido de carbono ($\dot{V}CO_2$) e o quociente das trocas respiratórias (RER) eram registrados apenas no minuto final de cada potência de esforço. Foram conduzidos 2 tipos de estudo: 1) Transversal (T): com atletas de ambos os sexos, somente no período correspondente ao retorno das férias; 2) Longitudinal (L): somente com 5 atletas masculinos, nos períodos: controle, T1 e T2.

Os resultados permitiram que se chegasse às

seguintes conclusões: A) no estudo T: 1) os atletas apresentaram volumes e capacidades pulmonares superiores ao das atletas; 2) em potências submáximas, o $\dot{V}O_2$, \dot{V} , e $\dot{V}CO_2$, aumentaram linearmente com o aumento da potência, em ambos os sexos, enquanto em valores pico de potência estas variáveis foram superiores no sexo masculino; 3) a resposta rápida de FC, vago dependente ($\Delta FC=0-10$ s), embora maior para os homens, não foi estatisticamente significativa, enquanto no intervalo de 0-30 s foi de magnitude similar para ambos os sexos; 4) quanto ao incremento lento de FC ($\Delta FC=30$ s - 4 min e 1 - 4 min), simpático dependente, para uma mesma potência, as atletas apresentaram maiores valores de incrementos comparativamente aos atletas (diferenças estatisticamente significantes); 5) os atletas apresentaram menores valores de FC de repouso enquanto a FC pico foi semelhante para ambos os sexos; B) no estudo L: 1) ocorreu bradicardia de repouso de igual magnitude no pós T1 e T2; 2) documentou-se maior aumento no ΔFC 0-10 s, vago dependente, no pós T2; 3) observou-se redução do ΔFC 1-4 min, simpático dependente, de igual magnitude no pós treinamento (T1=T2); 4) a resposta de \dot{V} , $\dot{V}O_2$ e $\dot{V}CO_2$ mostrou um aumento linear destas variáveis com o aumento da potência aplicada; 5) para uma mesma potência submáxima, houve redução dos valores de \dot{V} , $\dot{V}O_2$ e $\dot{V}CO_2$, principalmente no pós T2; 6) os valores picos de potência e de $\dot{V}O_2$ foram maiores no pós T1 e pós T2, do que no controle, indicando aumento da capacidade aeróbica nas modalidades de TF.

A B S T R A C T

Fourteen sprinters and medium-distance runners (8 men and 6 women) were studied in order to evaluate the autonomic control of heart rate (HR) and the cardiorespiratory adaptations induced by physical training (PT) at rest and during the execution of dynamic exercise at three different times, i.e.: 1) control; after 45 days of vacation following the training program of the previous year; 2) nonspecific PT (T1= 4 to 5 months); 3) specific PT (T2= 4 to 5 months). The tests involving dynamic physical effort were of the discontinuous submaximal and maximal type (sitting position). An electromagnetic cycle ergometer was used, with powers of 20, 50, 100, 150 and 200 Watts (W) being applied for men and powers of 25, 50 and 100 W being applied for women during a period of 4 minutes (min) at each power. In the maximal test, additional power increments were used until physical exhaustion was reached. HR was continuously recorded, and ventilation (\dot{V}), oxygen consumption ($\dot{V}O_2$), carbon dioxide production ($\dot{V}CO_2$) and the respiratory exchange quotient (RER) were recorded only during the final minute of each effort power. Two types of study were conducted: 1) Transversal (T), with athletes of both sexes, only during the period corresponding to their return from vacation; 2) Longitudinal (L), with 5 male athletes only, during the control, T1 and T2 periods.

The results led us to the following conclusions:

A) T study: (1) male athletes presented pulmonary volumes and capacities higher than those of women athletes; (2) at submaximal powers, $\dot{V}O_2$, \dot{V} and $\dot{V}CO_2$ increased linearly with increasing power for both sexes, whereas at peak powers they were higher in males; (3) the rapid vagus-dependent HR response ($\Delta FC = 0-10$ s), although greater for men, was of similar magnitude for both sexes; (4) the slow sympathetic-dependent HR increase ($\Delta HR = 30$ s - 4 min and 1-4 min) for the same power was greater in women than in men, with a statistically significant difference; (5) male athletes presented lower resting HR values, whereas peak HR was similar for both sexes.

B) L study: (1) resting bradycardia was of similar magnitude after T1 and T2; (2) a greater increase in vagus-dependent ΔHR 0-10s was observed after T2; (3) a reduction of sympathetic-dependent ΔHR 1-4 min of equal magnitude was observed after training (T1=T2); (4) the \dot{V} , $\dot{V}O_2$ and $\dot{V}CO_2$ response increased linearly with increasing applied power; (5) for the same submaximal power, there was a reduction of \dot{V} , $\dot{V}O_2$ and $\dot{V}CO_2$, especially after T2; (6) peak power and $\dot{V}O_2$ values were greater after T1 and T2 than during the control period, indicating an increased aerobic capacity in the PT modalities.

SÍMBOLOS E ABREVIACÕES

Símbolos e abreviações utilizados neste trabalho:

ATP = adenosina trifosfato

bpm = batimentos por minuto

BAV = bloqueio átrio-ventricular

cm = centímetro

CV = capacidade vital

CPT = capacidade pulmonar total

CVF = capacidade vital forçada

CRF = capacidade residual funcional

EFD = esforço físico dinâmico

E = epinefrina

ECG = eletrocardiograma

F = feminino

FC = frequência cardíaca

FC máx = frequência cardíaca máxima

FC rep = frequência cardíaca de repouso

FR = frequência respiratória

Kg = quilograma

M = masculino

Md = mediana

m² = metro quadrado

ml = mililitro

min = minuto

NE = norepinefrina

NS = não significante

P = probabilidade

r = correlação

R = repouso

RER = quociente das trocas respiratórias

s = segundo

SD = desvio padrão da média

V = ventilação pulmonar

$\dot{V}O_2$ = consumo de oxigênio

$\dot{V}CO_2$ = produção de dióxido de carbono

VVM = ventilação voluntária máxima

VR = volume residual

VEF1 = volume expiratório forçado no 1º segundo

\bar{X} = média

$\dot{V}O_2$ máx = consumo máximo de oxigênio

W = "Watts"

Δ = variação

\geq = maior ou igual

SUMARIO

| | |
|--|----|
| RESUMO..... | IX |
| ABSTRACT..... | XI |
| INTRODUÇÃO..... | 01 |
| MATERIAL E MÉTODOS..... | 15 |
| 1. Indivíduos estudados..... | 16 |
| 2. Planejamento experimental..... | 17 |
| 3. Metodologia - Abordagem experimental..... | 21 |
| 4. Análise dos resultados - abordagem estatística..... | 25 |
| RESULTADOS..... | 27 |
| A. Estudo transversal: Análise comparativa de atletas dos sexos masculino e feminino, após retorno de período de férias coletivas..... | 28 |
| A1. Características antropométricas | 28 |
| A2. Características eletrocardiográficas | 28 |
| A3. Valores espirométricos | 31 |
| A4. Consumo de oxigênio em níveis submáximos e em exaustão física | 36 |
| A5. Frequência cardíaca | 40 |
| A6. Variáveis respiratórias | 59 |
| B. Estudo longitudinal: Avaliação em condição controle e após o término de duas fases do treinamento físico, em atletas do sexo masculino..... | 66 |
| B1. Consumo de oxigênio..... | 66 |
| B2. Frequência cardíaca..... | 71 |
| B3. Variáveis respiratórias | 92 |
| DISCUSSÃO..... | 99 |

| | |
|--|-----|
| A. Estudo transversal. Comparação entre atletas dos sexos masculino e feminino, após retorno de período de férias coletivas..... | 100 |
| A1. Características eletrocardiográficas..... | 100 |
| A2. Valores espirométricos | 101 |
| A3. Consumo de oxigênio | 104 |
| A4. Frequência cardíaca | 107 |
| A5. Variáveis respiratórias | 116 |
| B. Estudo longitudinal. Comparação entre as respostas antes e após os dois tipos de treinamento físico. | 120 |
| B1. Consumo de oxigênio..... | 120 |
| B2. Frequência cardíaca..... | 122 |
| B3. Variáveis respiratórias | 128 |
| CONCLUSÕES..... | 130 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 139 |
| APÊNDICES | |
| A. Treinamento físico..... | 151 |
| B. Equações de regressão para valores preditos dos volumes e capacidades pulmonares..... | 162 |
| C. Tabelas..... | 165 |

I N T R O D U Ç Ã O

O exercício físico desencadeia complexos ajustes hemodinâmicos e metabólicos que envolvem a participação de todos os sistemas que compõem o organismo, com a finalidade de permitir uma adequada disponibilidade e utilização do oxigênio, bem como de outras substâncias nutrientes necessárias para a contração muscular.

A resposta cardiovascular pode ser influenciada por fatores diversos durante a realização do exercício físico, incluindo: características genéticas, características antropométricas (peso, altura, etc), sexo, idade, condições ambientais em que o exercício é realizado (altitude, temperatura, umidade) e fatores psíquicos. Também são importantes no padrão de resposta: a quantidade de grupos musculares envolvidos no exercício, a posição corporal em que é realizado o esforço, o protocolo experimental utilizado, e também se o exercício é do tipo dinâmico (isotônico) ou estático (isométrico) (Gallo Jr. et alii, 1978, Maciel, 1979; Astrand e Rodahl, 1980; Hammond e Froelicher, 1985; Gallo Jr. et alii, 1990).

Apesar de estas duas modalidades de esforço induzirem modificações cárdio-respiratórias muito diferentes qualitativas e, principalmente, quantitativas (Gallo Jr. et alii, 1989), vamos nos ater, nesta introdução, apenas àquelas ligadas ao exercício físico dinâmico (EFD), uma vez que a presente pesquisa somente se restringe a esta última condição.

Além disso, estes ajustes ainda estão

relacionados a capacidade física basal do indivíduo e as características do treinamento físico aplicado, tais como: intensidade, duração, frequência e natureza do exercício (Rowell, 1974; Clausen, 1977; Maciel, 1983).

O treinamento físico determina um conjunto amplo de "adaptações orgânicas que permitem ao indivíduo responder com sucesso a exercício de vários tipos, intensidades e durações. Um indivíduo pouco treinado ou destreinado responde a determinada intensidade de esforço com grande dificuldade, não sendo capaz de sustentá-lo, sem desenvolver rapidamente sinais de fadiga muscular ou cárdio-respiratória. Por outro lado, um indivíduo altamente treinado pode responder a uma mesma intensidade de esforço com muito menor dificuldade, podendo sustentá-lo por um maior tempo, antes de que os sintomas e sinais de fadiga tornem-se limitantes" (Scheuer e Tipton, 1977).

As adaptações da musculatura esquelética e da dinâmica cardiocirculatória ao treinamento vigoroso com exercício dinâmico são bastantes marcantes. Assim, ocorre um aumento da atividade enzimática envolvida no metabolismo aeróbio das fibras musculares, além de uma discreta hipertrofia muscular se comparada com o treinamento de força, bem como uma maior capilarização deste tecido (Saltin e Rowell, 1980; Holloszy e Booth, apud Maciel, 1983). Em consonância com estas adaptações, a capacidade de transporte e captação de oxigênio pelo organismo aumentam significativamente, cabendo, ao sistema cardiovascular,

papel fundamental na cadeia dos processos biológicos que aumentam a capacidade oxidativa em níveis submáximos e máximos do exercício (Maciel, 1983; Rowell, 1986).

Consumo Máximo de Oxigênio

O consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_2$ máx), medido durante a execução do exercício dinâmico, tem sido extensivamente usado como um índice que reflete a capacidade funcional dos sistemas cardiovascular e respiratório (Mitchell e Blomqvist, 1971; Rowell, 1974; Scheuer e Tipton, 1977; Clausen, 1977; Mary, 1987). Esta variável pode ser expressa como resultante do produto do débito cardíaco pela diferença do conteúdo artério-venoso sistêmico de oxigênio (Rowell, 1986; Mary, 1987); nestas circunstâncias, ela reflete o desempenho do coração como bomba, bem como a eficiência da distribuição do fluxo sanguíneo e a utilização periférica do oxigênio em nível mitocondrial (Mitchell et alii apud Maciel, 1983; Rowell, 1986). Deve ser enfatizado que os valores de $\dot{V}O_2$ máx em sujeitos saudáveis estão na dependência de fatores tais como: idade, sexo, constituição genética, quantidade de massa muscular envolvida e especialmente o treinamento físico. Assim, decréscimos progressivos no $\dot{V}O_2$ máx ocorrem com o aumento da idade, enquanto maiores valores desta variável têm sido observados em homens do que em mulheres (Wells, 1985; Mary, 1987). No que diz respeito aos efeitos do treinamento aeróbio sobre o $\dot{V}O_2$ máx, merece destaque o fato de esta variável ser

determinada pelo nível inicial de aptidão física, assim como pela intensidade, duração e frequência com que o esforço é realizado (Rowell, 1974; Mary, 1987). Maiores acréscimos no $\dot{V}O_2$ máx têm sido documentados em indivíduos com baixa capacidade física pré-treinamento, quando comparados a indivíduos que apresentavam maiores valores basais de $\dot{V}O_2$ máx nas mesmas condições experimentais (Mary, 1987). O aumento do $\dot{V}O_2$ máx induzido pelo treinamento deve-se à maiores valores de débito cardíaco e da diferença do conteúdo artério-venoso sistêmico de oxigênio atingido na condição de potência aeróbia máxima (Rowell, 1974; Clausen, 1977; Blomqvist e Saltin, 1983; Rowell, 1986).

Em geral, aumentos sistemáticos e significantes da capacidade física têm sido reportados nas seguintes condições: 1) intensidades de esforço maiores que 50 a 60% do $\dot{V}O_2$ máx; 2) duração do exercício de aproximadamente 20 minutos diários; e 3) frequência mínima de 3 vezes por semana (Mary, 1987). Ressalte-se, entretanto, que também existem relatos de melhora do nível de condicionamento físico em programas executados com uma ou duas sessões de esforço por semana (Fox III et alii, 1972 (b); Scheuer e Tipton, 1977), embora exista na literatura um consenso de que a frequência mais adequada de treinamento seja de 3 a 4 sessões semanais; acima destes limites, documenta-se excessivo aumento na frequência de lesões ortopédicas (Fox III et alii, 1972 (b); Hellerstein e Franklin, 1984). Em relação à intensidade de treinamento, variável que parece

ser a mais importante na prescrição do exercício, evidências sugerem que o treinamento situado entre 70-85% da frequência cardíaca máxima, o que corresponde aproximadamente a 57-78% do $\dot{V}O_2$ máx, seja adequado para propiciar adaptações significativas do sistema cárdio-respiratório (Fox III et alii, 1972 (a); Wilson et alii, 1981; Hellerstein e Franklin, 1984). Muitos estudos indicam que a duração do exercício necessária para produzir adaptações do sistema cardiovascular seja entre 20 a 30 minutos por sessão (Wilson et alii, 1981; Hellerstein e Franklin, 1984). Ressalte-se, entretanto, que existem relatos na literatura mostrando que programas com duração entre 5 e 10 minutos também têm produzido resultados aceitáveis (Roskamm, 1967; Wilson et alii, 1981), particularmente para indivíduos com baixos níveis de aptidão física. Adaptações precoces ao exercício, já evidenciáveis com 2 semanas de treinamento, têm sido documentadas (Durnin et alii, 1960); contudo, somente a partir de um período de 5 semanas é que estas se manifestam mais intensamente (Scheuer e Tipton, 1977; Maciel, 1983).

Em indivíduos saudáveis, existem controvérsias em relação ao fator limitante para se atingir o $\dot{V}O_2$ máx. Assim, enquanto alguns autores consideram que este corresponderia ao limite imposto pelo metabolismo oxidativo das fibras musculares (Kaijser, apud Maciel, 1983), outros, consideram como fator limitante a habilidade do sistema cardiovascular em transportar oxigênio aos músculos em atividade contrátil.

(Rowell, 1974; Clausen, 1977; Scheuer e Tipton, 1977; Blomqvist e Saltin, 1983). Já em atletas de alto nível, têm-se documentado, em determinadas circunstâncias, que o $\dot{V}O_2$ máx pode ser limitado por fatores ligados ao sistema respiratório (Dempsey et alii, 1984; Dempsey e Fregosi, 1985; Rowell, 1986; Powers et alii, 1989;).

Frequência Cardíaca

Dentre as variáveis cardiovasculares que contribuem para a elevação do fluxo sanguíneo em exercício, especial destaque é reservado à frequência cardíaca (FC). Esta é uma variável que pode ser registrada não invasivamente, com pequeno erro de mensuração e utilizando-se equipamentos simples e de baixo custo. Outrossim, a magnitude e a constante de tempo de sua resposta são aproximadamente semelhantes às de fluxo sanguíneo em várias condições fisiológicas, incluindo o exercício físico (Blomqvist, 1984; Hammond e Froelicher, 1985; Rowell, 1986). Finalmente, a FC mostra significativas adaptações ao treinamento físico, ou seja, redução de seus valores na condição de repouso, bem como menores aumentos em níveis submáximos de esforço (Rowell, 1974; Scheuer e Tipton, 1977; Clausen, 1977; Maciel, 1983; Blomqvist e Saltin, 1983; Mary, 1987, Gallo Jr. et alii, 1989).

Em relação ao comportamento da FC ao EFD merece menção os seguintes achados: ao se iniciar o EFD, independentemente da potência de esforço, nota-se um período

de latência na elevação da FC em torno de 0,5 segundo (s). Nos primeiros 10 a 20 s após iniciado o EFD, o aumento da FC se deve quase que exclusivamente a uma inibição do tônus parassimpático atuante sobre o nódulo sinusal, fato este caracterizado como o componente rápido de elevação da FC (Fagraeus e Linnarson, 1976; Maciel, 1986; Orizio et alii, 1988). Com a continuação do EFD, acima de um certo nível de potência, a FC continua aumentando, porém, além do componente inicial rápido, surge um componente bem mais lento, evidenciável a partir do primeiro minuto de EFD, devido a um aumento da estimulação simpática sobre o nódulo sinusal : trata-se do componente lento de elevação da FC (Robinson et alii, 1966; Maciel, 1979; Maciel et alii, 1986).

A contribuição dos componentes simpático e parassimpático na taquicardia induzida pelo EFD tem uma relação direta com a intensidade da potência aplicada no esforço. Assim, em baixos níveis de EFD, a literatura refere que há indícios de predominância do componente vagal, mas à medida em que se aumenta a potência, documenta-se a participação cada vez mais marcante do eferente simpático (Maciel, 1979; Maciel et alii, 1986; Orizio et alii, 1988). Orizio et alii (1988), analisaram a resposta da FC no decurso do tempo e a concentração de norepinefrina (NE) e epinefrina (E) no sangue venoso, antes e durante o EFD. Eles observaram que durante baixas potências as alterações da FC podiam ser descritas por uma função monoexponencial, e tais

alterações não se acompanhavam de aumento dos níveis de NE (Δ NE) ou de E (Δ E). Em médias e altas potências de esforço, a resposta da FC se ajustava a uma função exponencial de segunda ordem, observando-se um aumento significativo da concentração de NE, o qual se correlacionava com a elevação lenta e tardia da FC.

Numerosos estudos conduzidos tanto no homem como em animais, têm indicado que a bradicardia de repouso induzida pelo treinamento físico aeróbio é uma das adaptações biológicas mais significantes e frequentes (Ekblon et alii, 1973; Scheuer e Tipton, 1977; Lewis et alii, 1980; Katona et alii, 1982; Maciel et alii, 1985). No entanto, o mecanismo determinante desse fenômeno não está definitivamente esclarecido.

Assim, modificações na atividade dos dois componentes do sistema nervoso autônomo (SNA) sobre o nódulo sinusal têm sido apontadas como os fatores que contribuem para a bradicardia evocada pelo treinamento físico. As explicações para esta constatação são contraditórias: enquanto alguns estudos sugerem redução da atividade do receptor beta adrenérgico e concomitantemente, aumento do tônus parassimpático (Ekblon et alii, 1973), outros indicam influência predominante do mecanismo parassimpático (Herrlick et alii, 1960; Tipton, 1965; Tipton e Taylor, 1965; Frick et alii, 1967; Clausen, 1977; Scheuer e Tipton, 1977), e existem ainda aqueles que atribuem como mecanismo predominante da bradicardia, a ocorrência de uma diminuição

do tônus simpático atuante sobre o nódulo sinusal (Ekblom et alii, 1973; Scheuer e Tipton, 1977). Ressalte-se ainda que, nesta última condição, não existe concordância entre alguns autores quanto aos mecanismos adrenérgicos que seriam responsáveis pela bradicardia de repouso; enquanto determinados estudos demonstram haver menor sensibilidade cronotrópica às catecolaminas induzidas pelo treinamento (Brundin e Cernigliaro, apud Maciel, 1983), tal dado não é confirmado por outros estudos (Williams et alii, 1981; Sigvardson et alii, apud Maciel, 1983), que sugerem uma menor estimulação das fibras simpáticas como mecanismo responsável por esta adaptação.

A atuação do componente parassimpático na gênese da bradicardia induzida pelo treinamento físico foi admitida a partir de evidências que demonstravam uma maior concentração de acetilcolina no átrio de ratos treinados quando comparados com ratos não treinados (Herrlick et alii, 1960); entretanto, este achado não foi observado em um outro estudo (Scheuer e Tipton, 1977). Em experimentos conduzidos na vigência de bloqueio farmacológico com atropina, administrada em doses submáximas, demonstrou-se menor elevação da FC nos animais treinados, quando comparados com animais controles (Scheuer e Tipton, 1977). No entanto, quando doses máximas de atropina foram usadas em animais (cachorro e gato), não se documentou diferenças significativas entre as respostas da FC nos animais condicionados e sedentários. Estes resultados foram

interpretados relacionando a bradicardia induzida pelo treinamento físico como decorrente de um aumento da concentração de acetilcolina no coração e/ou de uma diminuição da sensibilidade deste órgão à atropina (Scheuer e Tipton, 1977). O aumento da estimulação parassimpática sobre o nódulo sinusal subsequente ao treinamento físico, foi também inferido a partir de trabalhos realizados em ratos, nos quais constatou-se, que os animais treinados apresentavam bradicardia significativamente menor do que a dos animais sedentários (Scheuer e Tipton, 1977).

Por outro lado, existem estudos que demonstram ser a bradicardia de repouso subsequente ao treinamento físico a consequência de modificações da FC intrínseca (Lewis et alii, 1980; Katona et alii, 1982). Deve-se enfatizar que os estudos que dão suporte a essa interpretação têm sido realizados no homem, utilizando-se do bloqueio farmacológico do sistema nervoso simpático e parassimpático, obtido pela infusão endovenosa de propranolol e atropina, respectivamente (Katona et alii, 1982). É interessante observar-se que os trabalhos que não revelaram participação deste mecanismo foram conduzidos predominantemente em animais (Tipton et alii, 1977; Lewis et alii, 1980).

Os efeitos do treinamento físico sobre a FC máxima (FC máx) durante um esforço físico extenuante não estão definitivamente esclarecidos. Há autores que afirmam ocorrer uma diminuição da FC máx em atletas jovens submetidos a treinamento físico aeróbio (Taylor et alii, 1963; Bruce et

alii, apud Lester, 1968), e outros investigadores demonstram que atletas jovens apresentam valores de FC que excedem 190 a 200 batimentos por minuto (bpm), sobrepondo-se, pois, aos encontrados em indivíduos sedentários (Astrand e Rodahl, 1980). Existem ainda estudos transversais que não evidenciam diferença significativa entre a FC máx de atletas e indivíduos sedentários para uma mesma idade (Astrand e Rodahl, 1980), bem como estudos longitudinais que não demonstram alteração da FC máx após treinamento físico envolvendo atletas e não atletas (sedentários) (Ekblom et alii, 1968; Buskirk et alii, 1973; Gallo Jr. et alii, 1989). Ressalte-se, no entanto, que foi observada uma correlação negativa entre a FC máx e a idade (Astrand, 1960; Lester et alii, 1968; Kostis et alii, 1982; Sheffield et alii, apud Hossack e Bruce, 1982). Com o aumento da idade, observou-se uma redução nos valores de FC, para ambos os sexos, sendo que alguns autores relatam ocorrer maior redução para os homens do que para as mulheres (Hossack e Bruce, 1982). Por outro lado, existem estudos nos quais as mulheres apresentaram FC máx significativamente menor do que indivíduos do sexo masculino (Whinnery et alii, 1977); estes estudos também demonstraram que se houver associação de patologias como por exemplo, infarto do miocárdio e hipertensão arterial, o declínio da FC máx ainda é maior.

Segundo Fox e Mathews (1983), o treinamento físico pode reduzir a FC máx. Entretanto, este efeito não é tão constante e pronunciado quanto ao de outras variáveis, pois

o treinamento físico, aumentando a capacidade de trabalho e consequentemente o $\dot{V}O_2$ máx, propicia a indivíduos treinados que suas FC max. sejam alcançadas com valores de potência e de $\dot{V}O_2$ comparativamente mais altos em relação aos seus valores pré treinamento.

Quanto às variações da FC na fase de recuperação, logo após um período de exercício físico, vários estudos têm demonstrado uma redução exponencial da mesma em relação ao tempo (Broman e Wigertz, 1971; Linnarson, 1974; Maciel, 1979; Savin et alii, 1982). Merece destaque a observação de que indivíduos submetidos a transplante cardíaco apresentam uma resposta de FC do tipo linear na recuperação do exercício físico (Savin et alii, 1980).

Tendo por base o referencial teórico explanado, a partir das considerações descritas até o momento, a presente investigação teve como objetivo imediato avaliar o controle autonômico da FC e as adaptações cárdio-respiratórias em um grupo de atletas brasileiros de alto nível, velocistas e meio fundistas, nas diferentes fases do treinamento físico (inespecífico e específico). Para tanto, foram utilizados testes funcionais não invasivos, na tentativa de elucidar os possíveis mecanismos responsáveis pela adaptação da FC ao treinamento físico, nas situações de repouso e durante a execução de EFD.

A contribuição relativa dos eferentes simpático e parassimpático no incremento da FC no EFD foi efetuada utilizando-se de metodologia desenvolvida no Laboratório de

Hemodinâmica e Função Pulmonar - HCRP, que leva em consideração a diferença de valores das constantes de tempo de cada uma das divisões do SNA; uma rápida, vago dependente, e outra lenta, simpático dependente (Maciel, 1979 e 1983; Maciel et alii, 1986 e 1988; Gallo Jr. et alii, 1987 e 1989).

Um objetivo adicional deste trabalho foi o de caracterizar a magnitude das adaptações cárdio-respiratórias nas situações de repouso e exercício dinâmico no grupo de atletas masculinos e femininos que por várias razões só puderam ser estudados na primeira fase, ou seja, no período correspondente ao retorno das férias.

M A T E R I A L E M É T O D O S

1. INDIVÍDUOS ESTUDADOS

No presente trabalho foram estudados 14 atletas (velocistas e meio fundistas), dos quais 8 do sexo masculino e 6 do sexo feminino, com idades compreendidas entre 20 e 27 anos (média=22,9) para os homens e entre 16 e 25 anos (média=21,0) para as mulheres. Tais atletas já realizavam cronicamente exercício físico, com duração variando entre 5 e 9 anos (média=7 anos).

As características antropométricas dos indivíduos estudados bem como as provas atléticas nas quais os mesmos se especializaram, encontram-se expressas na tabela 1.

Foram realizados exames clínicos (anamnese e exame físico) e laboratoriais (bioquímicos do sangue, hematológico, urina tipo I, eletrocardiograma, sorologia para Doença de Chagas), sendo que nenhum dos indivíduos estudados era portador de anormalidade que pudesse sugerir qualquer tipo de doença.

Tabela 1: Características antropométricas e provas atléticas dos atletas estudados.

| Indivíduo | Sexo | Idade | Peso | Estatura | Superfície Corporal | Provas Atléticas |
|-----------|------|-------|------|----------|---------------------|----------------------------|
| WRRM | M | 23 | 66 | 168 | 1,75 | Marchador‡ e Fundista |
| JLB | M | 20 | 65 | 182 | 1,84 | Meio Fundista |
| HGO | M | 20 | 60 | 175 | 1,74 | Meio Fundista |
| WDS | M | 23 | 66 | 188 | 1,90 | Velocista‡ e Meio Fundista |
| KN | M | 24 | 70 | 179 | 1,88 | Velocista |
| GAS | M | 22 | 68 | 172 | 1,80 | Velocista |
| JCO | M | 27 | 78 | 185 | 2,01 | Saltador‡ e Velocista |
| FCO | M | 24 | 84 | 192 | 2,14 | Saltador‡ e Velocista |
| X | | 23 | 70 | 180 | 1,88 | |
| SD | | 2,3 | 7,7 | 8,4 | 0,13 | |
| MCF | F | 21 | 60 | 172 | 1,71 | Velocista‡ e Meio Fundista |
| EB | F | 19 | 48 | 166 | 1,51 | Velocista |
| MMT | F | 16 | 56 | 163 | 1,59 | Velocista |
| ER | F | 24 | 49 | 160 | 1,48 | Fundista‡ e Meio Fundista |
| CAJ | F | 25 | 63 | 168 | 1,71 | Velocista‡ e Saltadora |
| EAB | F | 22 | 64 | 175 | 1,78 | Velocista |
| X | | 21 | 57 | 167 | 1,63 | |
| SD | | 3,3 | 7,0 | 5,6 | 0,12 | |

Idade: anos; peso: Kg; estatura: cm; superfície corporal: metros quadrado; SD: desvio padrão; X: média; M: masculino; F: feminino.

‡ prova predominante

2. PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

Considerando-se os objetivos propostos, o presente trabalho foi dividido em duas partes, a saber:

1 - O estudo da magnitude das adaptações cárdio-respiratórias realizado imediatamente após o retorno dos atletas masculinos e femininos de um período de férias correspondente à 45 dias e antes do início do período de treinamento físico anual (treinamento inespecífico e treinamento específico), foi denominado de estudo transversal. Este englobou a realização de vários exames, tais como: eletrocardiograma, espirometria, e provas de avaliação funcional, envolvendo a realização de EFD.

2 - Um estudo longitudinal, no qual se realizou, em 8 dos 14 atletas estudados (5 homens e 3 mulheres), a avaliação das adaptações cárdio-respiratórias induzidas pelo treinamento físico. Este estudo compreendeu 3 períodos distintos, a saber: a) 1º Período (controle): realizado após 45 dias de férias, findo o treinamento do ano anterior; b) 2º Período (fase inespecífica): realizado após decorrido um período de 4 a 5 meses de um treinamento, comum às diferentes provas atléticas; c) 3º Período (fase específica): realizado após decorrido um período de 4 a 5 meses de um treinamento específico, de acordo com a prova atlética na qual o atleta se especializou. Os três períodos em questão ocorreram sequencialmente, ao longo de aproximadamente 10 meses de

coleta de dados.

Maiores detalhes referentes ao programa de treinamento físico encontram-se disponíveis no Apêndice A.

Foram realizadas provas cicloergométricas, adequadamente padronizadas, utilizando-se o EFD, para se avaliar as condições funcionais dos componentes eferentes simpático e parassimpático, que modulam a resposta da FC ao esforço físico (Maciel et alii, 1986; Gallo Jr. et alii 1989), bem como para quantificar a resposta das variáveis metabólicas, tais como ventilação pulmonar (\dot{V}), consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$), produção de dióxido de carbono ($\dot{V}CO_2$), e quociente das trocas respiratórias (RER), em potências progressivamente crescentes, até que os atletas manifestassem sinais de estafa física. Os testes de EFD realizados após o primeiro período foram considerados controle para os períodos subsequentes.

1-) Período Controle

Durante dois dias consecutivos, todos os atletas estudados (14) submeteram-se aos testes funcionais abaixo, após um período de 45 dias de férias, no qual não foi realizado qualquer tipo de atividade física programada:

a) no 1º dia: exercício físico dinâmico com protocolo descontínuo e progressivo em cargas submáximas de esforço.

b) no 2º dia: medida do consumo de oxigênio, durante o exercício, incluindo o consumo de oxigênio correspondente a estafa física, o qual denominamos de $\dot{V}O_2$ -pico ou $\dot{V}O_2$ máx.

2-) Período de Treinamento Físico Inespecífico

Somente 8 dos 14 atletas (5 homens e 3 mulheres) completaram esta fase do estudo a qual correspondeu a um período de treinamento de duração total variável entre 16 a 20 semanas, com uma frequência aproximada de 10 treinos semanais. Cada sessão de treino compreendia um período em torno de 2 horas de duração. A intensidade de esforço foi fixada inicialmente em 35% da capacidade máxima e atingiu nos dois primeiros meses, valores de até 40 a 45% em relação ao valor máximo; nos meses subsequentes, a intensidade de esforço foi fixada entre 90 a 100% da carga máxima em trabalho de força, e entre 60 a 65% da intensidade máxima em provas de duração.

Após completado o período de treinamento inespecífico, os atletas foram reavaliados em 2 dias consecutivos, de maneira semelhante à condição controle.

Nenhum tipo de treinamento foi realizado entre um dia e o outro, nos quais se procedeu a realização dos testes funcionais.

3-) Período de Treinamento Físico Específico

Somente 8 dos 14 atletas (5 homens e 3 mulheres) completaram essa fase do estudo. O treinamento físico correspondente foi direcionado no sentido de se aumentar o desempenho físico específico, para a prova atlética na qual o atleta se especializou. A duração total do treinamento físico variou de 19 a 21 semanas, com uma frequência de 5 a 8 treinos semanais. Cada sessão estendeu-se por aproximadamente 2 horas de duração. A intensidade do trabalho de força variou de 70 a 100% da carga máxima (3 vezes por semana), dependendo do tipo de prova. Em relação ao trabalho específico, foram realizadas corridas e/ou saltos de intensidade entre 80 a 100% do máximo previsto, de acordo com as marcas obtidas pelo atleta em competições do ano anterior e também dos testes aplicados pelo treinador.

Após ter sido completado o período de treinamento específico, os atletas foram submetidos à uma reavaliação funcional, a qual foi realizada em 2 dias consecutivos, de modo semelhante àquela referida nas duas avaliações precedentes.

Devido ao pequeno número de mulheres que concluíram o estudo longitudinal (3) optamos por não incluir seus resultados nesta apresentação.

3. METODOLOGIA - ABORDAGEM EXPERIMENTAL

Em todos os indivíduos estudados, as provas funcionais foram sempre realizadas em um mesmo período do dia para evitar possíveis variações circadianas das variáveis cárdio-respiratórias, as quais poderiam interferir nos resultados obtidos (Cohen e Muehl, apud Maciel, 1983). Nos indivíduos que foram estudados no período da tarde, os testes foram sempre realizados 2 horas após a última refeição. Preliminarmente aos testes, os indivíduos foram instruídos a terem contato com os equipamentos, a fim de se familiarizarem com os testes a que se submeteriam. A temperatura da sala onde os experimentos foram conduzidos foi mantida artificialmente entre 20 e 23°C.

As provas foram sempre realizadas em condições não invasivas, utilizando-se o seguinte protocolo experimental:

a) Teste Submáximo de Exercício Dinâmico:

No primeiro dia, o referido teste foi do tipo descontínuo, realizado com o indivíduo sentado em bicicleta ergométrica (Godart, N.V.) de frenagem eletromagnética (tipo Lanooy - Lanooy e Bonjer, 1956), com níveis de potência correspondentes a 25, 50, 100 e 150 "Watts" para os atletas e de 25, 50 e 100 "Watts" para as atletas, durante 4 minutos em cada nível de esforço. Interpunha-se um período variável de repouso entre um nível de esforço e outro, com o intuito de que a FC e as demais variáveis retornassem aos valores basais. A velocidade de pedalagem foi mantida em uma

freqüência aproximada de 60 rotações por minuto. Cada indivíduo foi orientado para que não executasse, com as mãos que seguravam o guidão, esforço isométrico simultaneamente ao exercício dinâmico.

O eletrocardiograma (ECG), a FC instantânea e os movimentos respiratórios foram registrados durante todo o experimento, através de um registrador gráfico de 4 canais (7754 A Hewlett-Packard). O ECG foi obtido utilizando-se um eletrocardiógrafo (Mingograf 34) acoplado a um amplificador bioelétrico (modelo 8811 A Hewlett-Packard), sendo utilizada a derivação bipolar torácica CM5, com o polo negativo no manúbrio esternal e o positivo na região do quinto espaço intercostal correspondente ao ictus cordis. A mensuração da FC foi realizada através de um cardiotacômetro (modelo 8812 A Hewlett-Packard) ativado pelo sinal eletrocardiográfico.

O sinal respiratório foi obtido através de um pneumotacógrafo (Fleisch no3), conectado entre a peça bucal e a válvula direcional; um transdutor de pressão diferencial detectava as variações desta variável provocadas pela passagem de ar na colméia do equipamento.

Os registros de FC, FC instantânea e FR foram obtidos por um período de 30 segundos (s) antes do início do esforço, durante toda a realização do mesmo, até o primeiro minuto da recuperação deste, sempre a uma velocidade de 2,5 milímetros/segundo.

Os valores da FC foram expressos como média de 10 em 10 s antes, durante e após o término do EFD, obtidos

através de contagem dos intervalos R-R no traçado eletrocardiográfico. As variáveis metabólicas correspondentes a \dot{V} , $\dot{V}O_2$, $\dot{V}CO_2$ e RER foram obtidas na condição controle e do 3^o ao 4^o minuto do EFD. Os valores de \dot{V} foram corrigidos em BTPS ("body temperature, at room pressure, saturated with water vapor") enquanto os de $\dot{V}O_2$ e $\dot{V}CO_2$ para STPD ("standard temperature, at sea level pressure, dry").

b) Teste de Exaustão Física durante Exercício Dinâmico

Nas mesmas condições experimentais, detalhadas anteriormente para o teste submáximo de EFD, os indivíduos realizaram exercício dinâmico, sentado na bicicleta ergométrica. Preliminarmente, o atleta foi orientado a realizar um aquecimento, que constava de corrida no corredor do Laboratório ou de exercício na bicicleta ergométrica com uma potência de 25 a 50 "Watts" (W) durante 15 minutos.

O teste de esforço também foi do tipo descontínuo, sendo que as cargas impostas variavam em função da resposta observada no teste de EFD realizado no dia anterior; iniciava-se o teste com o maior valor de potência anteriormente atingida, até que fosse alcançado o máximo valor suportado pelos indivíduos. Pelo fato de estes atletas serem altamente motivados, os mesmos eram estimulados a atingir, realmente, a condição de exaustão física. O incremento de potência entre cada nível de esforço foi de 50 W no início da prova. Ao se notar que o atleta começava a apresenu

tar dificuldades para manter o esforço na potência correspondente, o incremento de potência passava a ser de 25 W.

Em cada potência o exercício foi realizado durante 4 minutos, intercalado por um período de repouso que variava de 5 a 10 minutos; neste protocolo não houve qualquer preocupação com o retorno da FC aos seus valores basais.

Foram registrados continuamente o ECG, a FC instantânea e os movimentos respiratórios a partir dos 30 s antes do início do esforço, até o 1o minuto subsequente ao seu término.

A coleta do ar expirado foi realizada utilizando-se um gasômetro de 120 litros (Collins 120 liter gasometer - Warren E. Collins Inc.), na condição de repouso durante 3 minutos e, também no último minuto de cada nível de esforço, o que permitia a obtenção da medida da ventilação pulmonar. Uma amostra do ar expirado, de aproximadamente 20 ml, era conduzida do gasômetro para os analisadores de O₂ (Beckman - Oxygen Analyser OM-11) e de CO₂ (Beckman - Medical Gas Analyser LB-2), a fim de se obter, por princípios polarográfico e infravermelho respectivamente, as concentrações destes gases em volumes por cento.

No estudo transversal, para ser avaliada a contribuição relativa dos eferentes simpático e parassimpático no incremento da FC (Δ FC) no exercício dinâmico, utilizou-se de metodologia que considera a diferença de valores das constantes de tempo de cada uma das

divisões do SNA - uma rápida (0 a 10 e 0 a 30 s), vago dependente, outra lenta (30 s a 4 min e 1 a 4 min), simpático dependente e a vago e simpático dependentes (30 a 60 s e 0 a 4 min) (Maciel, 1979 e 1983; Maciel et alii, 1986 e 1988; Gallo Jr. et alii, 1987 e 1989). Já no estudo longitudinal, devido ao pequeno número de indivíduos estudados e principalmente devido a grande variabilidade de resposta dos incrementos de FC apresentada nas três fases estudadas, optamos por utilizar ΔFC nas constantes de tempo onde identificamos alterações relevantes dos incrementos de FC (0 a 10s, 1 a 4 min e 0 a 4 min).

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS; ABORDAGEM ESTATÍSTICA

A partir dos valores de FC, calculados em intervalos de 10 em 10 s no traçado do ECG, bem como dos valores das variáveis respiratórias, foram calculados a média e o desvio padrão, e também os valores do "Teste T de Student" (igualdade das médias) para as amostras não pareadas do estudo transversal, com objetivo de se comparar as respostas médias da FC e das variáveis respiratórias em repouso e durante o EFD apresentadas por atletas de ambos os sexos. O nível de significância foi selecionado em 5%; não obstante esta especificação, os valores de probabilidade obtidos em cada avaliação estatística foram sempre relatados.

No caso do estudo longitudinal foi utilizado um

procedimento estatístico descritivo, a partir da análise dos valores de FC e das demais variáveis respiratórias em repouso e EFD, baseado na apresentação dos dados na forma de "box plot" incluindo a mediana, 1^o e 3^o quartis, e valores extremos. Completou-se esta análise procedendo a medida de posição, assimetria e variabilidade dos dados.

Para o cálculo do coeficiente de correlação e de regressão linear simples (método dos mínimos quadrados), realizados no estudo transversal e longitudinal, referentes a variação da FC do 1^o ao 4^o min de EFD, utilizou-se um programa estatístico específico (MULRG).

R E S U L T A D O S

A. ESTUDO TRANSVERSAL: ANÁLISE COMPARATIVA DE ATLETAS DOS SEXOS MASCULINO E FEMININO, APÓS RETORNO DE PERÍODO DE FÉRIAS COLETIVAS.

A1. CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS

As características antropométricas dos atletas que participaram da presente investigação (Tabela 1) evidenciam que:

a) Os valores médios de idade (sexo masculino: $23 \pm 2,3$ anos; sexo feminino: $21 \pm 3,3$ anos) foram bastante semelhantes em ambos os sexos;

b) Os valores da superfície corporal, do peso corporal e da altura nos atletas do sexo masculino ($1,88 \pm 0,13$ m²; $70 \pm 7,6$ Kg e $180 \pm 8,4$ cm, respectivamente) foram maiores do que nos atletas do sexo feminino ($1,63 \pm 0,12$ m², $56,6 \pm 7,0$ Kg e $167 \pm 5,6$ cm, respectivamente).

A2. CARACTERÍSTICAS ELETROCARDIOGRÁFICAS

No grupo de atletas estudados foram detectadas algumas alterações eletrocardiográficas que estão representadas na Tabela 2.

As alterações de ritmo apresentadas foram as seguintes: arritmia sinusal respiratória intensa em 2 homens e 2 mulheres, bradicardia sinusal em 3 homens e 1 mulher, ritmo do seio coronário em 1 mulher, extrassistolia

ventricular trigeminada monomórfica em 1 homem. Quanto aos distúrbios de condução do estímulo elétrico, foram da seguinte natureza: bloqueio incompleto do ramo direito do feixe de His (grau I) em 3 homens, discreto distúrbio da condução no ramo direito do feixe de His (grau I) em 1 homem e 1 mulher, bloqueio átrio-ventricular de 1º grau em 1 homem; finalmente, quanto às alterações do segmento ST, foi detectado discreto supradesnivelamento em derivações precordiais em 2 homens.

Tabela 2 : Relatório eletrocardiográfico e valores da frequência cardíaca de repouso (FC rep), em batimentos por minuto (bpm), na posição supina, nos atletas dos sexos masculino (n=8) e feminino (n=6).

| Indiv. | FC rep (bpm) | Relatório eletrocardiográfico |
|--------|--------------|---|
| WRRM | 88 | Bloqueio incompleto do ramo direito do feixe de His (grau I) |
| JLB | 52 | Bradiarritmia sinusal; |
| HGO | 64 | Bloqueio incompleto do ramo direito do feixe de His (grau I) |
| WDS | 43 | Bradicardia sinusal; bloqueio incompleto do ramo direito do feixe de His (grau I); eixo médio QRS desviado para a direita |
| KN | 51 | Bradicardia sinusal; discreto distúrbio da condução no ramo direito do feixe de His (grau I); BAV 1º grau (int.PR=0,22s); 2 extrassístoles ventriculares unifocais; |
| GAS | 67 | Discreto supradesnivelamento do segmento ST antero lateral |
| JCO | 48 | Bradicardia sinusal; discreto supradesnivelamento do segmento ST em derivações precordiais |
| FCO | 51 | Bradiarritmia sinusal; |
| MCF | 80 | Distúrbio discreto da condução do estímulo no ramo direito do feixe de His |
| EB | 51--78 | Arritmia sinusal respiratória intensa |
| MMT | 74 | Arritmia sinusal respiratória intensa |
| ER | 53 | Bradicardia sinusal |
| CAJ | 77 | Ritmo sinusal |
| EAB | 68 | Ritmo do seio coronário |

A3. VALORES ESPIROMÉTRICOS

Os valores espirométricos medidos nos atletas foram comparados àqueles existentes para indivíduos normais, expressos na forma de equações de regressão, para as seguintes variáveis: volumes e capacidades pulmonares (Goldman e Becklake, 1958; Crapo et alii, 1981) considerando-se o peso corporal (Kg), a idade (anos) e a altura (cm) correspondentes aos parâmetros destas equações.

A Figura 1 e as Tabelas C1 e C2 (Apêndice C) expressam os valores espirométricos observados e preditos (volumes e capacidades pulmonares) dos atletas estudados.

Para maiores detalhes referentes a este procedimento de coleta de dados, consultar o Apêndice C.

Pode se observar pela análise dos valores médios dos atletas masculinos, que: a capacidade vital ($CV=5,3 \pm 0,63$ l), a capacidade pulmonar total ($CPT=6,8 \pm 0,88$ l), a relação $VEF1/CV$ ($0,81 \pm 0,05$ l), a capacidade vital forçada ($CVF=5,3 \pm 0,63$ l) e a ventilação voluntária máxima ($VVM=176 \pm 29,7$ l), não apresentaram diferenças estatisticamente significantes ($p=0,79$; $p=0,074$; $p=0,096$; $p=0,35$ e $p=0,85$, respectivamente) comparativamente aos valores preditos ($CV=5,4 \pm 0,42$ l; $CPT=7,3 \pm 0,61$ l; $VEF1/CV=0,86 \pm 0,02$ l; $CVF=5,5 \pm 0,43$ l; $VVM=174 \pm 4,53$ l). No entanto, a capacidade residual funcional ($CRF=3,5 \pm 0,49$ l), o volume residual ($VR=1,45 \pm 0,31$ l), a relação $VEF1/CVF\%$ ($81 \pm 7,77$) e o volume expiratório forçado no 1º segundo ($VEF1=4,3 \pm 0,42$ l) apresentaram valores estatisticamente inferiores

($p=0,01$; $p=0,0073$; $p=0,0007$ e $p=0,012$, respectivamente) em relação aos preditos (CRF= $4,0 \pm 0,41$ l; VR= $1,8 \pm 0,18$ l; VEF1/CVF%= $97,6 \pm 0,58$ e VEF1= $4,6 \pm 0,25$ l).

Ao se analisar a média dos valores apresentados pelas atletas, observamos que enquanto a CV ($3,9 \pm 0,69$ l), o VR ($1,6 \pm 0,54$ l), a CPT ($5,7 \pm 0,78$ l), a CVF ($3,7 \pm 0,60$ l) e a VVM ($94,0 \pm 17,6$ l) não mostraram diferenças estatisticamente significantes ($p=1,0$; $p=0,74$; $p=0,64$; $p=0,12$ e $p=0,37$, respectivamente) em relação aos valores preditos (CV= $3,9 \pm 0,29$ l; VR= $1,65 \pm 0,19$ l; CPT= $5,6 \pm 0,43$ l; CVF= $4,15 \pm 0,28$ l e VVM= $100,0 \pm 7,32$ l), as médias da CRF ($2,7 \pm 0,41$ l), da VEF1/CV ($0,76 \pm 0,12$ l) e da VEF1/CVF% ($78,7 \pm 7,7$) foram significativamente menores ($p=0,034$; $p=0,037$ e $p=0,039$, respectivamente) do que os valores preditos (CRF= $3,1 \pm 0,23$ l; VEF1/CV= $0,86 \pm 0,02$ l e VEF1/CVF%= $87,4 \pm 1,5$).

A figura 2 representa o comportamento dos valores espirométricos observados nos atletas de ambos os sexos. A análise dos valores apresentados pelos homens mostra que, em média, a CV, a CRF, a CPT, a CVF, a VVM e o VEF1 ($5,3 \pm 0,61$ l; $3,5 \pm 0,49$ l; $6,8 \pm 0,88$ l; $5,3 \pm 0,63$ l; $176 \pm 29,7$ l e $4,3 \pm 0,42$ l, respectivamente) foram maiores, comparativamente aos das mulheres ($3,9 \pm 0,69$ l; $2,7 \pm 0,41$ l; $5,7 \pm 0,78$ l; $3,7 \pm 0,60$ l; $94 \pm 17,6$ l e $3,0 \pm 0,78$ l, respectivamente), atingindo significância estatística, com as probabilidades de $p=0,0047$ para a CV, $p=0,0084$ para a CRF, $p=0,032$ para a CPT, $p=0,0004$ para a CVF, $p=0,0001$ para

a VVM e $p=0,0084$ para o VEF1.

Por outro lado, os valores médios do VR, bem como das relações VEF1/CV e VEF1/CVF% dos homens ($1,45 \pm 0,31$ l; $0,81 \pm 0,05$ l e $81 \pm 7,77$, respectivamente) não foram estatisticamente diferentes ($p=0,61$ para o VR; $p=0,37$ para o VEF1/CV e $p=0,57$ para o VEF1/CVF%) dos apresentados pelas mulheres ($1,6 \pm 0,54$ l; $0,76 \pm 0,12$ l e $78,7 \pm 7,7$, respectivamente).

De uma forma geral, os homens apresentaram valores de volumes e capacidades pulmonares maiores do que as mulheres.

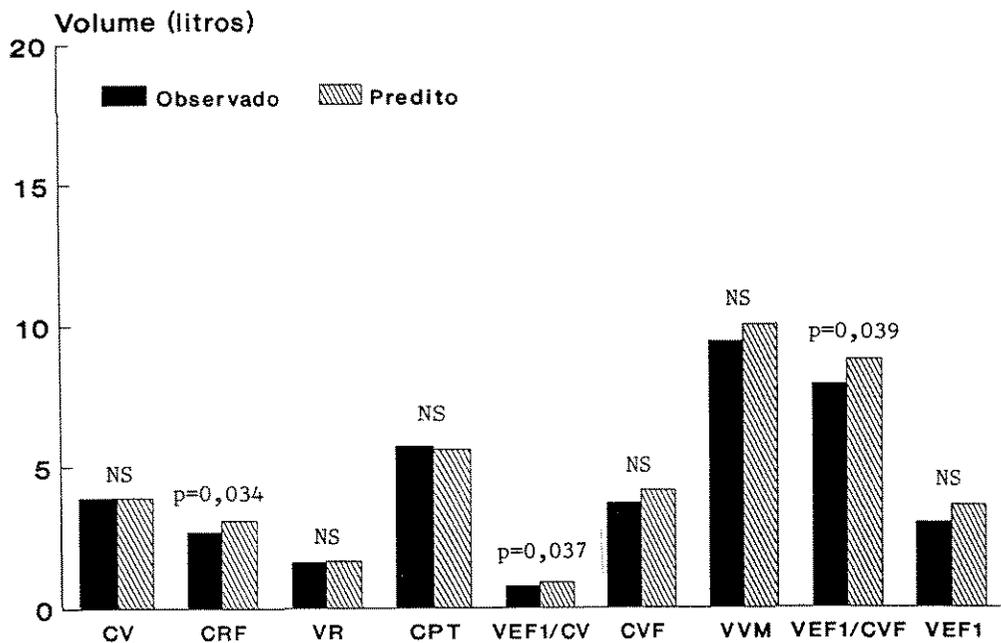
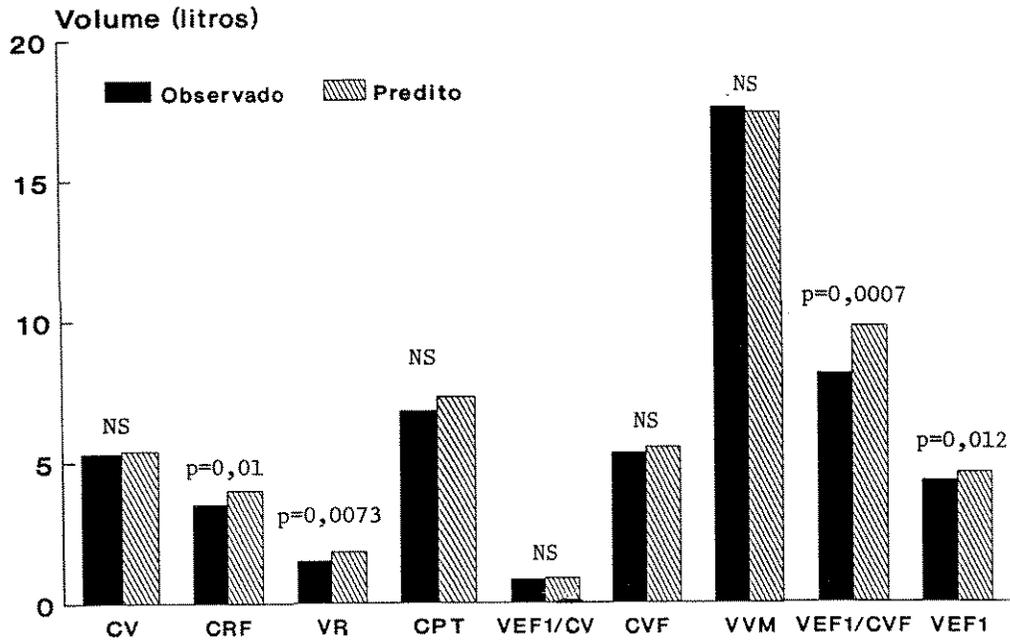


Figura 1: Comportamento dos valores espirométricos nos atletas dos sexos: masculino (n=8), Fig.1-A e feminino (n=6), Fig.1-B em relação aos valores preditos para indivíduos normais. Estão representadas as médias dos valores de CV (capacidade vital), CRF (capacidade residual funcional), VR (volume residual), CPT (capacidade pulmonar total), CVF (capacidade vital forçada), VVM (ventilação voluntária máxima) e VEF1 (volume expiratório forçado no 1º segundo). NS = não significante. VEF1/CVF = valor % X 10. VVM = valor em l/min X 10.

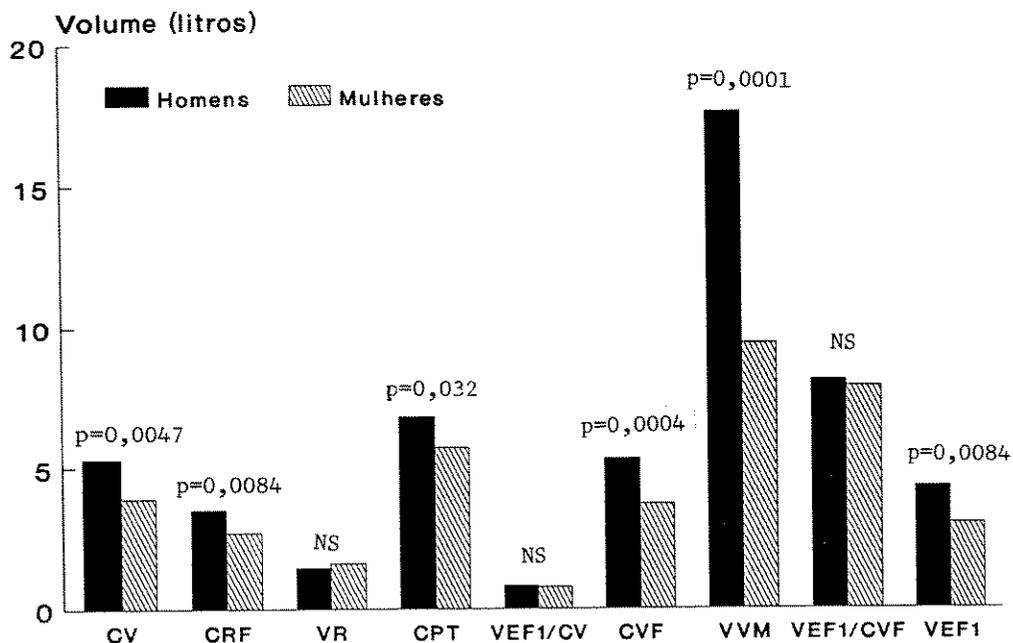


Figura 2: Comportamento dos valores espirométricos observados nos atletas dos sexos masculino (n=8) e feminino (n=6). Estão representadas as médias dos valores de CV (capacidade vital), CRF (capacidade residual funcional), VR (volume residual), CPT (capacidade pulmonar total), CVF (capacidade vital forçada), VVM (ventilação voluntária máxima) e VEF1 (volume expiratório forçado no 1º segundo). NS = não significativa. VEF1/CVF=valor % X 10. VVM = valor em l/min X 10.

A4. CONSUMO DE OXIGÊNIO EM NÍVEIS SUBMÁXIMOS E EM EXAUSTÃO FÍSICA

As modificações de consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) induzidas pela execução de EFD nos atletas dos sexos masculino e feminino estão dispostas nas Figuras 3 e 4 e Tabelas 3, C3 e C4 (Apêndice C).

É possível constatar pela observação dos dados expressos na Figura 3 que, em repouso, os valores de $\dot{V}O_2$ apresentados pelos homens ($399 \pm 29,3$ ml, $p=0,0004$) foram significativamente superiores aos apresentados pelas mulheres ($325 \pm 25,9$ ml). Por outro lado, durante o EFD, documentou-se um aumento linear do $\dot{V}O_2$ com o aumento da potência desenvolvida, para ambos os sexos. Para uma mesma potência submáxima (25 e 50 "Watts" - (W)), o $\dot{V}O_2$ foi comparável em ambos os sexos; na potência de 100 W, embora os valores apresentados pelas mulheres tenham sido levemente superiores aos dos homens, os mesmos não atingiram diferenças estatisticamente significantes ($p=0,084$); no entanto, ressalte-se que os homens, comparativamente às mulheres, atingiram na condição de exaustão física, maiores valores de potência e de $\dot{V}O_2$ -pico (3463 ± 380 ml/min para homens; e 2370 ± 363 ml/min para mulheres - vide Figura 4 e Tabela 3). Tais valores foram significativamente superiores nos atletas do sexo masculino do que do feminino ($p=0,0037$).

Por outro lado, ao se analisar os valores do $\dot{V}O_2$ -pico, relativos ao peso corporal apresentado pelos

atletas de ambos os sexos ($50,5 \pm 8,7$ ml/Kg/min para os homens e $42,2 \pm 5,4$ ml/Kg/min para as mulheres), nota-se que, a diferença entre eles não atinge significância estatística ($p=0,052$), embora o valor médio seja maior nos homens do que nas mulheres.

A Figura 4 mostra que ocorre uma nítida relação entre os valores de potência e os valores de $\dot{V}O_2$ -pico, no entanto, a FC-pico apresenta uma resposta bastante variável, não relacionada com os valores picos de potência e $\dot{V}O_2$.

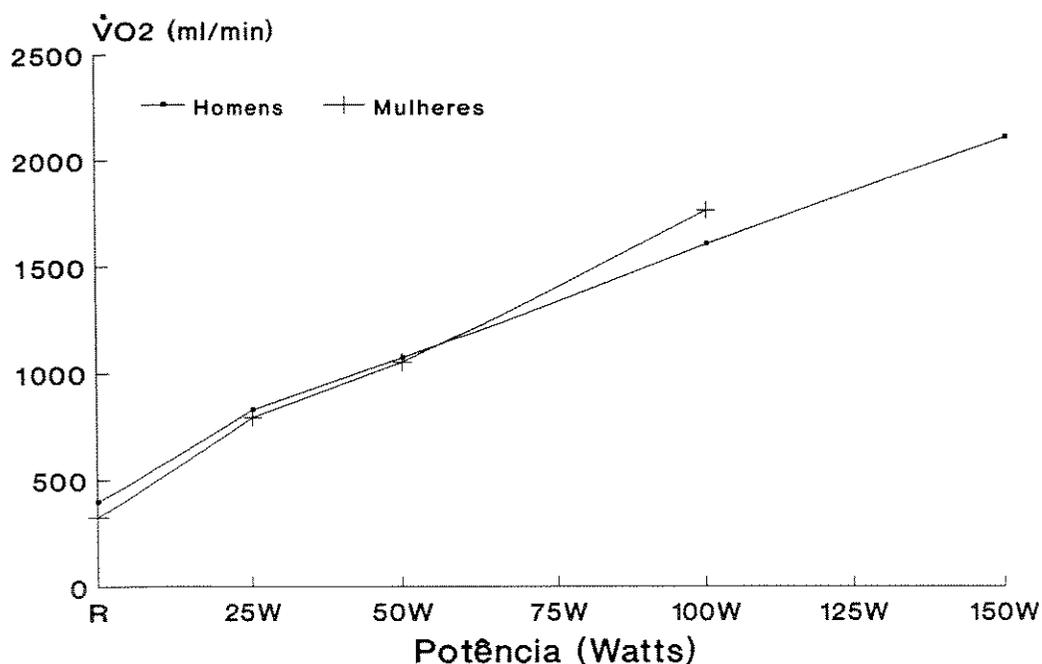


Figura 3: Resposta do consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) em repouso (R) e em diferentes potências submáximas de exercício físico dinâmico, em atletas dos sexos masculino ($n=8$) e feminino ($n=6$). Estão representados os valores médios medidos em repouso e no minuto final de cada potência.

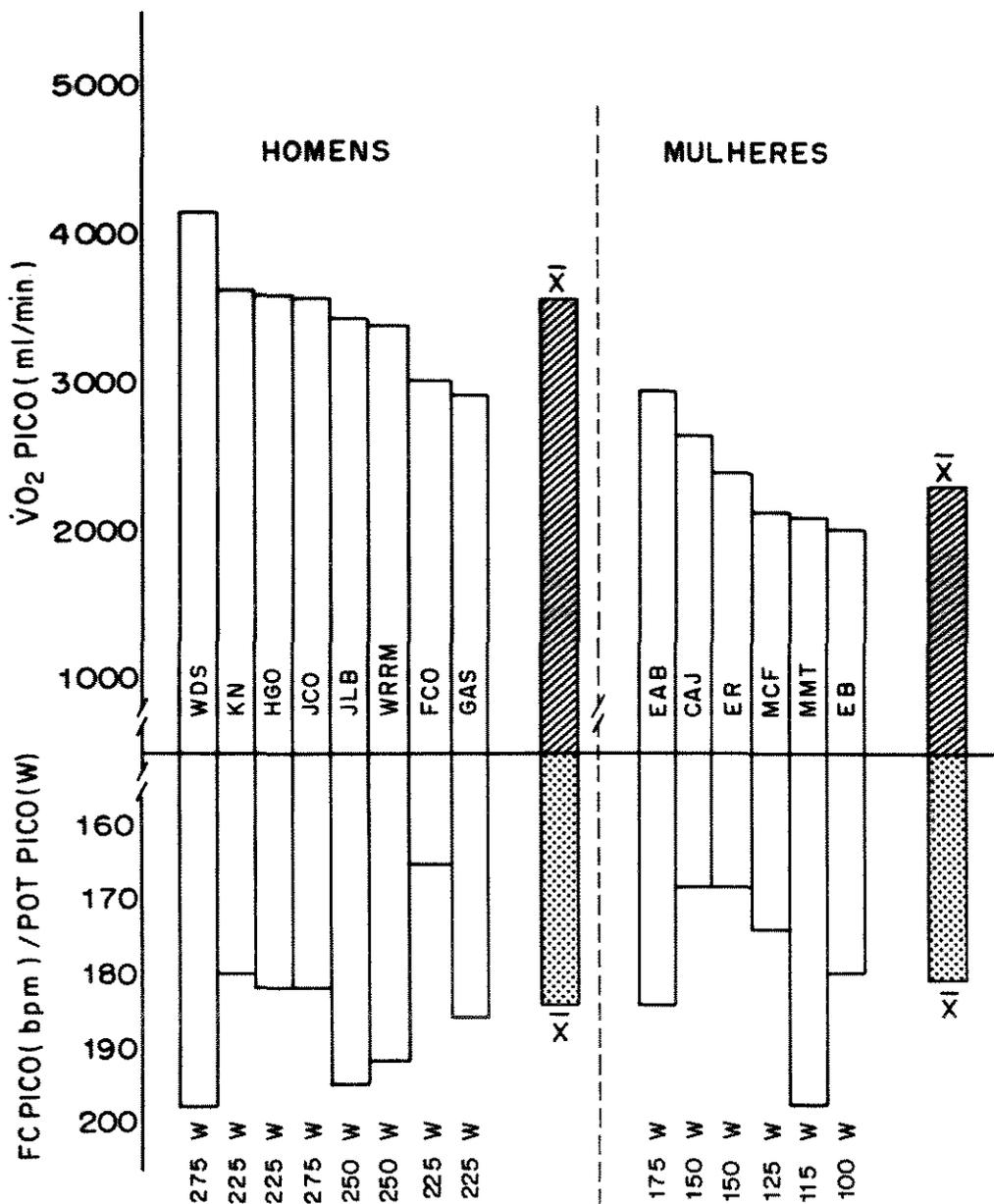


Figura 4: Respostas individuais e médias dos valores pico do consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$ -pico), e da frequência cardíaca (FC-pico), com as respectivas potências, em atletas dos sexos masculino (n=8) e feminino (n=6). (W = "Watts" X = média dos valores).

Tabela 3 : Valores pico absolutos e relativos do consumo de oxigênio (VO2-pico) observados nos atletas de ambos os sexos estudados.

| Sexo | Indivíduo | VO2-pico | |
|---|-----------|----------|-----------|
| | | ml/min | ml/Kg/min |
| M A S C U L I N O | WRRM | 3385 | 51,3 |
| | JLB | 3438 | 52,9 |
| | HBD | 3590 | 59,8 |
| | NDS | 4149 | 62,9 |
| | KN | 3620 | 51,7 |
| | GAS | 2940 | 43,2 |
| | JCO | 3574 | 46,4 |
| | FCO | 3008 | 35,8 |
| | X | 3463 | 50,5 |
| | SD | 380 | 8,7 |
| F E M I N I N O | MCF | 2126 | 35,4 |
| | EB | 2013 | 41,9 |
| | MMT | 2098 | 37,5 |
| | ER | 2397 | 49,9 |
| | CAJ | 2649 | 42,0 |
| | EAB | 2936 | 46,6 |
| | X | 2370 | 42,2 |
| | SD | 363 | 5,4 |

AB. FREQÜÊNCIA CARDÍACA

As respostas da FC ao EFD executado nos diferentes níveis de esforço, 25, 50, 100 e 150 "Watts" (W) para atletas do sexo masculino, e 25, 50 e 100 W para do sexo feminino, estão representadas nas Figuras 5 a 7 e nas Tabelas C5 a C7 (Apêndice C).

Analisando-se inicialmente a Figura 5, merecem destaques os seguintes achados: em baixos níveis de potência (25 W), para ambos os sexos, ocorreu uma elevação rápida da FC nos primeiros 10 segundos (s) de EFD, sendo que, nos homens, os valores pico desta variável foram atingidos já nos primeiros 10 s, e nas mulheres somente nos 20 s do EFD; a partir desses intervalos de tempo a FC se reduziu, tendendo a atingir um platô, geralmente a partir do 2º minuto (min) do exercício.

Ao se analisar a resposta da FC na potência em 50 W observa-se que para ambos os grupos de atletas ocorreu a taquicardia rápida nos 10 s iniciais do esforço, comparável à potência de 25 W. Enquanto que nos homens se observa, a partir dos 10 s, um retorno lento da FC atingindo um platô aos 2 min, nas mulheres observa-se que, de 20 a 50 s, se estabelece um platô inicial da resposta da FC e a partir do 1º até o 4º min do esforço ocorre uma elevação lenta da FC.

Ao se analisar comparativamente a resposta cronotrópica na potência de 100 W, nota-se o mesmo padrão de resposta para ambos os sexos. A partir da fase de elevação

rápida, nos 10 s iniciais, ocorre uma tendência de elevação da FC. A partir dos 30 s do início do EFD para as mulheres e dos 50 s para os homens, observa-se uma elevação lenta da FC que se estende até o 4^o min do esforço; destaque-se o fato de que o incremento de FC do repouso ao 4^o min de esforço e a elevação lenta da FC do 1^o ao 4^o min do exercício foram nitidamente maiores nas mulheres do que nos homens.

As Figuras 6 e 7 superpõem em um mesmo gráfico, as respostas da FC nos atletas de ambos os sexos, nas potências de 25, 50, 100 e 150 W. Tais figuras destacam diferenças já ressaltadas anteriormente, mas o seu principal propósito é mostrar, comparativamente, que os homens partem de menores valores basais de FC tanto na condição de repouso como nas potências de 25 a 100 W e, mesmo na condição de esforço continuam a apresentar menores valores absolutos de FC do que as mulheres. Também merece menção o fato de que, em 50 W, somente as mulheres apresentam elevação lenta da FC do 1^o a 4^o min do esforço. A Figura 7-B mostra como o padrão de resposta da FC se assemelha nos dois sexos nas potências de 100 W para as mulheres e de 150 W para os homens.

Ao se observar comparativamente o comportamento da FC de repouso na posição supina (Figuras 8 e 9 e Tabela 2), nota-se que a maioria das mulheres apresentou valores superiores aos dos homens (médias iguais a 69 e 58 bpm, respectivamente). A faixa de variação dos valores de FC de repouso foi de 42 a 64 bpm para os homens (com exceção de WRRM que apresentou valor de 88 bpm) e de 53 a 80 bpm para

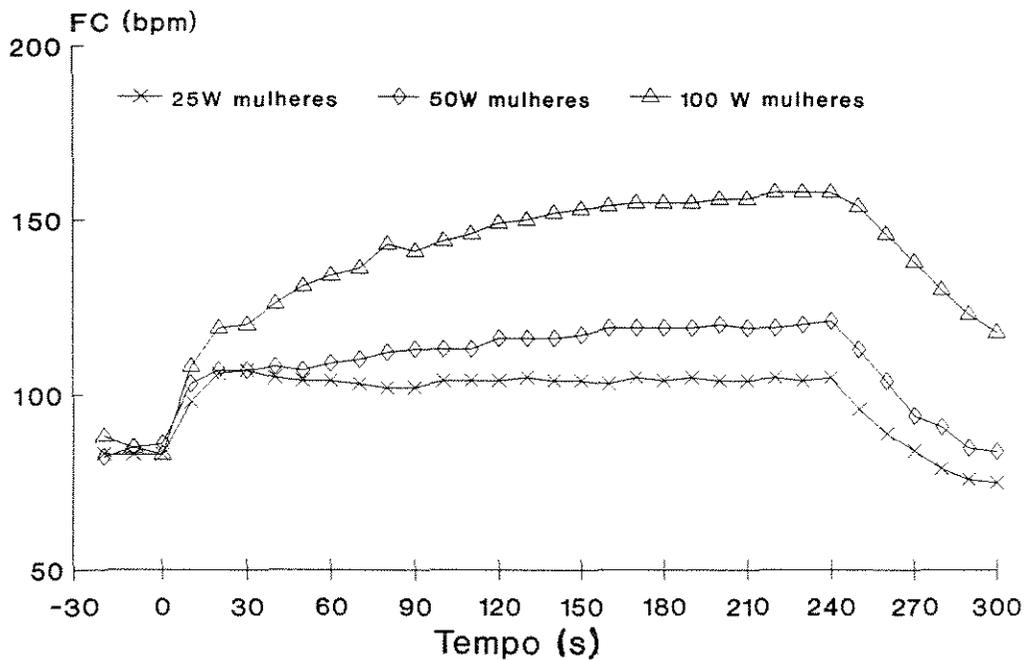
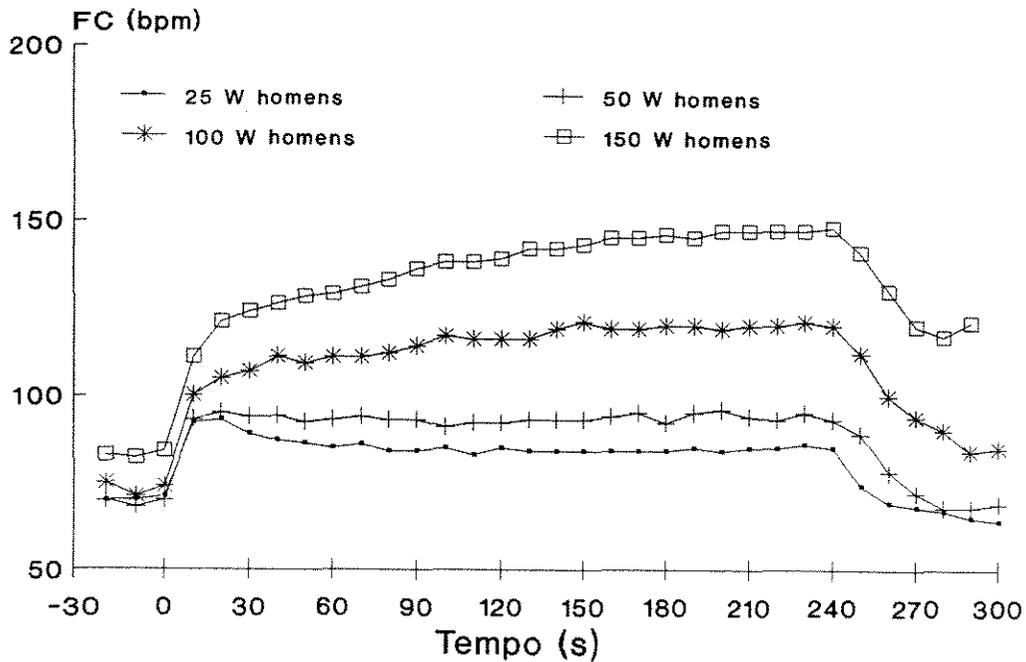


Figura 5: Resposta da frequência cardíaca (FC) ao exercício físico dinâmico realizado por 4 minutos, nas potências de 25, 50, 100 e 150 "Watts" em atletas do sexo masculino (n=8) e em 25, 50 e 100 "Watts" em atletas do sexo feminino (n=6). Estão representados os valores médios da frequência cardíaca a cada 10 segundos.

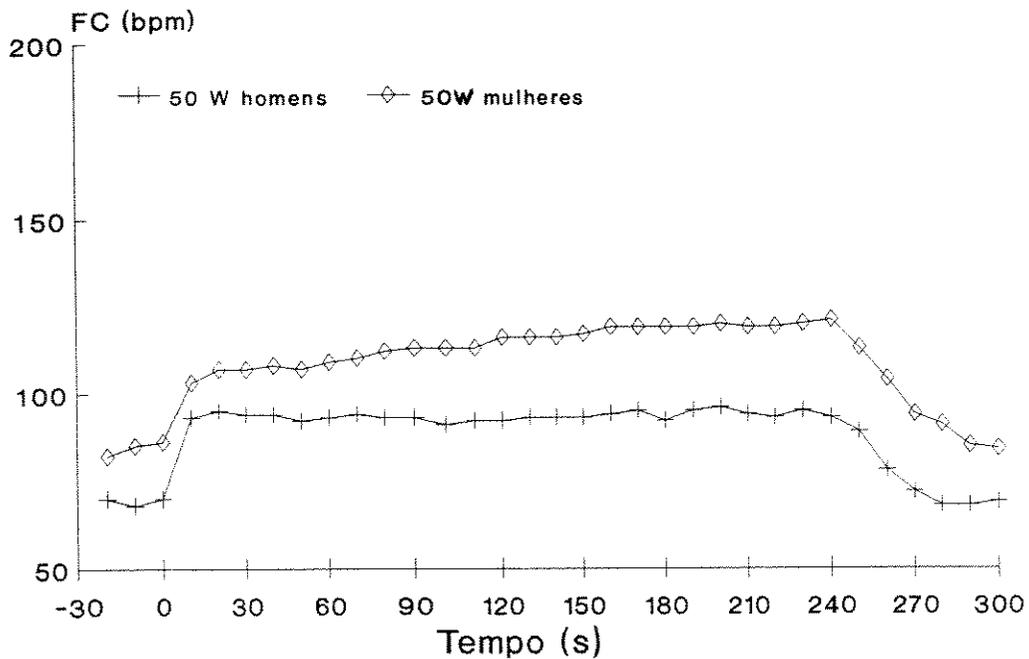
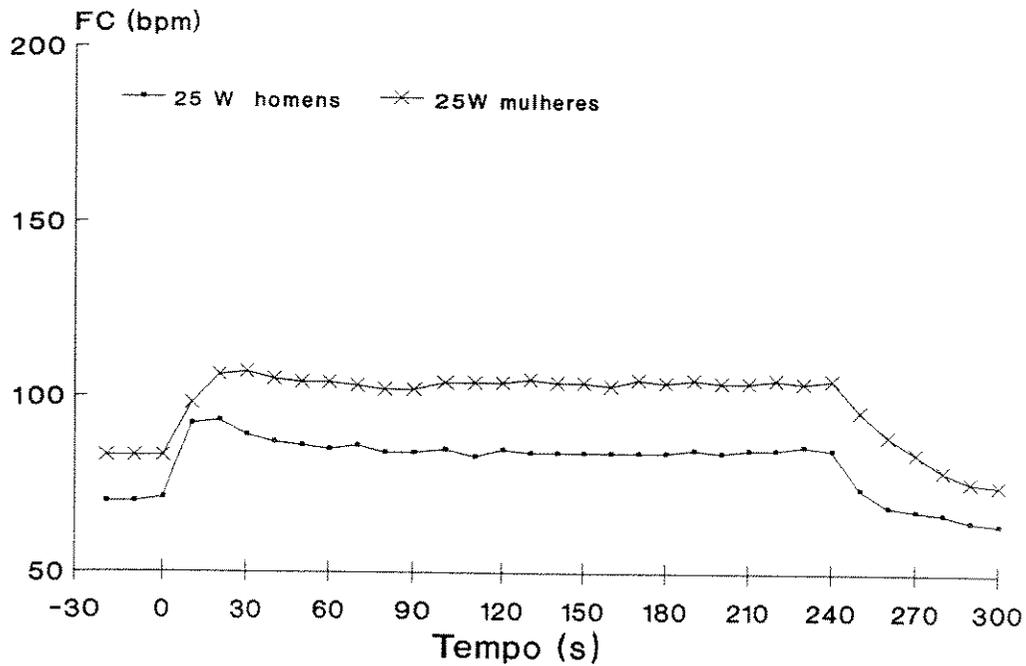


Figura 6: Resposta da frequência cardíaca (FC) ao exercício físico dinâmico realizado por 4 minutos, nas potências de 25 e 50 "Watts", em atletas dos sexos masculino (n=8) e feminino (n=6). Estão representados os valores médios da frequência cardíaca a cada 10 segundos.

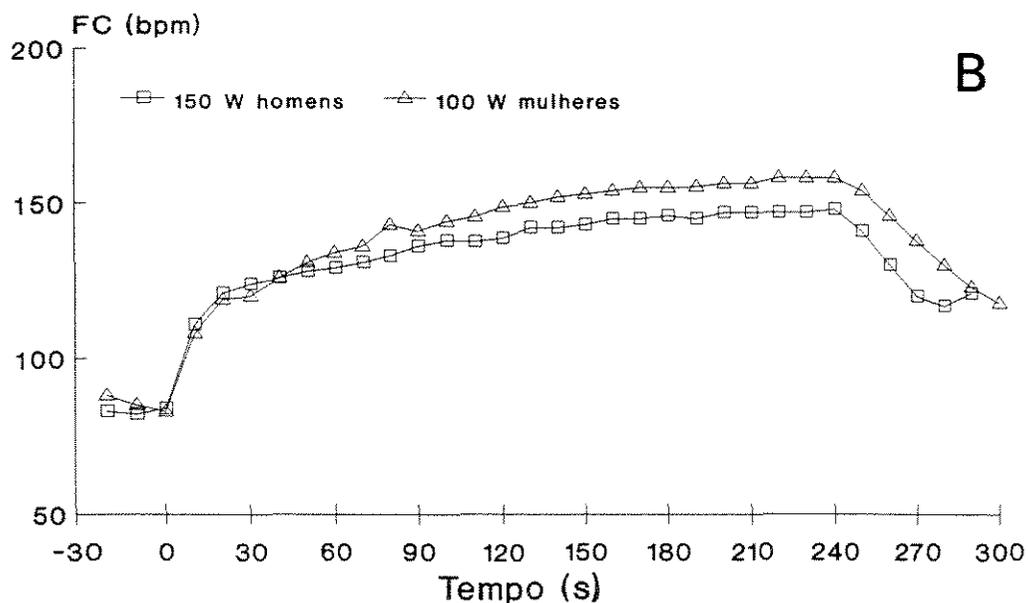
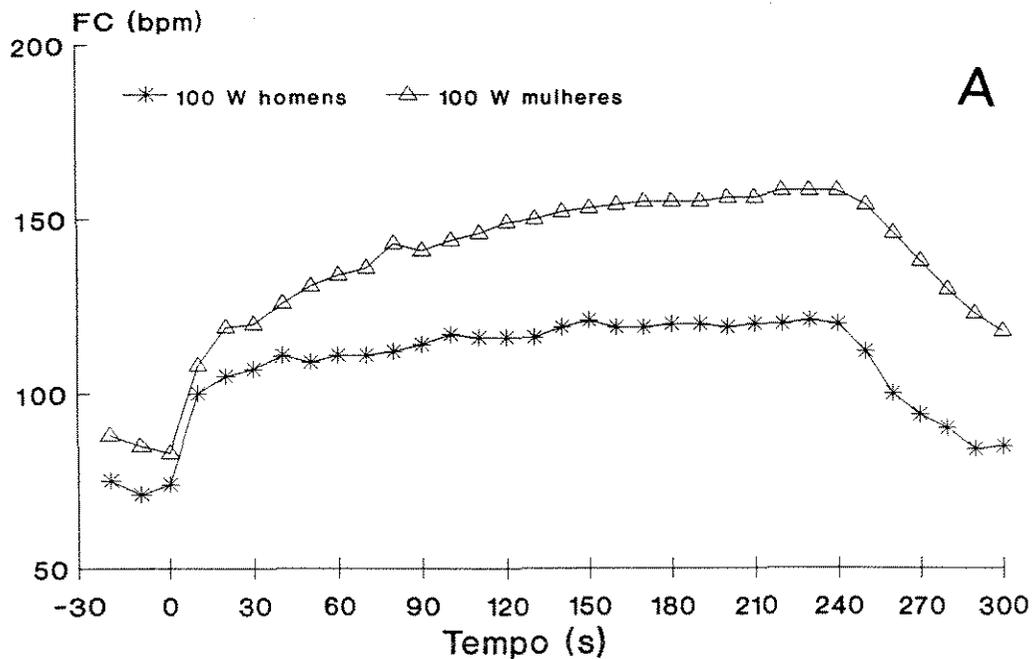


Figura 7: Resposta da frequência cardíaca (FC) ao exercício físico dinâmico realizado por 4 minutos, na potência de 100 "Watts" (Fig. 7-A) e nas potências de 150 x 100 "Watts" (Fig. 7-B), em atletas dos sexos masculino (n=8) e feminino (n=6). Estão representados os valores médios da frequência cardíaca a cada 10 segundos.

as mulheres. Não obstante estes achados, a diferença entre os valores médios não atingiu significância estatística ($p=0,11$).

A Figura 8 mostra os valores individuais e médios da FC em repouso na posição supina e os correspondentes à condição de exaustão em exercício físico (FC-pico). Apesar de os homens apresentarem maiores valores médios de FC-pico e, principalmente, de maior bradicardia na condição de repouso comparativamente as mulheres, as diferenças de FC-pico não atingiram significância estatística ($p=0,69$). Observar que não existe, individualmente, em ambos os sexos, qualquer relação entre os valores destas duas variáveis.

Deve ser enfatizado que pelo menos em 6 homens e em 2 mulheres a FC-pico correspondeu a FC máx, uma vez que se evidenciou uma tendência de se atingir um platô na resposta da FC ao se incrementar os valores de potência (ver Tabela 4).

A Figura 9 mostra os valores picos do consumo de oxigênio (ml/kg/min) em relação à FC basal (bpm), de atletas de ambos os sexos, de acordo com prova atlética. Nota-se uma grande variabilidade nos valores apresentados; assim, merece destaque o fato de um atleta marchador e fundista (prova de "resistência") ter apresentado menor valor pico de $\dot{V}O_2$ do que um velocista e meio-fundista. Por outro lado, uma mulher predominantemente fundista apresentou valor de $\dot{V}O_2$ -pico similar ao de uma velocista.

Foram ainda realizados, para ambos os sexos, testes de correlação entre as variáveis FC-pico e FC basal; $\dot{V}O_2$ basal e FC basal; $\dot{V}O_2$ -pico e FC basal; FC-pico e $\dot{V}O_2$ basal; $\dot{V}O_2$ -pico e $\dot{V}O_2$ basal; FC-pico e FC basal; FC-pico e $\dot{V}O_2$ -pico; $\dot{V}O_2$ basal e FC basal; e destas, somente as relativas as variáveis $\dot{V}O_2$ -pico e FC basal nas mulheres e FC-pico e $\dot{V}O_2$ -pico nos homens apresentaram uma correlação (r) satisfatória do ponto de vista fisiológico (-0,841 e 0,688, respectivamente). Ressalte-se que pelo fato de a amostra estudada ter sido pequena, optou-se por não aplicar testes de significância, uma vez que se poderia incorrer em erros do ponto de vista estatístico (Costa Neto, 1977).

A Figura 10 e Tabela 4 representam a FC absoluta em todos atletas estudados, incluindo homens e mulheres, em potências submáximas e na condição de exaustão física. Observa-se que tanto em repouso como em exercício, independentemente da potência aplicada, as mulheres, de um modo geral, apresentaram maiores valores absolutos de FC. Também merece destaque o achado de que em potências próximas aos valores pico (maiores que 200 W), documentou-se, principalmente nos homens, uma tendência de se atingir uma resposta da FC do tipo platô.

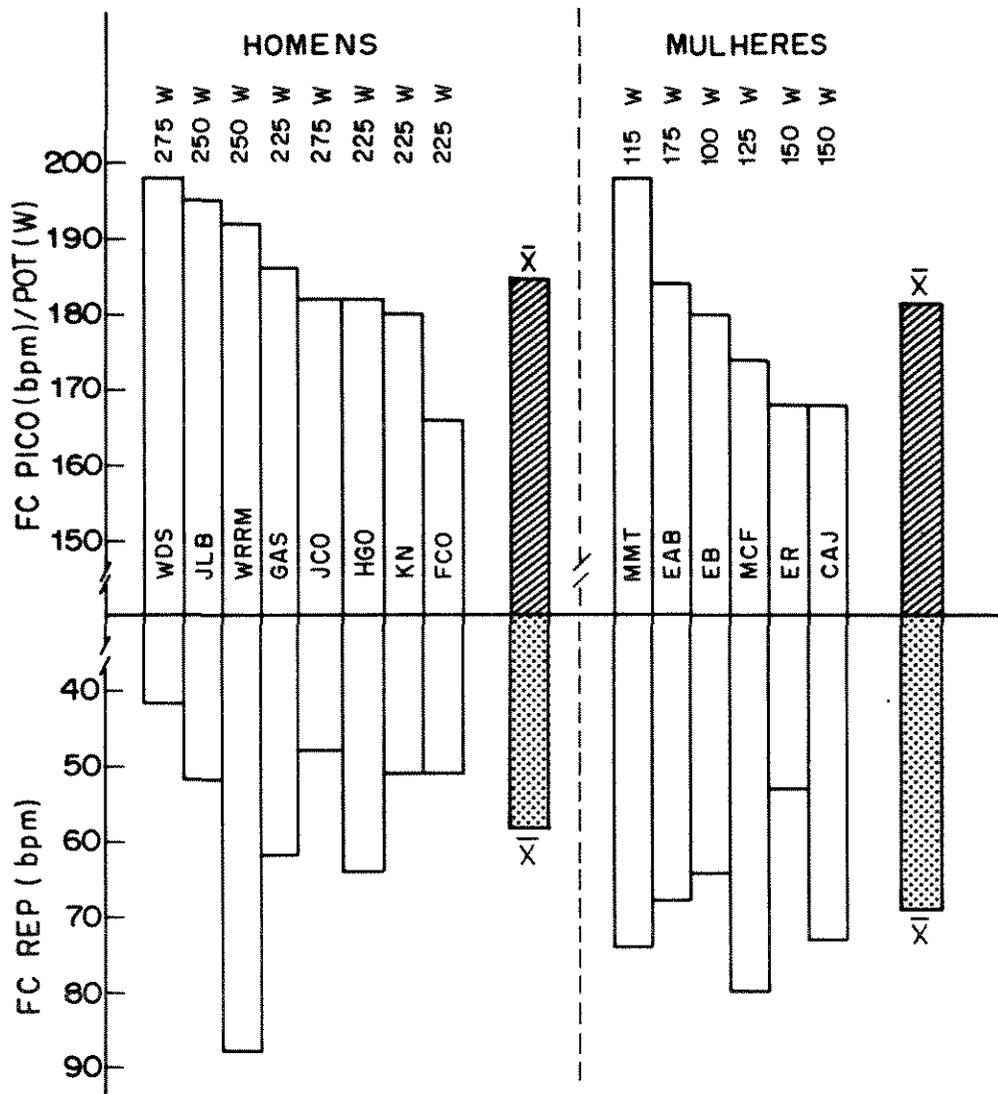


Figura 8 : Valores individuais e médios da frequência cardíaca pico (FC-pico) ao exercício físico dinâmico, nas respectivas potências atingidas, e do valor de frequência cardíaca de repouso (FC rep) na posição supina, em atletas dos sexos masculino (n=8) e feminino (n=6). W="Watts"

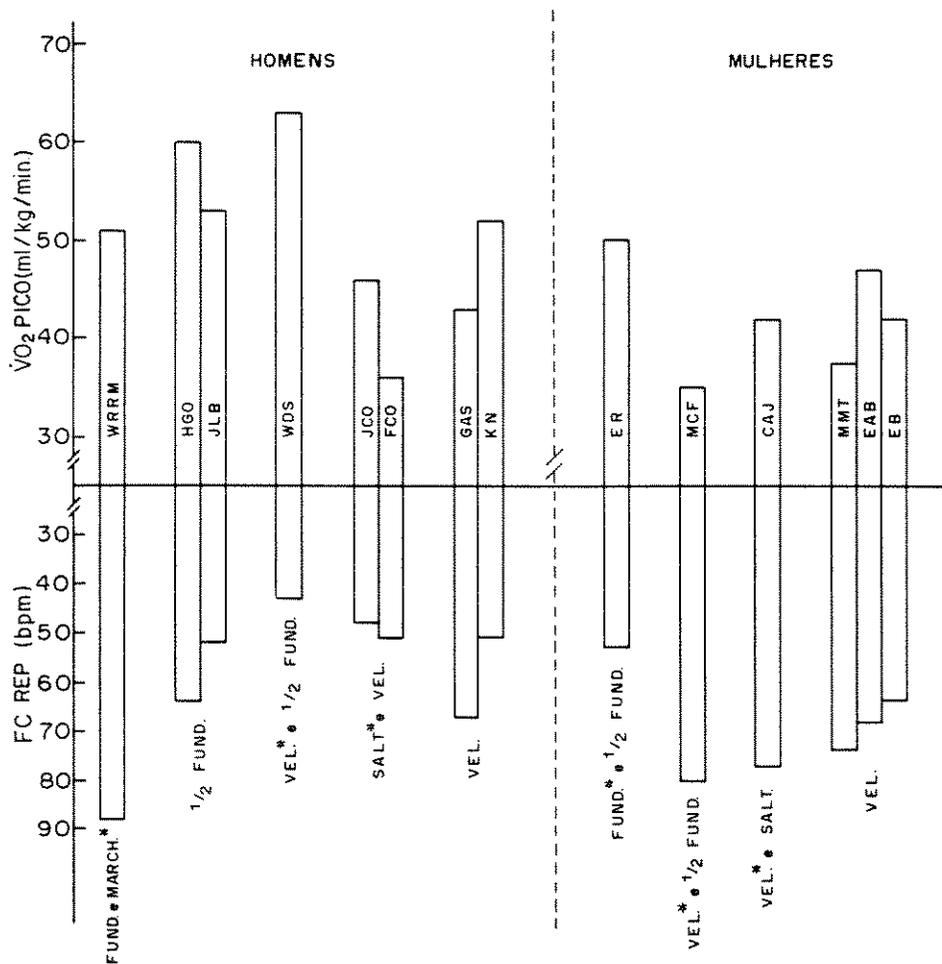


Figura 9: Valores individuais da frequência cardíaca de repouso (FC rep.=bpm) na posição supina por consumo de oxigênio pico (VO₂-pico), de atletas dos sexos masculino (n=8) e feminino (n=6), de acordo com a respectiva prova atlética.

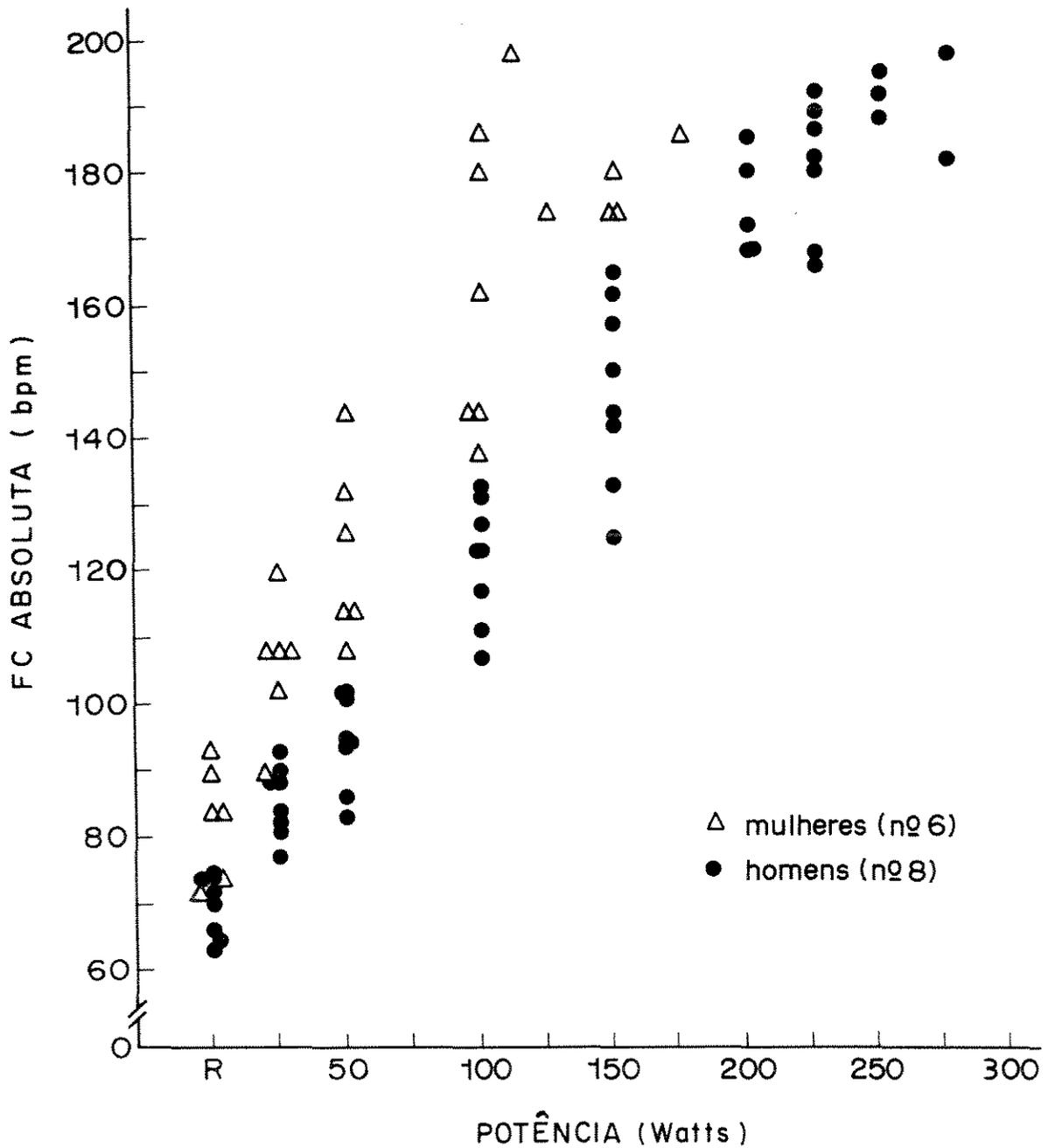


Figura 10: Frequência cardíaca absoluta em cada potência desenvolvida por atletas de ambos os sexos, obtida nas provas submáximas e de exaustão física.

Tabela 4 : Valores absolutos da frequência cardíaca, em repouso (R) e em cada potência desenvolvida, em atletas dos sexos masculino (n=8) e feminino (n=6).

| Nome | R | 25 W | 50 W | 100 W | 115 W | 125 W | 150 W | 175 W | 200 W | 225 W | 250 W | 275 W |
|------|----|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| MRRM | 74 | 84 | 95 | 127 | | | 162 | | 185 | 192 | | |
| JLB | 63 | 81 | 86 | 107 | | | 125 | | 168 | 189 | 195 | |
| HGD | 70 | 83 | 102 | 133 | | | 165 | | 180 | 182 | | |
| MDS | 72 | 77 | 83 | 111 | | | 133 | | 168 | | 188 | 198 |
| KN | 75 | 88 | 95 | 123 | | | 157 | | | 180 | | |
| GAS | 74 | 93 | 101 | 131 | | | 150 | | 172 | 186 | | |
| JCD | 66 | 88 | 94 | 117 | | | 142 | | | 168 | | 182 |
| FCD | 64 | 90 | 102 | 123 | | | 144 | | | 166 | | |
| MCF | 93 | 120 | 132 | 162 | | 174 | | | | | | |
| EB | 71 | 102 | 126 | 180 | | | | | | | | |
| MNT | 90 | 108 | 144 | 186 | 198 | | | | | | | |
| ER | 72 | 90 | 108 | 138 | | | 174 | | | | | |
| CAJ | 84 | 108 | 114 | 144 | | | 174 | | | | | |
| EAB | 84 | 108 | 114 | 144 | | | 180 | 186 | | | | |

A Figura 11 mostra em atletas de ambos os sexos e nas potências estudadas, os incrementos da FC em vários intervalos, a saber: 0 a 10 s, 0 a 30 s, 30 a 60 s, 30 s a 4 min, 1 a 4 min e 0 a 4 min.

Do ponto de vista qualitativo, os vários incrementos das FC foram aproximadamente semelhantes nos dois sexos. Apesar dos incrementos de FC de 0 a 10 s serem ligeiramente superiores nos homens do que nas mulheres, as diferenças não atingiram significância estatística (Figuras 12 e 13). Observa-se, também, que este intervalo, comparativamente aos demais, foi menos influenciado pelo valor de potência aplicada.

A magnitude dos incrementos da FC de 0 a 30 s foram muito próximos aos observados de 0 a 10 s para ambos os sexos (os resultados expressos nas Figuras 12 e 13 não mostram diferenças estatisticamente significantes), nas diversas potências estudadas. Estes achados indicam que foi justamente a taquicardia observada nos 10 s iniciais a que mais contribuiu para o incremento de FC observado de 0 a 30 s. Merece destaque a tendência de que, neste intervalo, já se observa, pelo menos nos homens, uma dependência destes incrementos aumentarem de acordo com a elevação da potência do esforço realizado.

Os incrementos da FC de 30 a 60 s não diferiram entre si estatisticamente, a não ser na potência de 100 W, condição em que a sua magnitude foi maior nas mulheres do que nos homens. Na análise do incremento da FC neste

período, merece menção o achado de que em 25 W os valores serem negativos em ambos os sexos, em 50 W serem praticamente nulos, e tornarem-se positivos em potências superiores.

A análise dos incrementos de 30 s a 4 min mostra que, com exceção dos valores em 25 W, onde os mesmos foram semelhantes para ambos os sexos, nas potências de 50 e 100 W, documentou-se incrementos de FC bem superiores nas mulheres do que nos homens, os quais chegaram a atingir valores estatisticamente significantes (Figuras 12 e 13).

O padrão de resposta dos incrementos de FC de 1 a 4 min foi, em 50 e 100 W, praticamente semelhante ao descrito para o dos incrementos de 30 s a 4 min (vide Figura 12 e 13), seja no que diz respeito ao sexo como às potências consideradas. Apenas merece menção o achado de que em 25 W, os incrementos da FC são negativos de 30 s a 4 min e nulos ou positivos de 1 a 4 min.

Finalmente, os incrementos globais da FC, de 0 a 4 min, também foram maiores nas mulheres do que nos homens em todas as potências estudadas (25, 50 e 100 W), atingindo significância estatística, exceto na potência de 50W. Outrossim, a análise da Figura 12-A nos indica que dentre os vários incrementos da FC observados em 25 W somente o de 0 a 4 min foi significativamente maior nas mulheres ($p=0,025$) do que nos homens.

Resta comentar a Figura 13-B, na qual se superpõem as respostas dos incrementos de FC nas potências

de 100 W para as mulheres e 150 W para os homens. Observa-se que com exceção dos incrementos de 30 a 60 s e de 30 s a 4 min, os demais valores estão próximos entre si em ambos os sexos e não mostraram diferenças estatisticamente significantes, revelando que, no grupo estudado, o padrão de resposta da FC no decurso do tempo, em vários dos intervalos estudados, tende a se aproximar nos homens e mulheres, apesar de estas últimas estarem se exercitando em uma potência 34% menor do que a dos homens.

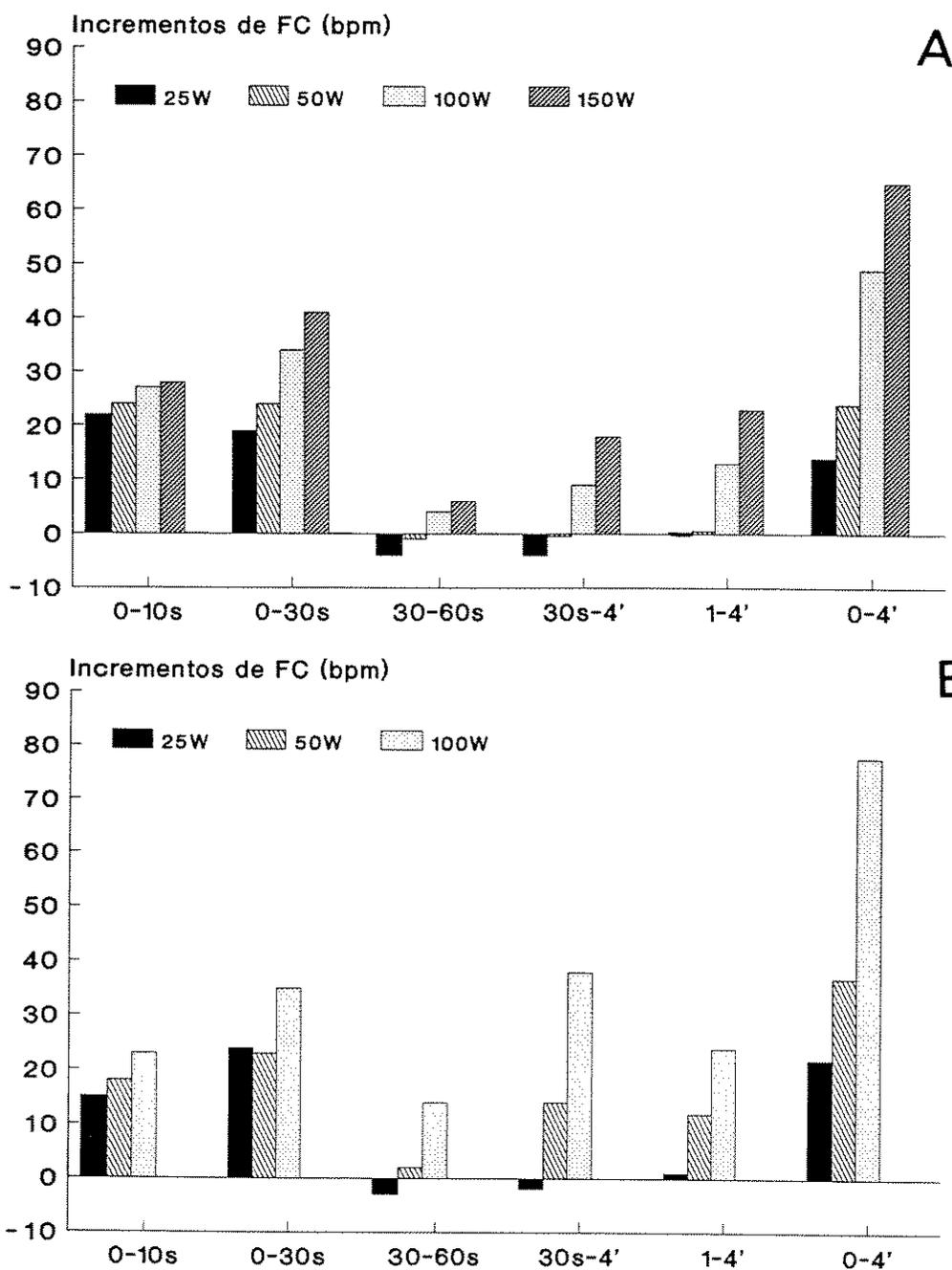


Figura 11: Incrementos da frequência cardíaca (FC) em batimentos por minuto (bpm), nas potências de 25, 50, 100 e 150 W em atletas do sexo masculino (Fig.11-A) e em 25, 50 e 100 W em atletas do sexo feminino (Fig.11-B), nos intervalos de 0 a 10, 0 a 30 e 30 a 60 segundos (s), 30 s a 4 minutos (min), 1 a 4 min e 0 a 4 min. A altura das barras corresponde aos valores médios do grupo estudado. W="Watts"

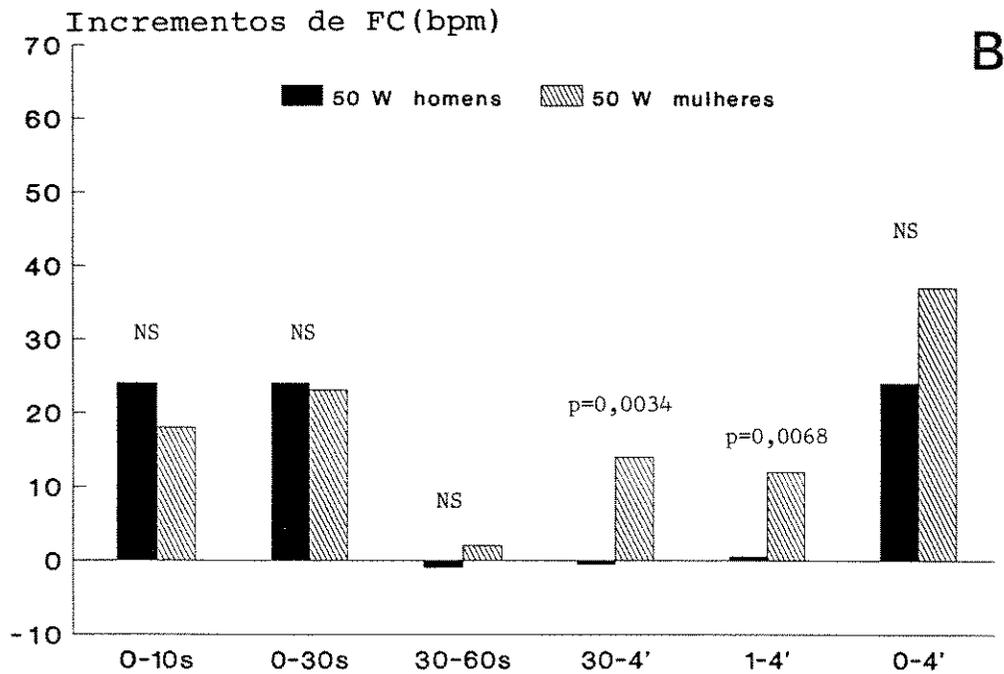
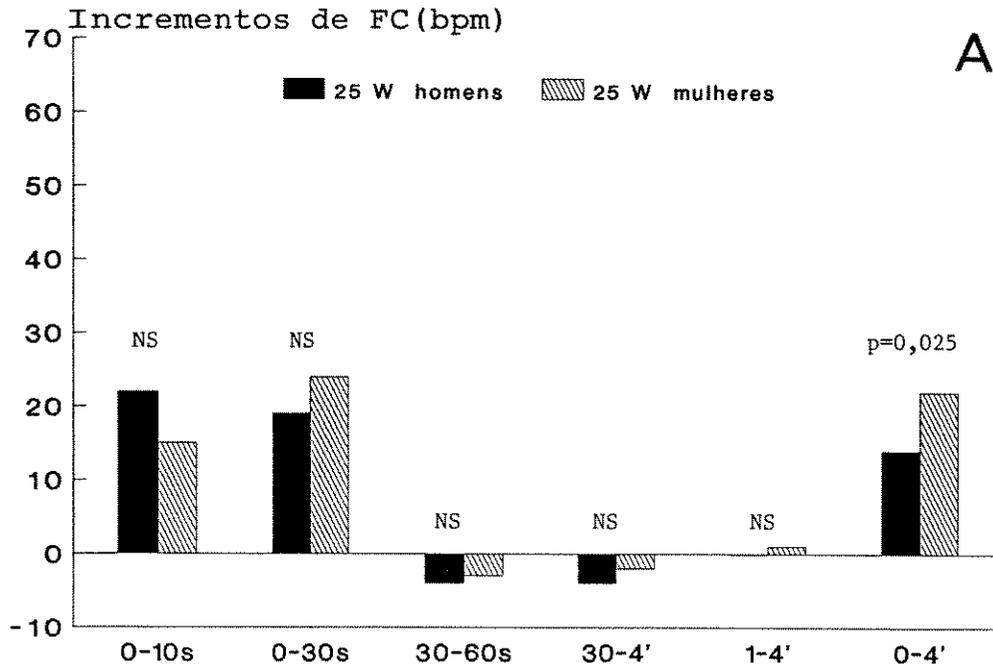


Figura 12: Incrementos da frequência cardíaca (FC) em batimentos por minuto (bpm) em atletas homens (n=8) e mulheres (n=6) nas potências de 25 W (Fig.12-A) e 50 W (Fig.12-B), nos intervalos de 0 a 10, 0 a 30, 30 a 60 segundos (s), 30 s a 4 minutos (min), 1 a 4 e 0 a 4 min. A altura das barras corresponde aos valores médios dos grupos estudados. NS=não significativa, W="Watts"

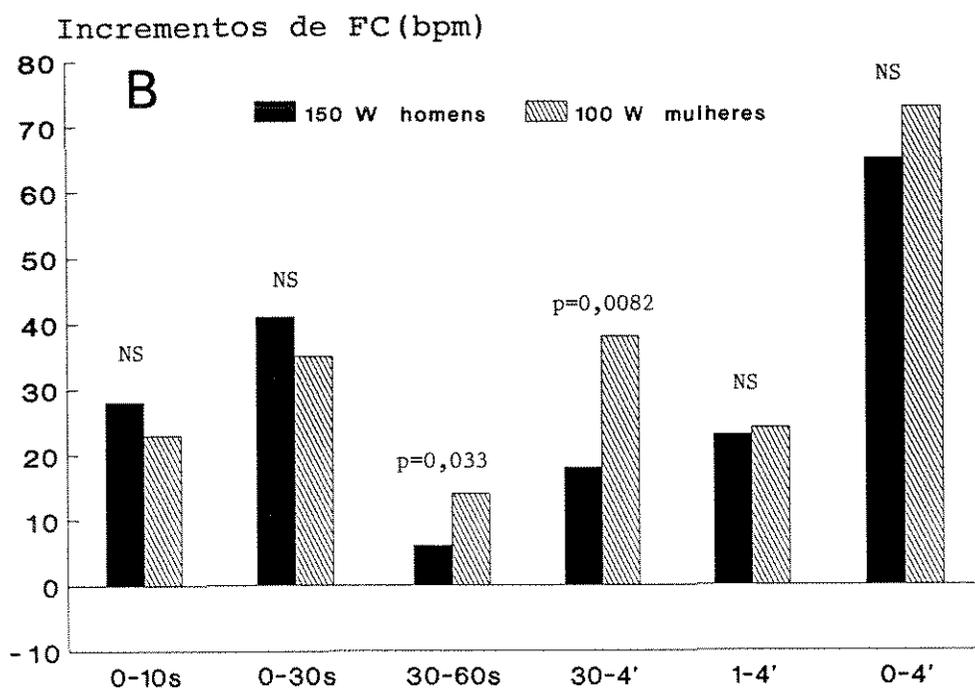
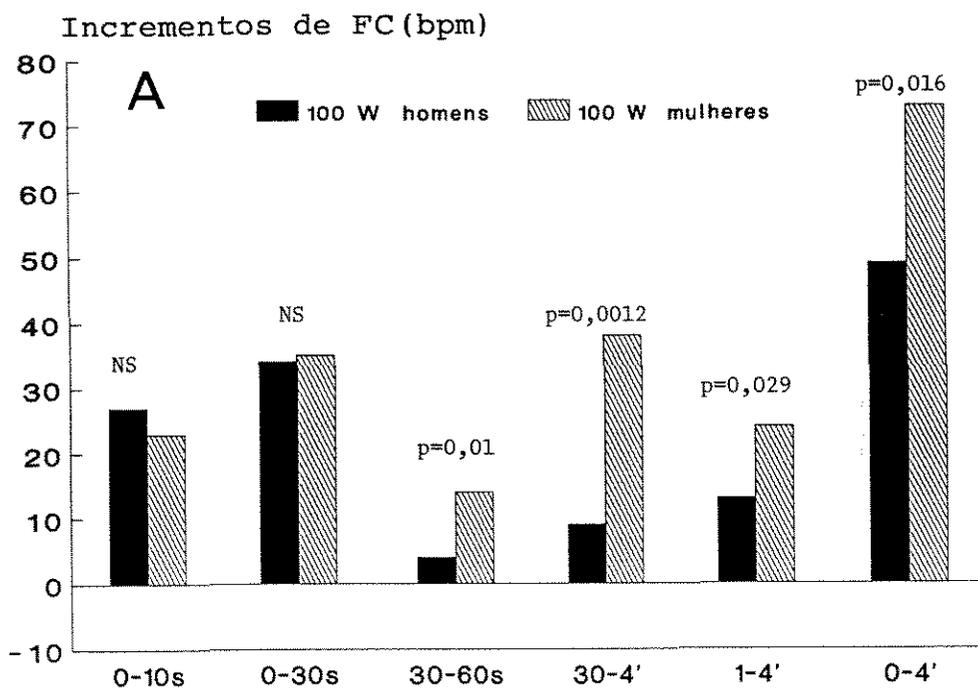


Figura 13: Incrementos da frequência cardíaca (FC) em batimentos por minuto (bpm) em atletas homens (n=8) e mulheres (n=6) nas potências de 100 W (Fig.13-A) e 150 W homens x 100 "Watts" mulheres (Fig.13-B), nos intervalos de 0 a 10, 0 a 30, 30 a 60 segundos (s), 30 s a 4 minutos (min), 1 a 4 e 0 a 4 min. A altura das barras corresponde aos valores médios dos grupos estudados. NS=não significante, W="Watts"

A Tabela 5 mostra os níveis de potência a partir dos quais se passou a documentar a elevação dos incrementos de FC do 1^o ao 4^o min de EFD, nos atletas de ambos os sexos. Nota-se que exceto em 2 homens cujas mudanças de inclinação da FC se deram no intervalo entre 100 e 150 W, os demais atletas (6 homens e 3 mulheres) apresentaram tal mudança no intervalo de 50 para 100 W. Três outras mulheres apresentaram a mudança de inclinação da FC no intervalo de 25 para 50 W. Estes achados confirmam uma tendência das mulheres apresentarem a resposta lenta de elevação da FC de 1 a 4 min, em potências mais baixas do que os homens.

A Tabela CB (Apêndice C) apresenta os valores da inclinação da reta e dos coeficientes de correlação das retas de regressão dos incrementos da FC do 1^o ao 4^o min de esforço. Observa-se que em baixas potências (25 W para as mulheres e 25 e 50 W para os homens), existem baixos valores de coeficiente de correlação, enquanto que em maiores potências (≥ 50 W mulheres e ≥ 100 W homens), existem valores mais altos do coeficiente de correlação para ambos os sexos; além disso documentou-se maior inclinação da reta da FC do 1^o ao 4^o minuto de EFD proporcionalmente à magnitude dos incrementos de potência aplicada, para as mulheres a partir de 50 W e para os homens a partir de 100 W. Estes achados também indicam que as mulheres apresentaram a resposta lenta da elevação da FC de 1 a 4 min, em potências menores do que os homens.

Tabela 3 : Níveis absolutos de potência em que ocorreu elevação lenta da FC do 1º ao 4º minuto de esforço, em atletas do sexo masculino (n=8) e atletas do sexo feminino (n=6), durante o exercício físico dinâmico.

| | Nome | 25 W | 50 W | 100 W | 150 W |
|-------------------|------|------|------|-------|-------|
| SEXO MASCULINO | WRRM | | | + | + |
| | JLB | | | + | + |
| | HGD | | + | + | |
| | WDS | | + | + | |
| | KN | | + | + | |
| | GAS | | + | + | |
| | JCD | | + | + | |
| | FCO | | + | + | |
| SEXO FEMININO | MCF | + | + | | |
| | EB | + | + | | |
| | MMT | + | + | | |
| | ER | | + | + | |
| | CAJ | | + | + | |
| | EAB | | + | + | |

A6. VARIÁVEIS RESPIRATÓRIAS

A6.1 Ventilação pulmonar (\dot{V})

A Figura 14 e as Tabelas C3 e C4 (Apêndice C) mostram a resposta da \dot{V} ao EFD nos atletas estudados.

A análise comparativa das respostas apresentadas mostra que, em ambos os sexos, a \dot{V} se eleva linearmente com o aumento da potência aplicada. Apesar de os valores da \dot{V} serem superiores nas mulheres em relação aos homens em todas as potências estudadas, a diferença atingiu significância estatística apenas na potência de 100 W ($p=0,028$). É também interessante a observação de que o valor médio da \dot{V} em 100 W, para as mulheres é praticamente semelhante ao valor da \dot{V} na potência de 150 W para os homens ($p=0,93$).

Ao se analisar os valores pico da \dot{V} (Tabela 6), observa-se que o valor médio apresentado pelos atletas ($131 \pm 14,7$ l/min) é estatisticamente superior ($p=0,0003$) ao apresentado pelas atletas (88 ± 15 l/min), visto que os primeiros tiveram exaustão física em potências mais altas.

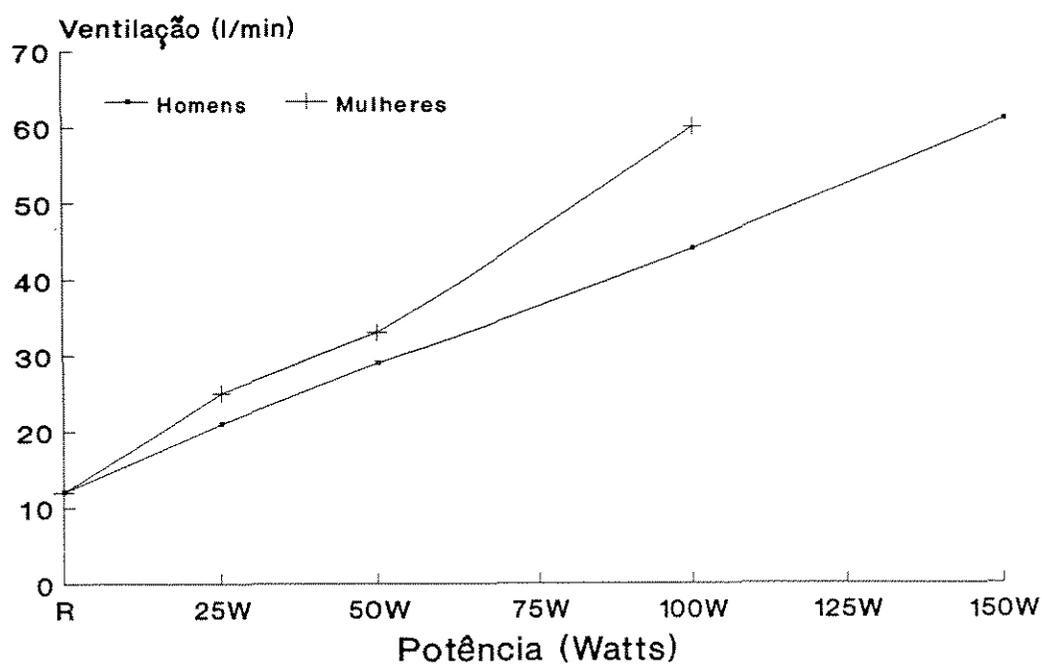


Figura 14: Resposta da Ventilação pulmonar em repouso (R) e em várias potências durante o exercício físico dinâmico, em atletas dos sexos masculino (n=8) e feminino (n=6). Estão representados os valores médios obtidos em repouso e no minuto final de cada potência.

Tabela 6 : Valores pico individuais da frequência cardíaca (FC), da ventilação pulmonar (\dot{V}), do consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) da produção de dióxido de carbono ($\dot{V}CO_2$), do quociente de trocas respiratórias (RER), da frequência respiratória (FR) nas maiores potências atingidas ao exercício físico dinâmico em atletas do sexo masculino (n=8) e feminino (n=6).

| Indiv. | FC | \dot{V} * | $\dot{V}O_2$ * | $\dot{V}CO_2$ * | Pot. | RER | FR |
|--------|------|-------------|----------------|-----------------|------|------|-----|
| WRRM | 192 | 125 | 3385 | 3352 | 250 | 0,99 | 53 |
| JLB | 195 | 134 | 3438 | 3175 | 250 | 0,92 | 60 |
| HGO | 182 | 151 | 3590 | 3270 | 225 | 0,91 | 56 |
| WDS | 198 | 133 | 4149 | 3680 | 275 | 0,89 | 40 |
| KN | 180 | 148 | 3620 | 3250 | 225 | 0,90 | 62 |
| GAS | 186 | 104 | 2940 | 2811 | 225 | 0,96 | 60 |
| JCO | 182 | 124 | 3574 | 3320 | 275 | 0,93 | 65 |
| FCO | 166 | 130 | 3008 | 2804 | 225 | 0,93 | 60 |
| X | 185 | 131 | 3463 | 3208 | | 0,93 | 57 |
| SD | 10,2 | 14,7 | 380 | 289 | | 0,03 | 7,8 |
| MCF | 174 | 70 | 2126 | 1926 | 125 | 0,91 | 28 |
| EB | 180 | 82 | 2013 | 1916 | 100 | 0,95 | 49 |
| MMT | 198 | 84 | 2098 | 1780 | 115 | 0,85 | 53 |
| ER | 168 | 83 | 2397 | 2144 | 150 | 0,89 | 49 |
| CAJ | 168 | 95 | 2649 | 2154 | 150 | 0,81 | 53 |
| EAB | 184 | 114 | 2936 | 2617 | 175 | 0,89 | 46 |
| X | 182 | 88 | 2370 | 2089 | | 0,88 | 46 |
| SD | 9,7 | 15 | 363 | 296 | | 0,05 | 9,4 |

* = diferença estatisticamente significante entre os valores comparados.

FC=bpm; \dot{V} =l/min; $\dot{V}O_2$ =ml/min; $\dot{V}CO_2$ =ml/min; Pot.="Watts"(W); FR=resp/min

A6.2 Frequência respiratória (FR)

A resposta da frequência respiratória ao EFD em atletas está representada na Figura 15 e nas Tabelas C3 e C4 (Apêndice C).

Apesar de os valores da FR serem superiores nas mulheres do que nos homens, eles atingiram diferença estatisticamente significativa na condição de esforço em 25 W ($p=0,037$).

Os valores médios de pico da FR (Tabela 6) são maiores nas mulheres ($57 \pm 7,8$) do que nos homens ($46 \pm 9,4$), porém as diferenças não são estatisticamente significantes ($p=0,05$).

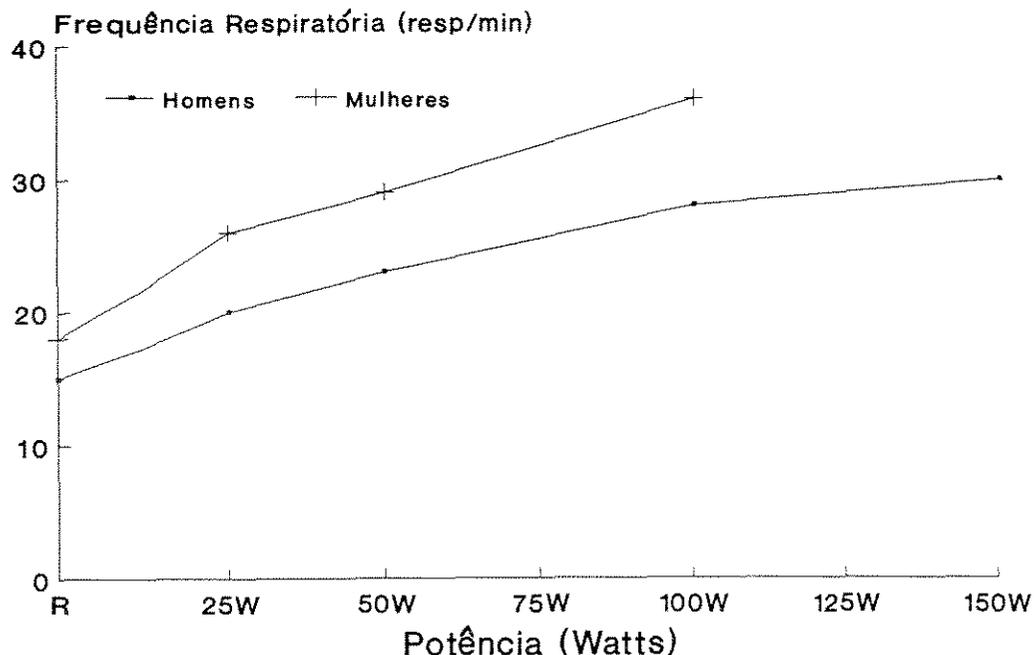


Figura 15: Resposta da frequência respiratória em atletas dos sexos masculino ($n=8$) e feminino ($n=6$), em repouso (R) e no minuto final de cada potência atingida. Estão representados os valores médios dos grupos estudados.

A6.3 Produção de dióxido de carbono ($\dot{V}CO_2$)

Os valores desta variável nos dois grupos estudados estão expressos na Figura 16 e nas Tabelas C3 e C4 (Apêndice C).

Ressalte-se que, tanto em repouso como em baixas potências de esforço, os valores apresentados pelas mulheres são superponíveis aos apresentados pelos homens; no entanto, em altas potências, os valores atingidos pelas mulheres são bastantes superiores aos dos homens, embora as médias não tenham apresentado diferenças estatisticamente significantes (repouso: $p=0,075$; 25 W: $p=0,45$; 50 W: $p=0,28$; 100 W: $p=0,045$; 150 W homens x 100 W mulheres: $p=0,038$).

Por outro lado, os valores individuais e médios de pico da $\dot{V}CO_2$ (Tabela 6) também são maiores nos homens do que nas mulheres, chegando, inclusive, a atingir diferença estatisticamente significativa ($p=0,0001$).

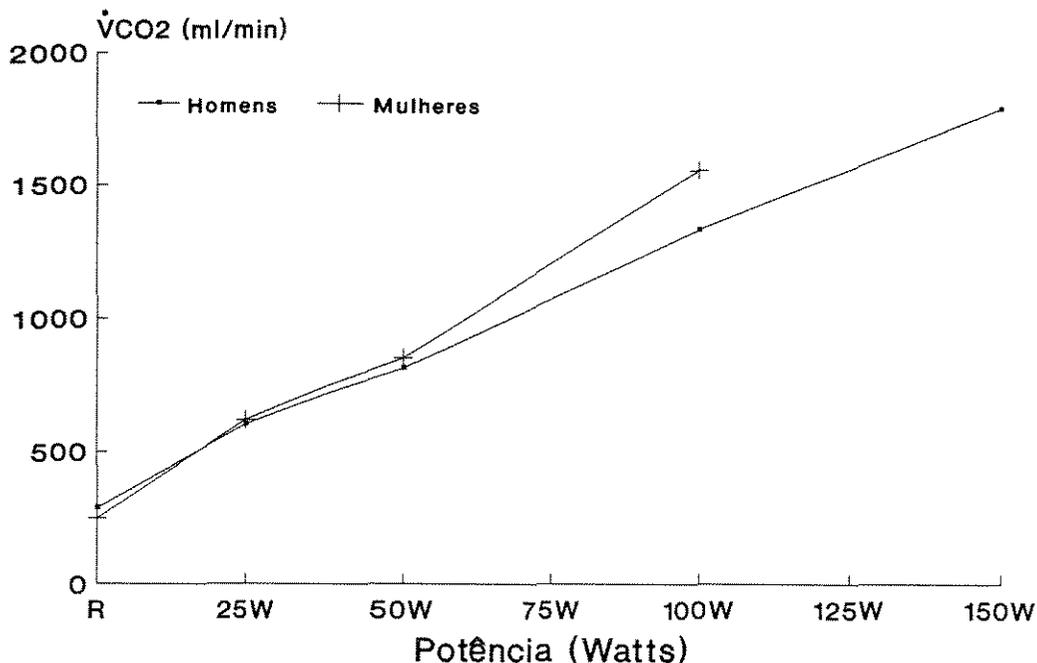


Figura 16: Resposta da produção de dióxido de carbono ($\dot{V}CO_2$) em repouso (R) e em diferentes potências durante o exercício físico dinâmico, em atletas dos sexos masculino (n=8) e feminino (n=6). Estão representados os valores médios dos grupos estudados.

A6.4 Equivalente das trocas respiratórias (RER)

A Figura 17 e as Tabelas C3 e C4 (Apêndice C) expõem a variação do RER em repouso e em EFD nos atletas dos sexos masculino e feminino.

Nota-se que, para ambos os sexos, ocorre um aumento do RER em relação à elevação da potência do esforço. Em repouso bem como em baixas e altas potências, as mulheres sempre apresentaram valores de RER superiores aos homens. No entanto, do ponto de vista estatístico, apenas em 25 W ($p=0,019$) e 100 W ($p=0,020$) se encontram diferenças

estatisticamente significantes.

O valor médio pico do RER (Tabela 6) observado nos homens ($0,93 \pm 0,03$), não diferiu significativamente ($p=0,083$) do apresentado pelas mulheres ($0,88 \pm 0,05$).

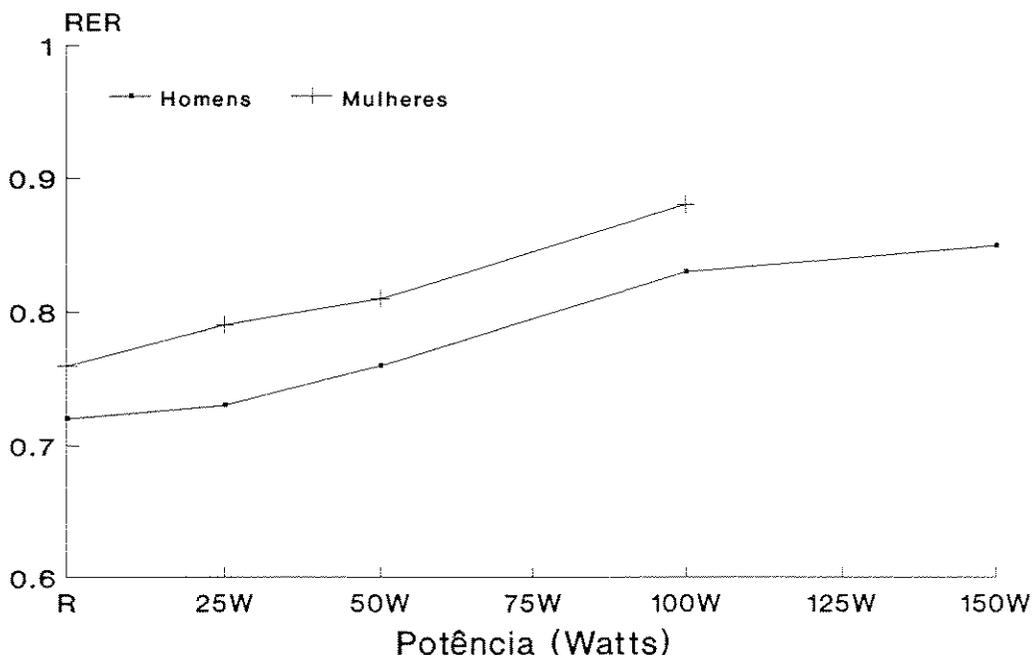


Figura 17: Resposta do quociente das trocas respiratórias (RER) de acordo com a média dos valores em repouso e em exercício físico dinâmico, em atletas do sexo masculino ($n=8$) e atletas do sexo feminino ($n=6$), nas diferentes potências estudadas.

B. ESTUDO LONGITUDINAL: AVALIAÇÃO EM CONDIÇÃO CONTROLE E APÓS O TÉRMINO DE DUAS FASES DO TREINAMENTO FÍSICO, EM ATLETAS DO SEXO MASCULINO

B1. CONSUMO DE OXIGÊNIO ($\dot{V}O_2$)

As Figuras 18 e 19 e as Tabelas 7, C9 e C10 (Apêndice C) representam o consumo de oxigênio em atletas do sexo masculino durante a realização de EFD nas diferentes condições deste estudo: Controle (C); Treinamento inespecífico (T1) e Treinamento específico (T2). Ao se analisar a Figura 18 nota-se que há um aumento aproximadamente linear do $\dot{V}O_2$ relativo à potência de esforço desenvolvida nas três condições estudadas. Por outro lado, documenta-se uma tendência de os valores de T2 serem menores do que nas condições C e T1, em todas as potências estudadas; a partir de 100 W, observa-se que, com relação à potência, os valores de $\dot{V}O_2$ são maiores em T1, do que nas outras condições.

A Figura 19 e a Tabela C11 mostram os valores picos do $\dot{V}O_2$ (ml/min) e da FC (bpm) dos atletas estudados, correspondentes às potências de exaustão física nas três condições estudadas. Na análise desta figura, três achados merecem destaque: 1) as potências atingidas pós treinamento foram sempre superiores àquelas correspondentes à condição controle; 2) em três atletas, as potências máximas foram

maiores na condição T1 do que nas condições C e T2; 3) os valores picos da FC e do $\dot{V}O_2$, com relação a potência máxima atingida, apresentam grandes variações intra-individuais nas 3 condições de estudo, não permitindo se identificar um padrão de resposta definido destas variáveis no que diz respeito ao efeito do treinamento físico.

No entanto, ao se observar a Tabela 7, na qual encontram-se representados os valores percentuais de variação do $\dot{V}O_2$ -pico induzidos pelo treinamento físico, em relação à condição controle, nota-se que ocorreram incrementos do $\dot{V}O_2$, tanto de T1 a C como de T2 a C, sendo os primeiros maiores que os segundos.

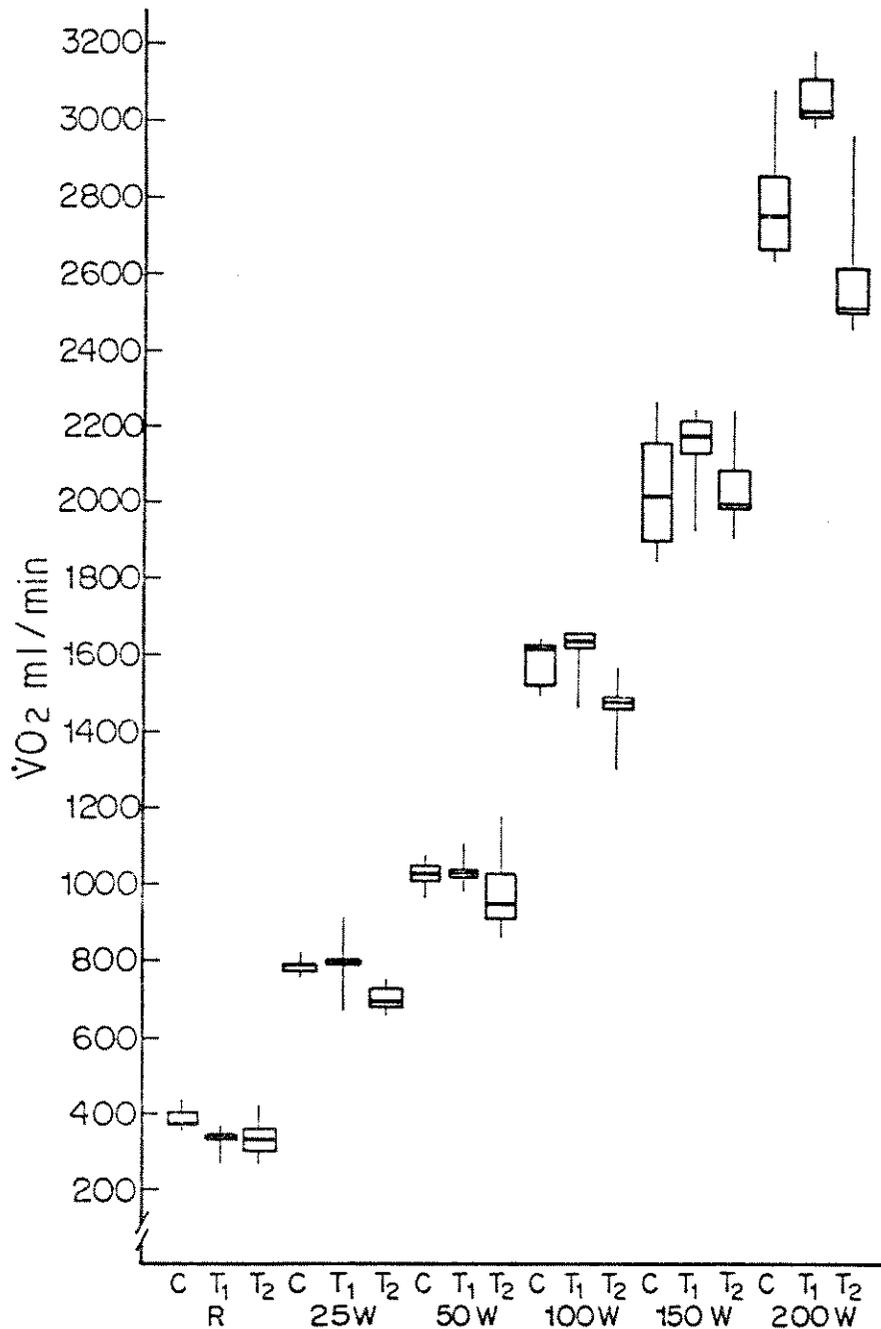


Figura 18 : Comportamento do consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) em repouso (R) e em exercício físico dinâmico, nas potências de 25,50, 100, 150 e 200 W, em atletas do sexo masculino (n=5), nas condições controle (C), pós treinamento inespecífico (T1) e pós treinamento específico (T2). Estão representados os valores correspondentes à mediana, 1º e 3º quartis e valores extremos, medidos em repouso e no minuto final de cada potência. W = "Watts"

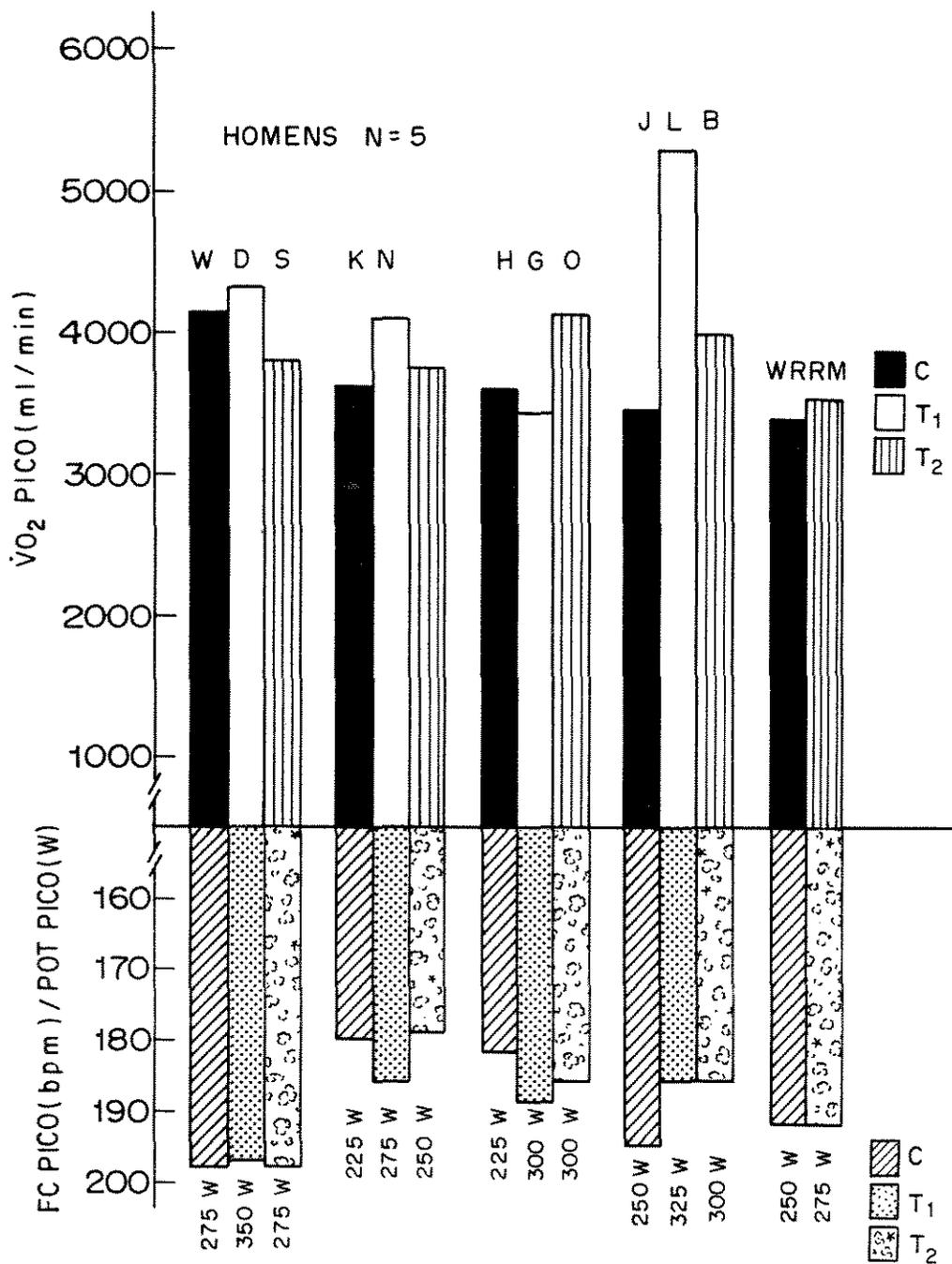


Figura 19: Respostas individuais dos valores picos da potência, do consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2 = \text{ml/min}$) e da frequência cardíaca ($FC = \text{bpm}$), em atletas dos sexos masculino ($n=5$), nas condições controle (C), pós treinamento inespecífico (T₁) e pós treinamento específico (T₂).

Tabela 7: Valores absolutos e relativos de pico do consumo de oxigênio, observados nos atletas estudados, de ambos os sexos, nas condições controle (C), pós treinamento inespecífico (T1) e pós treinamento específico (T2).

| Sexo | Indivíduo | VO2 pico - ml/min | | | | | | VO2 pico - ml/Kg/min | | | | | |
|---|-----------|-------------------|------|------|--------|--------|--------|----------------------|------|------|--------|--------|--------|
| | | C | T1 | T2 | T1-C | T2-C | T2-T1 | C | T1 | T2 | T1-C | T2-C | T2-T1 |
| M A S C U L I N O | WRRM | 3385 | - | 3528 | - | +4,0% | - | 51,3 | - | 53,4 | - | +4,1% | - |
| | JLB | 3438 | 5268 | 3974 | +53,2% | +15,6% | -32,6% | 52,9 | 81,0 | 61,1 | +53,1% | +15,5% | -24,6% |
| | HGO | 3590 | 3433 | 4117 | -4,4% | +14,7% | +19,9% | 59,8 | 57,2 | 68,6 | -3,4% | +14,7% | +19,9% |
| | WDS | 4150 | 4331 | 3738 | +4,4% | -9,9% | -13,7% | 62,9 | 65,6 | 56,6 | +4,3% | -10,0% | -13,7% |
| | KN | 3620 | 4181 | 3745 | +15,5% | +3,4% | -10,4% | 51,7 | 59,7 | 53,5 | +15,5% | +3,5% | -10,4% |
| | md | | | | +10,0% | +4,0% | -12,0% | | | | +10,0% | +4,1% | -12,0% |

+ = aumento
- = diminuição

B2. FREQUÊNCIA CARDÍACA

As Figuras de números 20 a 29 e as Tabelas de C12 a C16 (Apêndice C) representam a resposta da FC ao EFD, nos diferentes níveis de esforço 25, 50, 100, 150 e 200 "Watts" (W) executados pelos atletas estudados.

Iniciando-se pela Figura 20 (25 W), documenta-se uma redução da FC subsequente aos dois tipos de treinamento físico, na condição de repouso. Em relação ao padrão de resposta da FC induzido pelo EFD observa-se que a elevação da FC atingiu um valor pico nos 10 s iniciais de exercício, ocorrendo, a partir daí, uma redução dos valores com uma tendência à estabilização dos mesmos a partir do 2^o minuto do esforço. Nos valores de potência utilizados, foi praticamente impossível detectar qualquer diferença qualitativa de resposta da FC nas três condições em que o estudo foi conduzido.

Ao se analisar a resposta da FC na potência de 50 W (Figuras 21 e 22), após as duas modalidades de treinamento, não é possível identificar modificações nítidas em relação a condição controle, sendo o padrão de resposta também qualitativamente semelhante nas três condições estudadas; destaque-se ainda que, neste valor de potência, não ocorre elevação lenta da FC do 1^o ao 4^o min do esforço.

Ao se observar a resposta cronotrópica na potência de 100 W (Figuras 23 e 24) nota-se que, nas três condições estudadas, ocorre elevação lenta da FC do 1^o ao 4^o min do

EFD, com pequena redução deste tipo de resposta após as 2 modalidades de treinamento, particularmente em T2; outrossim, observa-se que é na condição controle que ocorre a maior dispersão dos valores ao redor da mediana.

As Figuras 25 e 26 mostram a resposta da FC ao EFD na potência de 150 W. Nestes níveis mais altos de potência destaca-se o aumento da taquicardia nos 10 s iniciais de esforço; o incremento da FC do 1^o ao 4^o min para uma mesma condição (C, T1 e T2) foi sempre maior em 150 do que em 100 W; entretanto, as duas modalidades de treinamento físico reduziram, em relação ao controle, o incremento da FC no referido intervalo. As respostas entre T1 e T2 diferiram apenas pelo fato de ter ocorrido nesta última condição, uma menor dispersão dos valores ao redor da mediana.

Na potência de 200 W (Figuras 27 a 29), praticamente não se distinguem diferenças entre o comportamento qualitativo da FC nas três condições estudadas. Apenas merece destaque o fato de que os valores da FC em repouso, na condição controle, são maiores do que os valores correspondentes a mesma condição depois do treinamento físico.

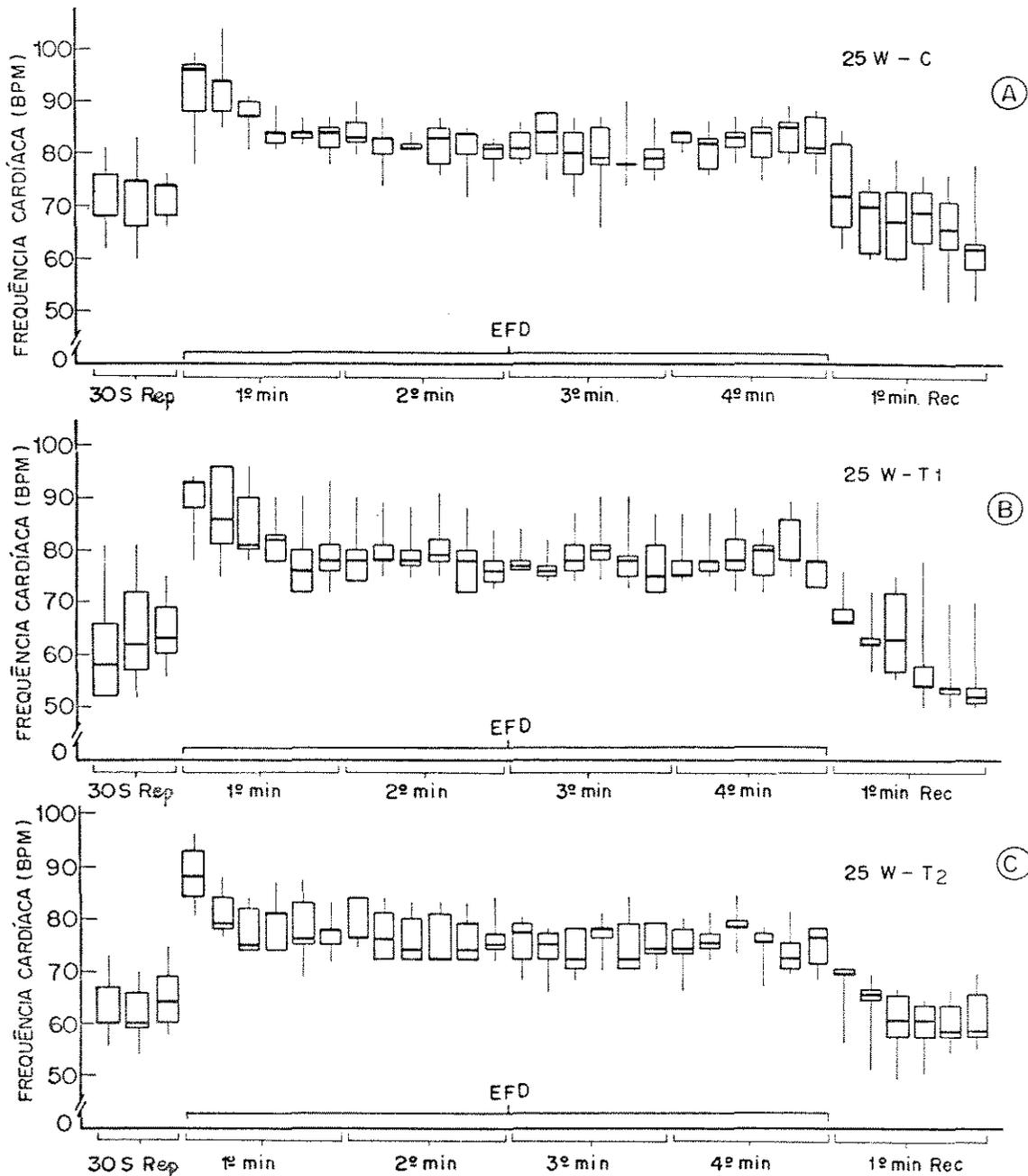


Figura 20: Resposta da frequência cardíaca ao exercício físico dinâmico realizado por 4 minutos, na potência de 25 W, em atletas do sexo masculino (n=5), nas condições: controle (C), Fig.20-A; pós treinamento inespecífico (T1), Fig.20-B; e pós treinamento específico (T2), Fig.20-C. Estão representados os valores da frequência cardíaca medidos em intervalos de 10 segundos, expressos em mediana, 1º e 3º quartis, e valores extremos.

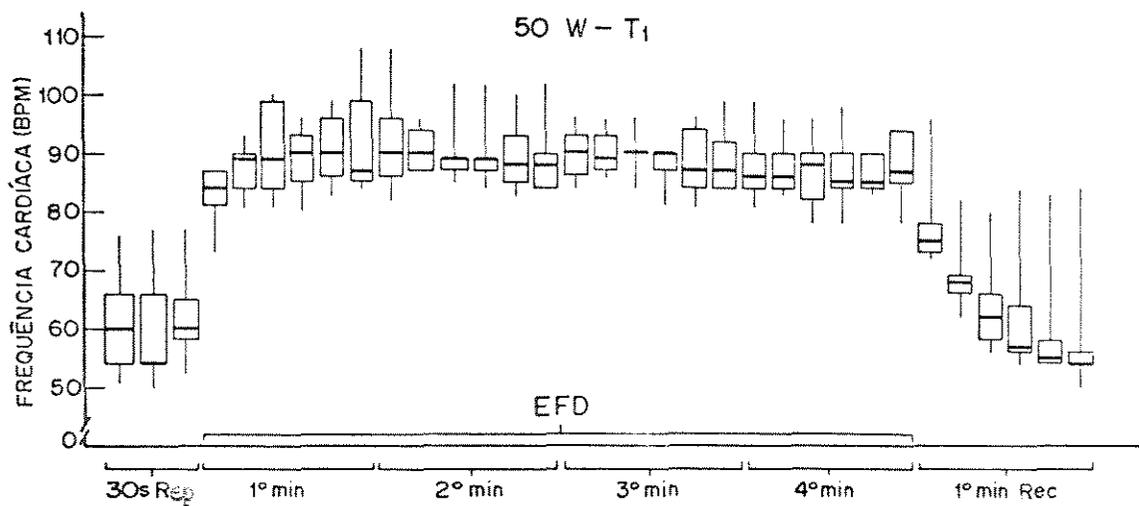
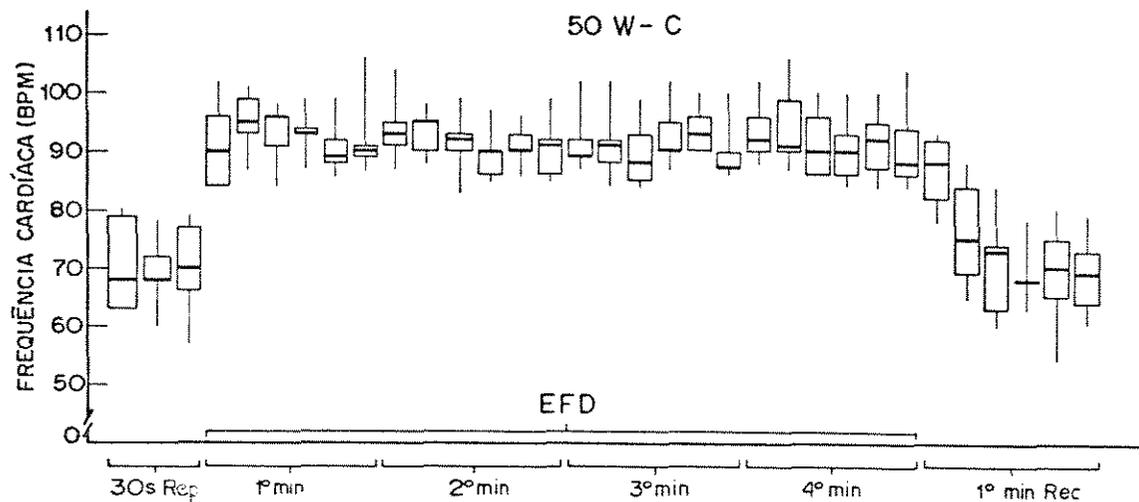


Figura 21: Resposta da frequência cardíaca ao exercício físico dinâmico realizado por 4 minutos, na potência de 50 W, em atletas do sexo masculino (n=5), nas condições controle (C) e pós treinamento inespecífico (T1). Estão representados valores da frequência cardíaca medidos em intervalos de 10 segundos, expressos em mediana, 1º e 3º quartis, e valores extremos.

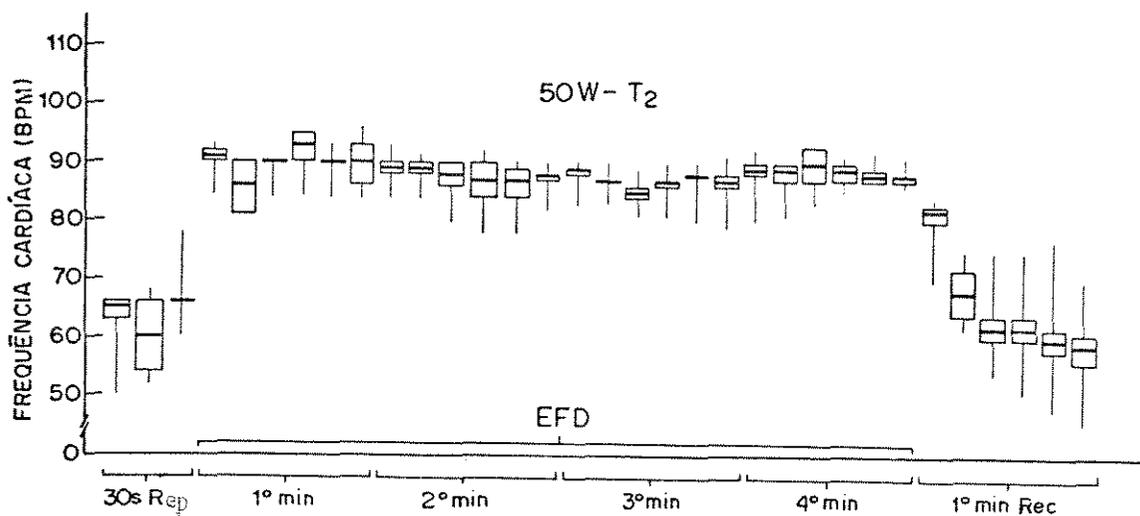


Figura 22: Resposta da frequência cardíaca ao exercício físico dinâmico realizado por 4 minutos, na potência de 50 "Watts" pós treinamento específico (T2), em atletas do sexo masculino (n=5). Estão representados os valores médios da frequência cardíaca a cada 10 segundos, expressos como mediana, 1º e 3º quartis, e valores extremos.

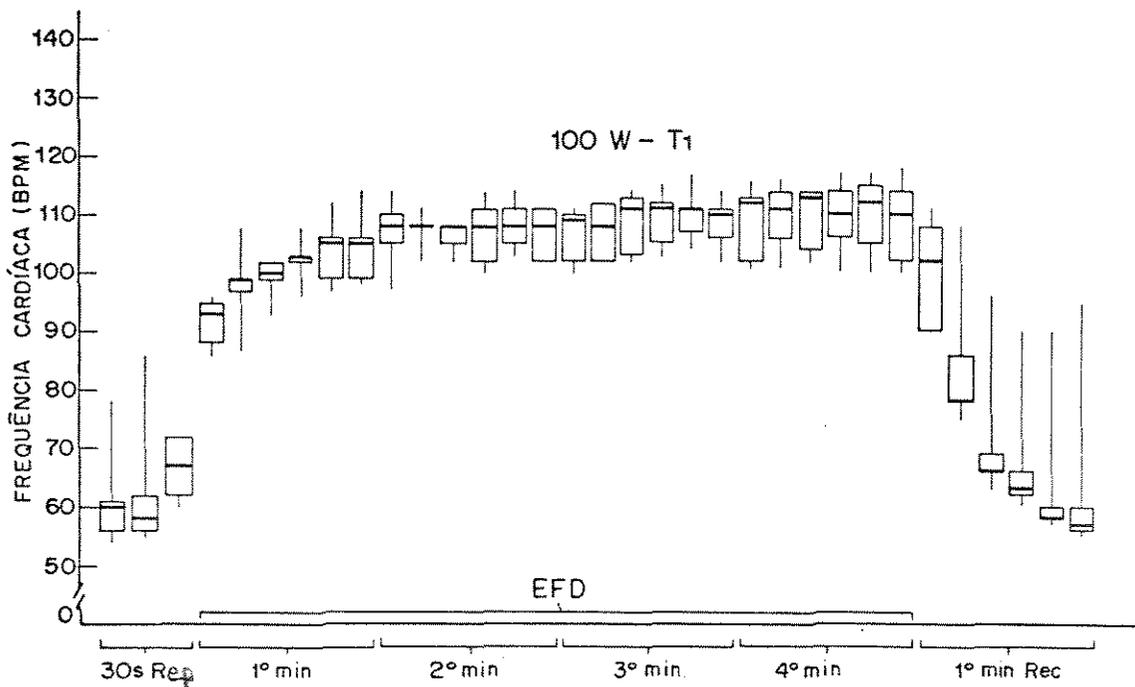
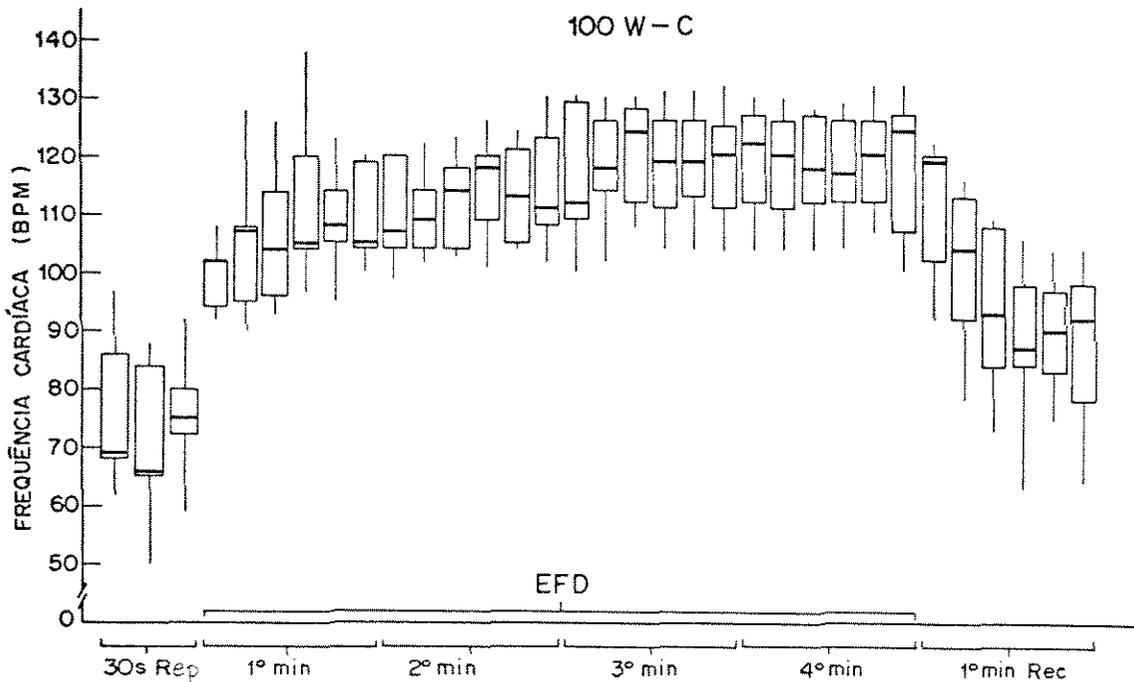


Figura 23: Resposta da frequência cardíaca ao exercício físico dinâmico realizado por 4 minutos, na potência de 100 "Watts" em atletas do sexo masculino ($n=5$), na condição controle (C) e pós treinamento inespecífico (T1). Estão representados os valores médios da frequência cardíaca a cada 10 segundos, expressos como mediana, 1º e 3º quartis, e valores extremos.

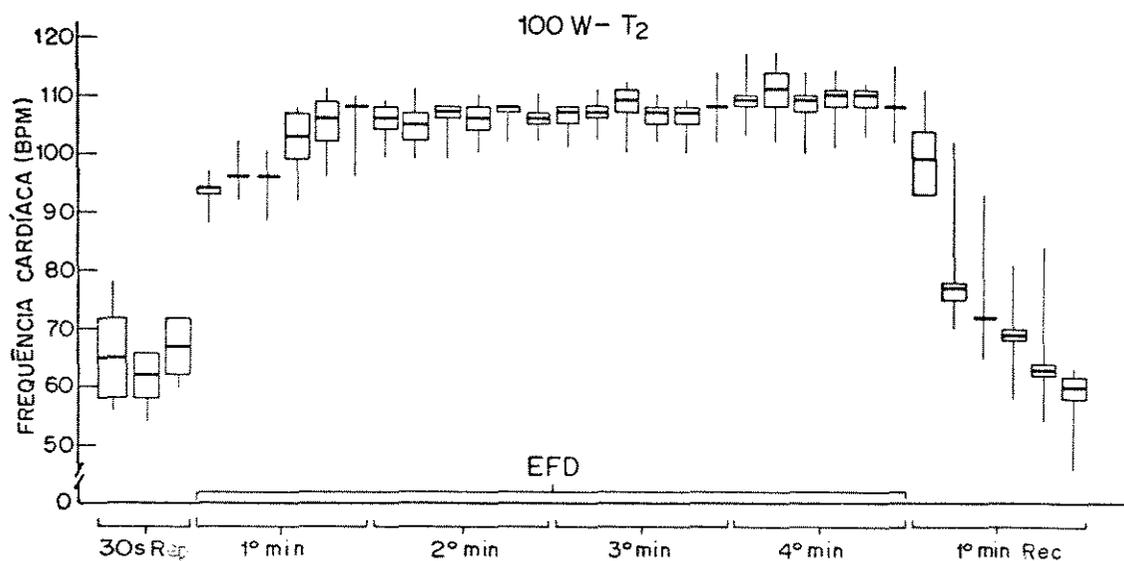


Figura 24: Resposta da frequência cardíaca ao exercício físico dinâmico realizado por 4 minutos, na potência de 100 "Watts" em atletas do sexo masculino (n=5), pós treinamento específico (T₂). Estão representados os valores médios da frequência cardíaca a cada 10 segundos, expressos como mediana, 1º e 3º quartis, e valores extremos.

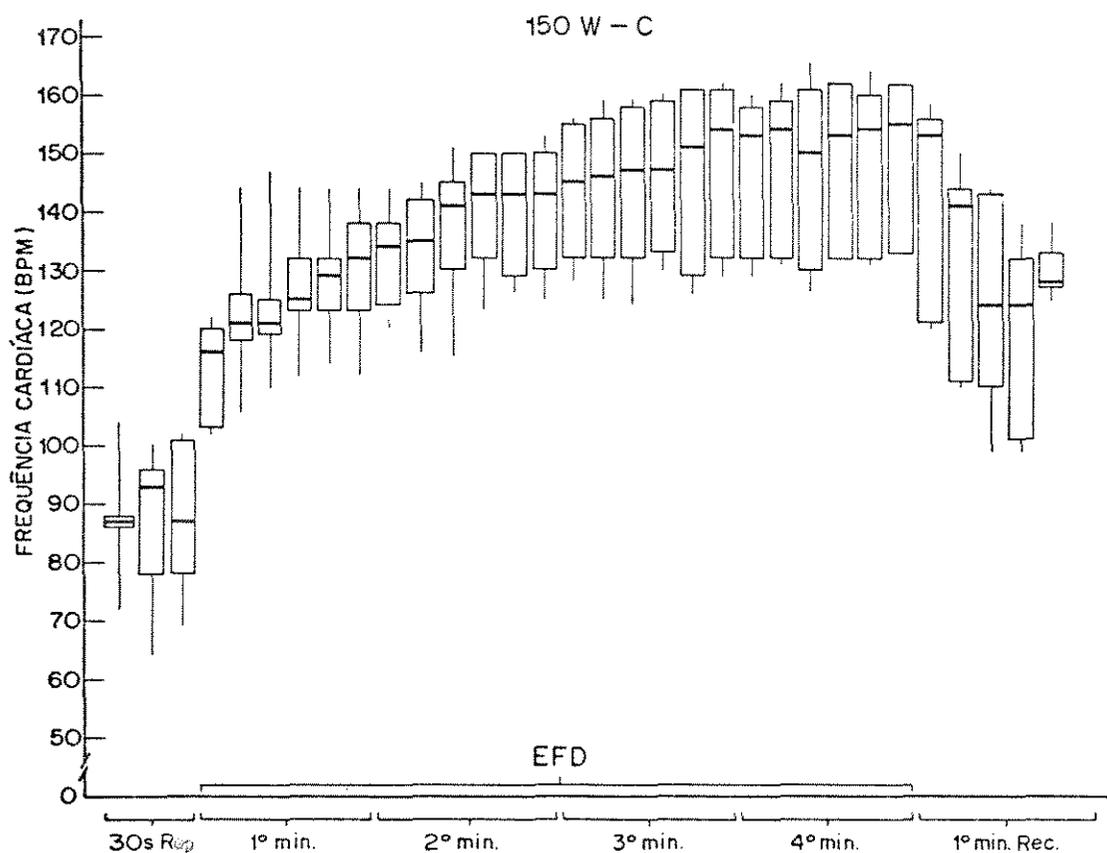


Figura 25 : Resposta da frequência cardíaca ao exercício físico dinâmico realizado por 4 minutos, na potência de 150 W, em atletas do sexo masculino (n=5), na condições controle (C). Estão representados valores médios da frequência cardíaca medidos a cada 10 segundos, expressos como mediana, 1º e 3º quartis, e valores extremos.

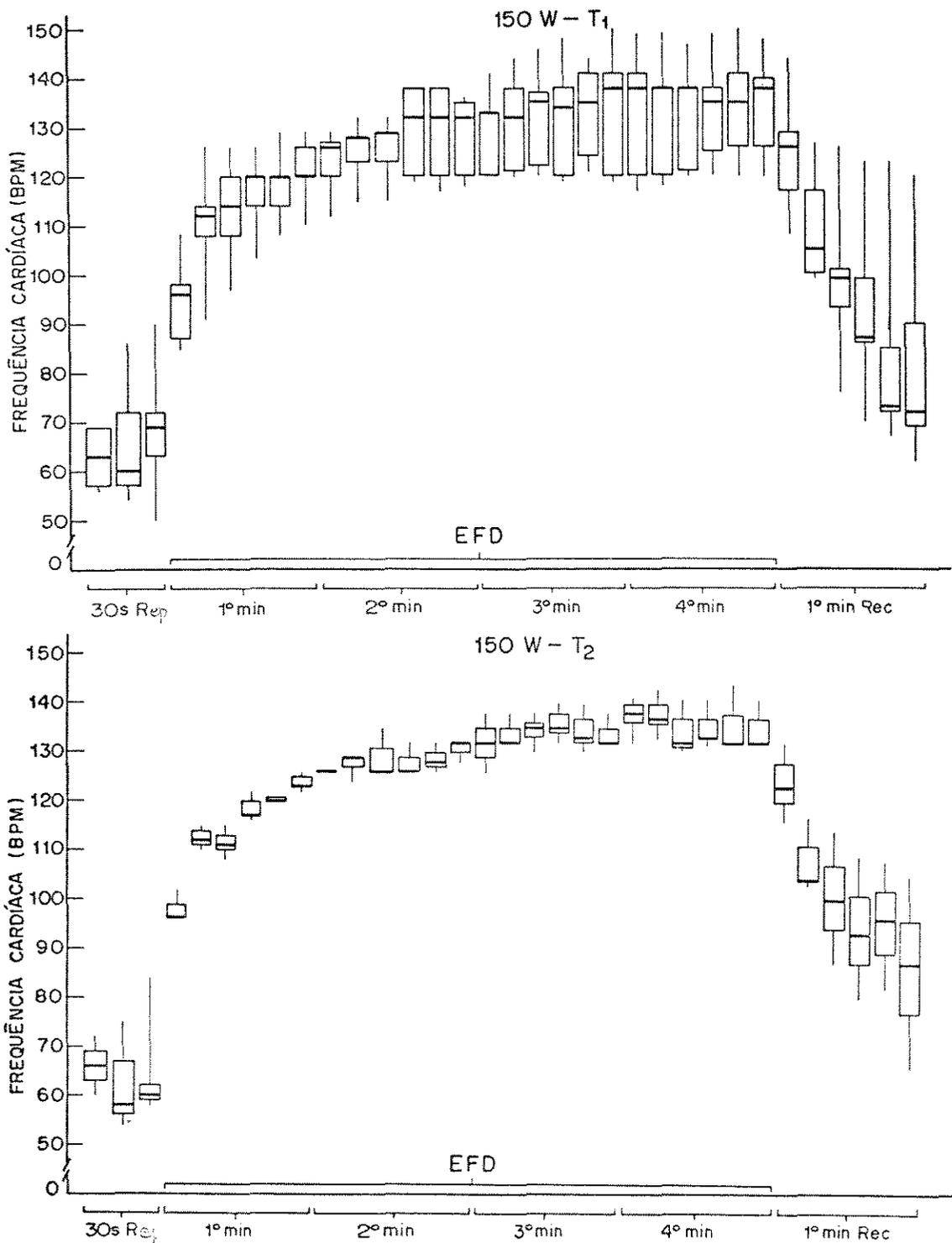


Figura 26: Resposta da frequência cardíaca ao exercício físico dinâmico realizado por 4 minutos, na potência de 150 "Watts" pós treinamento inespecífico (T₁) e pós treinamento específico (T₂), em atletas do sexo masculino (n=5). Estão representados os valores médios da frequência cardíaca a cada 10 segundos, expressos como mediana, 1º e 3º quartis, e valores extremos.

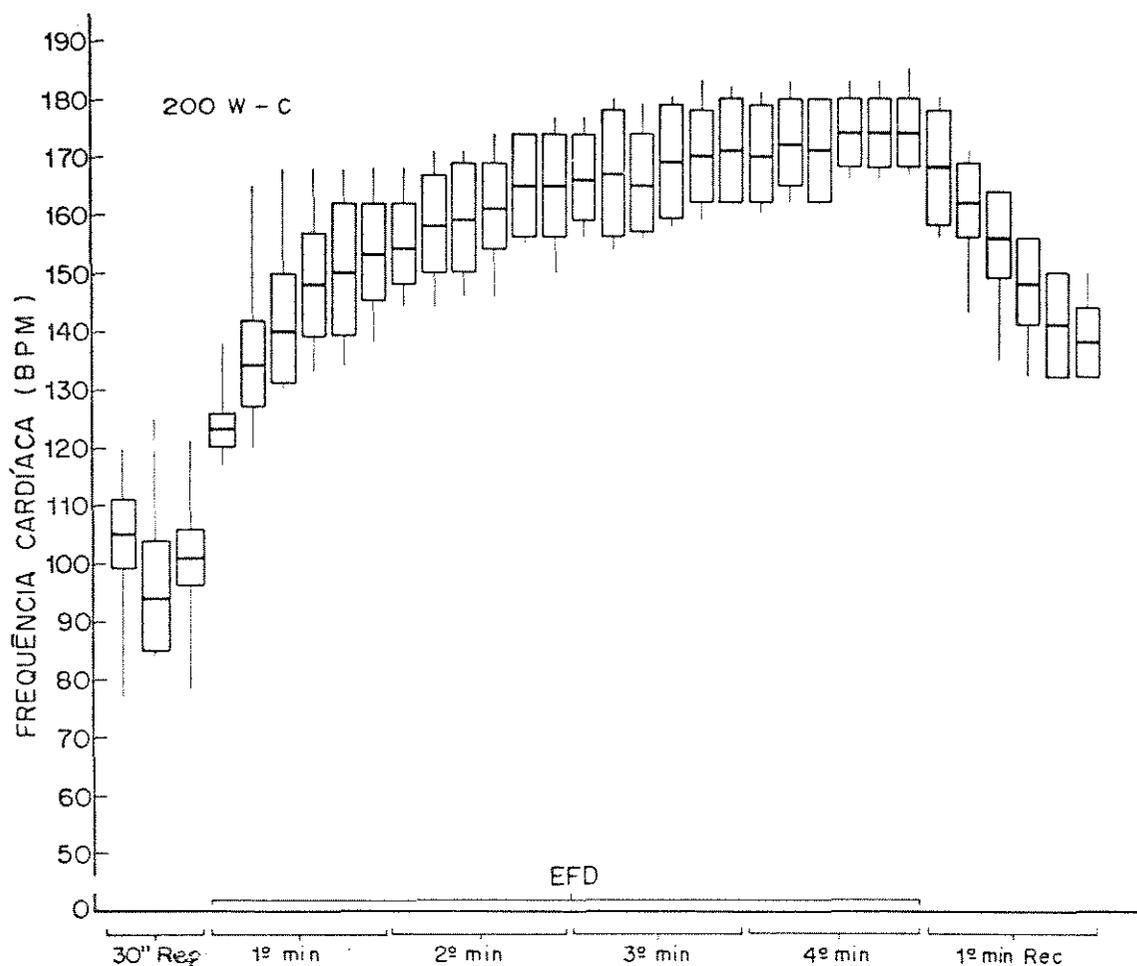


Figura 27: Resposta da frequência cardíaca ao exercício físico dinâmico realizado por 4 minutos, na potência de 200 W, em atletas do sexo masculino ($n=5$), na condição controle (C). Estão representados valores da frequência cardíaca medidos em intervalos de 10 segundos, expressos em mediana, 1º e 3º quartis, e valores extremos.

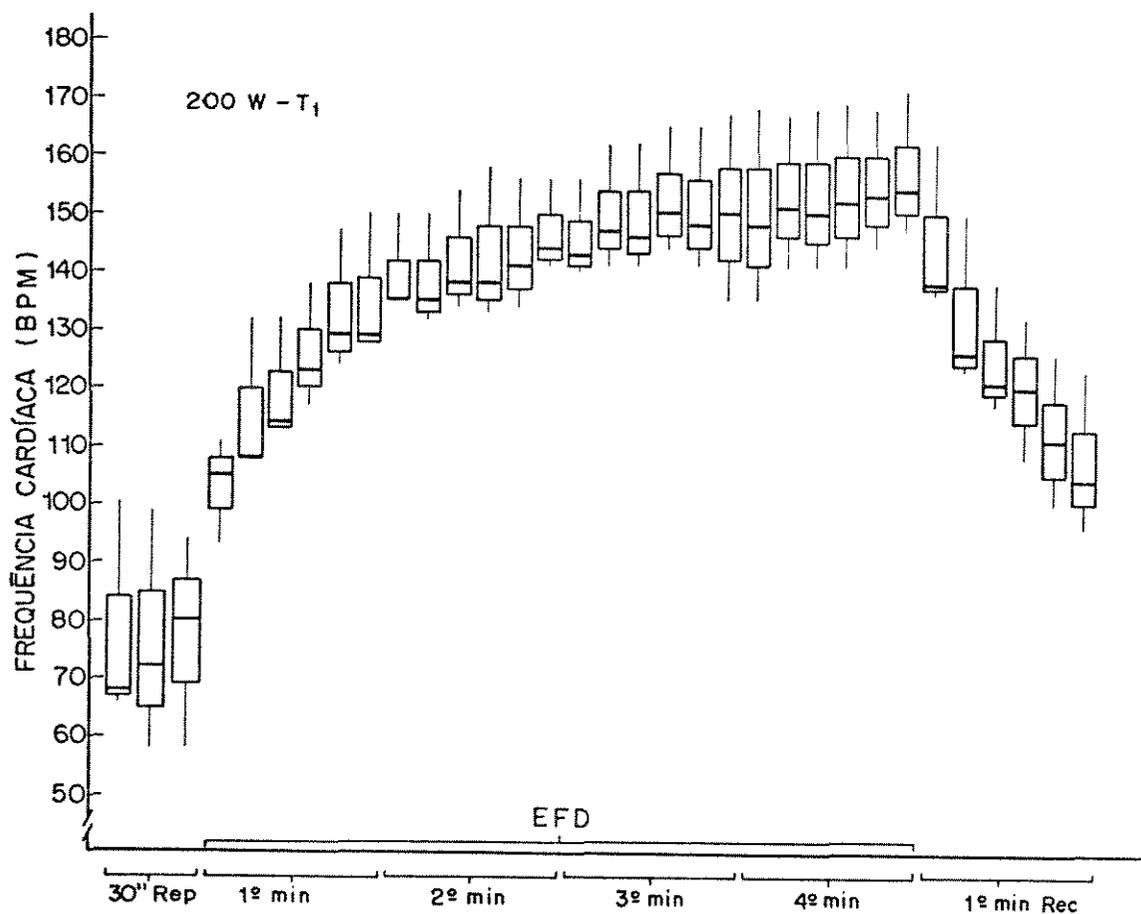


Figura 28: Resposta da frequência cardíaca ao exercício físico dinâmico realizado por 4 minutos, na potência de 200 W, em atletas do sexo masculino (n=5), pós treinamento inespecífico (T₁). Estão representados valores da frequência cardíaca medidos em intervalos de 10 segundos, expressos em mediana, 1º e 3º quartis, e valores extremos.

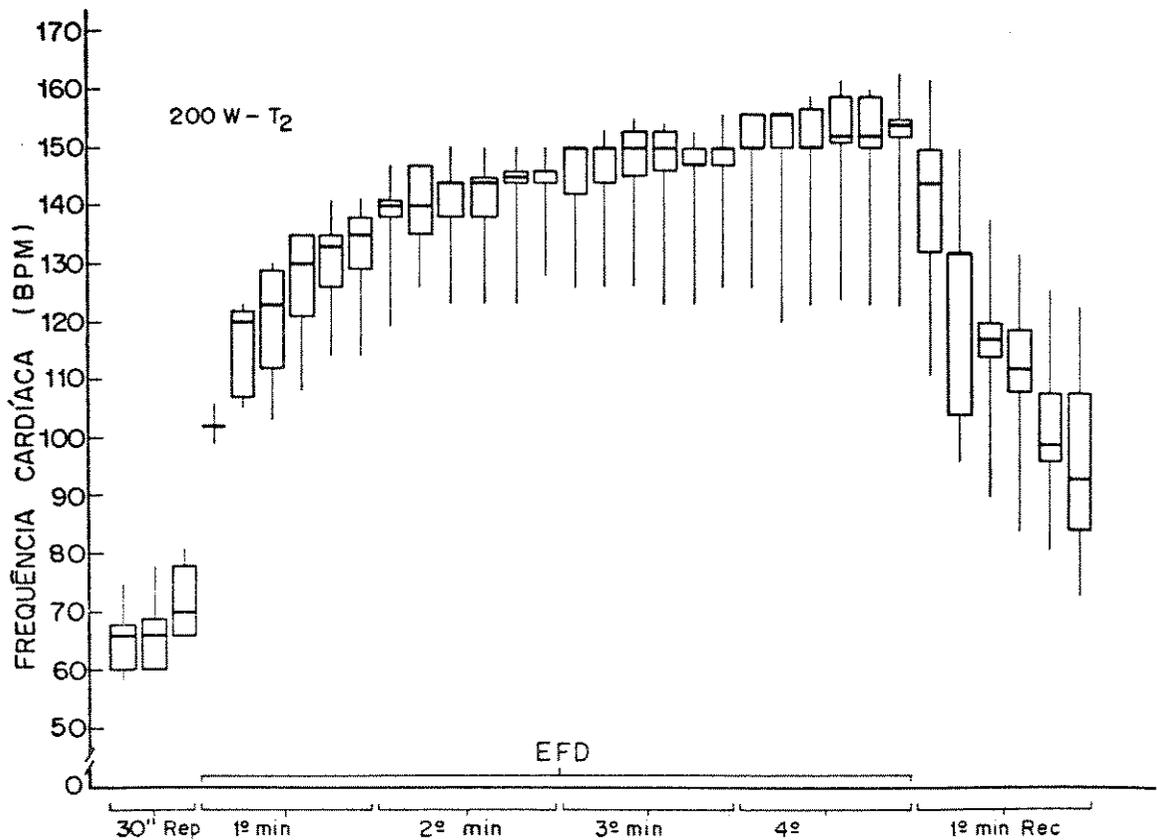


Figura 29: Resposta da frequência cardíaca ao exercício físico dinâmico realizado por 4 minutos, na potência de 200 W, em atletas do sexo masculino (n=5), pós treinamento específico (T₂). Estão representados valores da frequência cardíaca medidos em intervalos de 10 segundos, expressos em mediana, 1º e 3º quartis, e valores extremos.

As Figuras 30 e 31 (Tabela C17) mostram os incrementos da FC nas potências estudadas (25, 50, 100, 150 e 200 W), de 0 a 10 segundos (s), de 1 a 4 min e de 0 a 4 min, em atletas do sexo masculino, nas condições Controle e no pós treinamento.

No intervalo de 0 a 10 s, merece destaque o fato de que os valores dos incrementos de FC, comparativamente a situação controle, terem sido superiores nas condições pós treinamento. Com exceção da potência de 100 W, estes valores foram maiores em T2 do que em T1.

No intervalo de 1 a 4 min, os valores dos incrementos da FC ficaram próximos a zero em 25 e 50 W em todas as condições estudadas. Em 100 e 150 W, os valores na condição Controle foram maiores que na pós treinamento, que, por sua vez, foram praticamente semelhantes entre si, em uma mesma potência. Observa-se, entretanto, que os valores dos incrementos da FC aumentaram quando a potência foi elevada de 100 para 150 W. Na potência de 200 W, observa-se que os referidos incrementos foram semelhantes nas três condições estudadas e somente nas condições pós treinamento os mesmos aumentaram em relação às potências inferiores.

No intervalo de 0 a 4 min, os incrementos de FC em 25 W, foram praticamente iguais nas três condições estudadas; o mesmo aconteceu em 50 W, sendo que os valores deste incremento foram maiores em 50 do que 25 W. Já em 100 W, estes incrementos foram menores nas condições pós treinamento, comparativamente à condição Controle; em cada

uma das três condições os valores deste incremento foram superiores aos verificados em potências mais baixas. Nas potências mais elevadas (150 e 200 W), os acréscimos de FC tenderam a ser progressivamente maiores em T1 e T2 do que na condição Controle; também documentou-se o fato de que, em cada condição, os valores absolutos aumentarem progressivamente em relação ao acréscimo de potência aplicada.

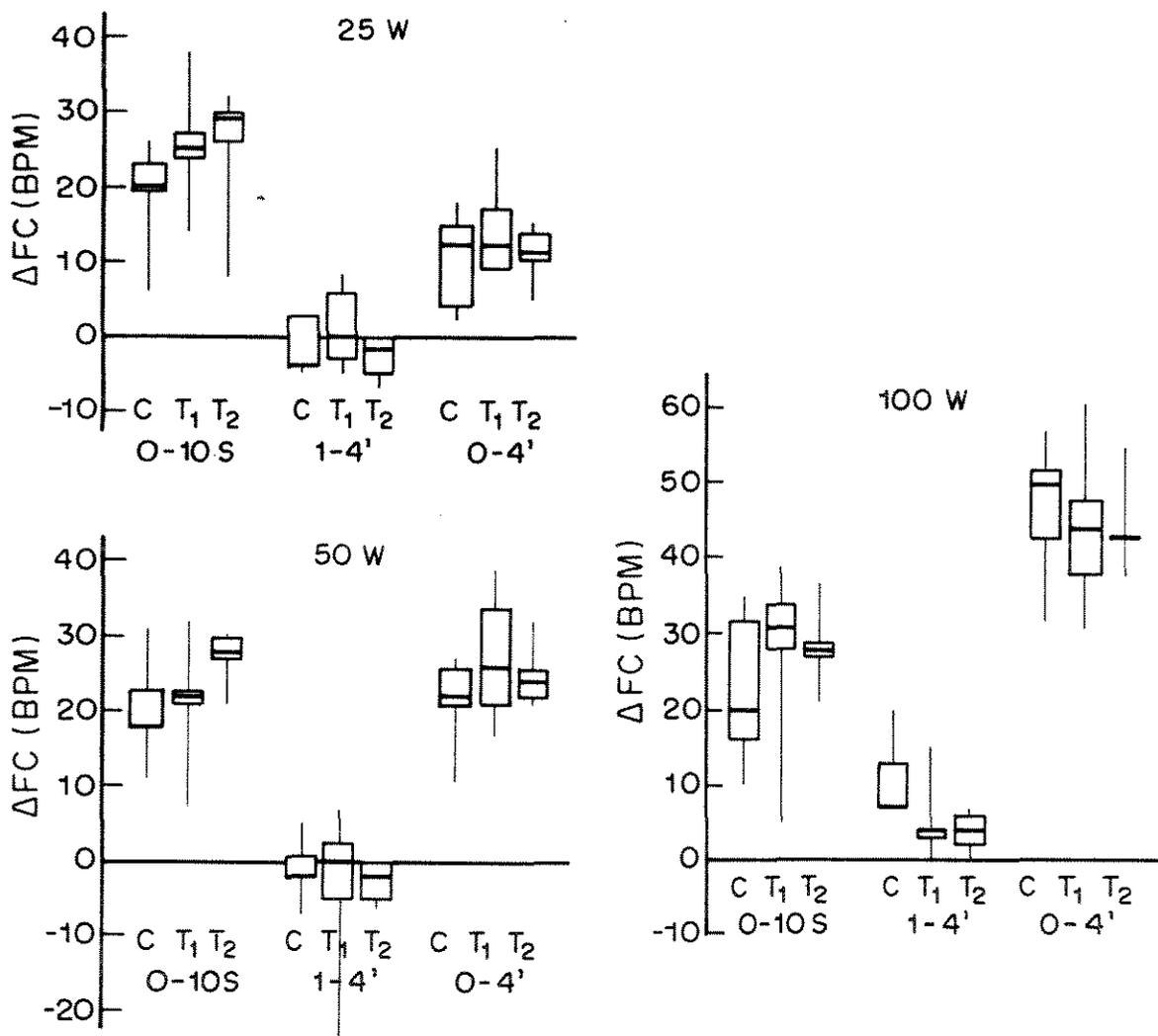


Figura 30: Incrementos da frequência cardíaca ao exercício físico dinâmico, nas potências de 25, 50 e 100 W, nos intervalos de 0 a 10 s, de 1 a 4 min e 0 a 4 min, em atletas do sexo masculino (n=5), nas condições controle (C), pós treinamento inespecífico (T₁) e pós treinamento específico (T₂). Estão representados os valores médios da frequência cardíaca a cada 10 segundos, expressos como mediana, 10 e 30 quartis, e valores extremos. W = "Watts"

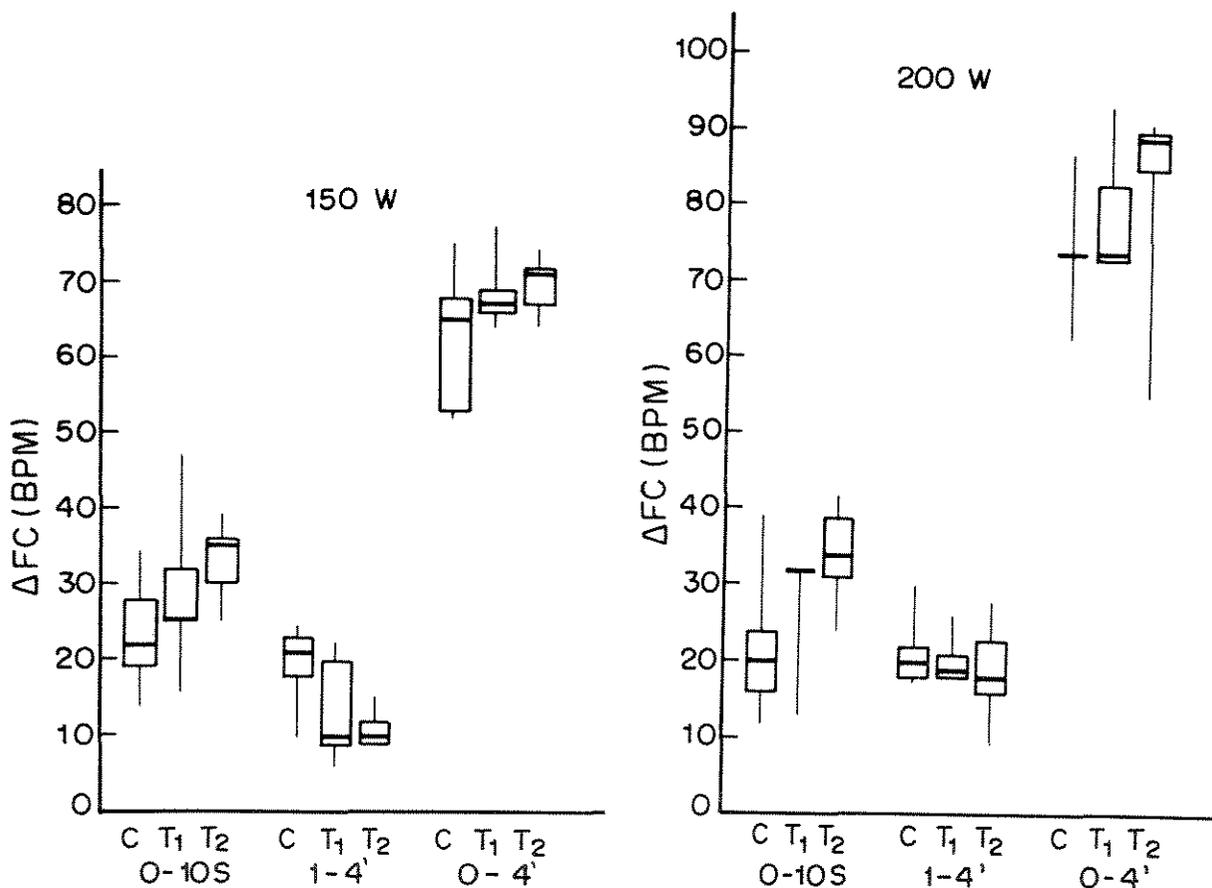


Figura 31: Incrementos da frequência cardíaca ao exercício físico dinâmico, nas potências de 150 e 200 W, nos intervalos de 0 a 10 s, de 1 a 4 min e de 0 a 4 min, em atletas do sexo masculino (n=5), nas condições: controle (C), pós treinamento inespecífico (T1) e pós treinamento específico (T2). Estão representados os valores médios da frequência cardíaca a cada 10 segundos e expressos como mediana, 1^o e 3^o quartis, e valores extremos. W = "Watts"

A Figura 32 mostra os valores absolutos da FC em atletas do sexo masculino, em repouso e em exercício, nas várias condições em que eles foram estudados. A análise desta figura põe em destaque os achados: é notório que o treinamento físico causou bradicardia de repouso; observar, entretanto, que esta bradicardia foi semelhante nas duas condições, T1 e T2; em EFD, a FC atingiu maiores valores na condição controle do que nas condições pós treinamento (T1 e T2), nas quais documentaram-se valores praticamente semelhantes de FC.

Ao se analisar individualmente o comportamento da FC ao EFD (Tabela 8) até que cada indivíduo atingisse a potência pico, observa-se que ocorreu um aumento linear de FC com o aumento da potência, para níveis submáximos de esforço. Nos indivíduos estudados houve um achatamento dos valores da FC em potências próximas dos respectivos valores pico (JLB - T1; HGO - T1 e T2), ou pelo menos, uma tendência a estabilização dos valores de FC atingidos (WRRM, JLB e HGO - C; KN - T1). Portanto, nestes casos, a FC-pico praticamente correspondeu a FC máx; a grande heterogeneidade de resposta observada nos indivíduos estudados não permitiu conclusões seguras quanto a ocorrência ou não de modificações significativas induzidas pelas duas modalidades de treinamento físico. A Figura 33 exemplifica, em um indivíduo (HGO), o que ocorreu nos casos em que a FC-pico correspondeu à FC máx, como resposta da FC ao EFD.

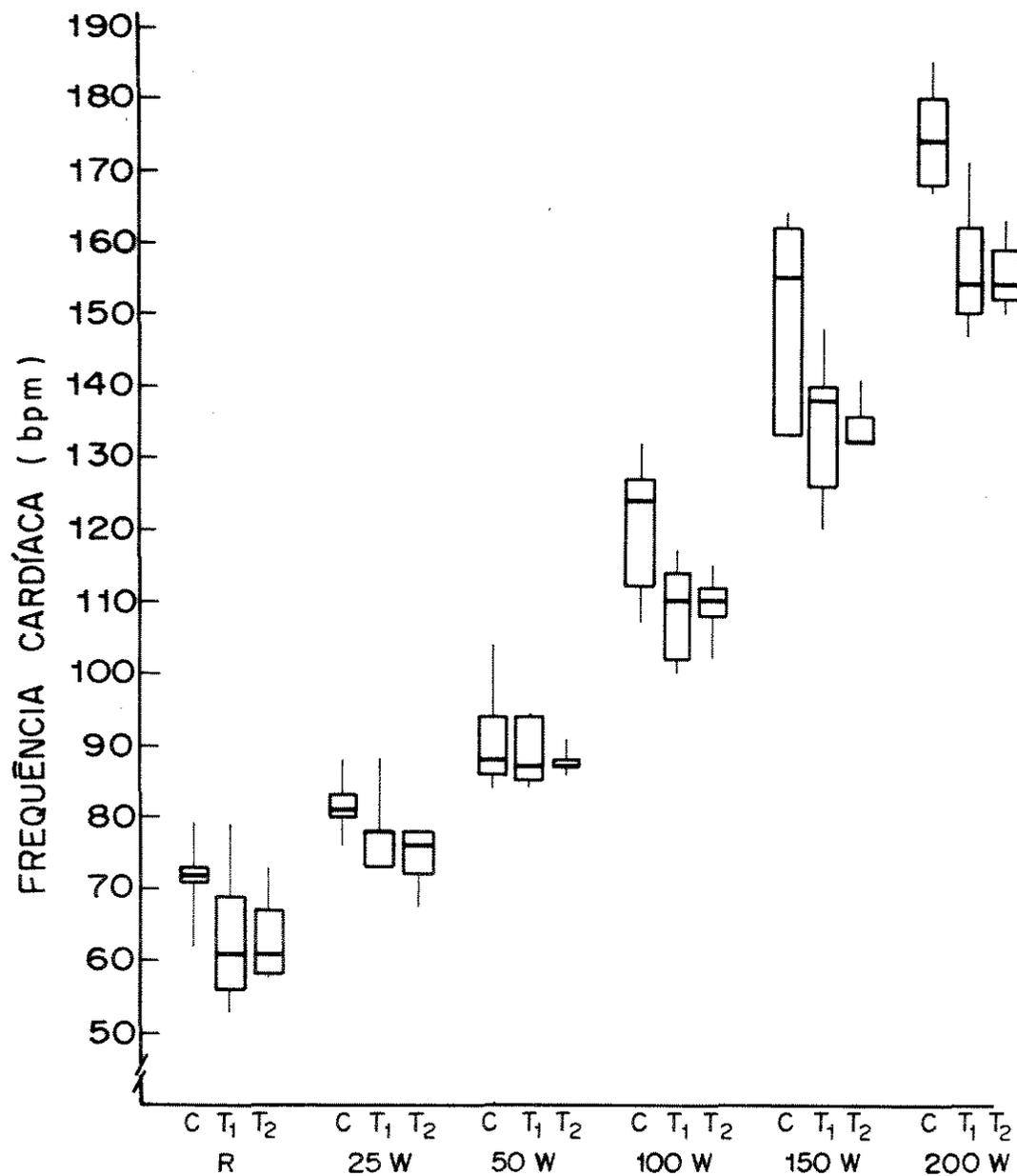


Figura 32: Valores absolutos da frequência cardíaca em repouso e exercício físico dinâmico, nas várias potências estudadas, em atletas do sexo masculino, nas condições controle e após as duas modalidades de treinamento físico. W="Watts"

Tabela 8: Comportamento da frequência cardíaca (em batimentos por minuto), em repouso (R) e exercício físico dinâmico, em potências submáximas e de pico, em atletas do sexo masculino (n=5), nas condições de controle (C) e após dois períodos de treinamento físico (inespecífico = T1 e específico = T2).

| | Indiv. | R | 25W | 50W | 100W | 150W | 200W | 225W | 250W | 275W | 300W | 325W | 350W |
|----|--------|----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| C | WRRM | 74 | 84 | 95 | 127 | 162 | 185 | 192 | | | | | |
| | JLB | 63 | 81 | 86 | 107 | 125 | 168 | 189 | 195 | | | | |
| | HGD | 70 | 83 | 102 | 133 | 165 | 180 | 182 | | | | | |
| | WDS | 72 | 77 | 83 | 111 | 133 | 168 | | 188 | 198 | | | |
| | KN | 75 | 88 | 95 | 123 | 157 | | 180 | | | | | |
| T1 | WRRM | 69 | 78 | 84 | 117 | 138 | | | | | | | |
| | JLB | 53 | 78 | 85 | 102 | 120 | 154 | | | | 186 | 186 | |
| | HGD | 56 | 73 | 94 | 110 | 140 | 174 | | 180 | 186 | 189 | | |
| | WDS | 61 | 73 | 87 | 100 | 126 | 147 | | | | 189 | | 197 |
| | KN | 79 | 88 | 94 | 114 | 148 | 171 | | | 186 | | | |
| T2 | WRRM | 58 | 72 | | | 132 | 159 | | 180 | 192 | | | |
| | JLB | 58 | 68 | 86 | 102 | | 152 | | | | 186 | | |
| | HGD | 61 | 76 | 88 | 112 | 132 | 154 | | 178 | | 186 | | |
| | WDS | 67 | 78 | 87 | 108 | | 123 | | 156 | 198 | | | |
| | KN | 73 | 78 | 91 | 115 | 141 | 163 | | 179 | | | | |

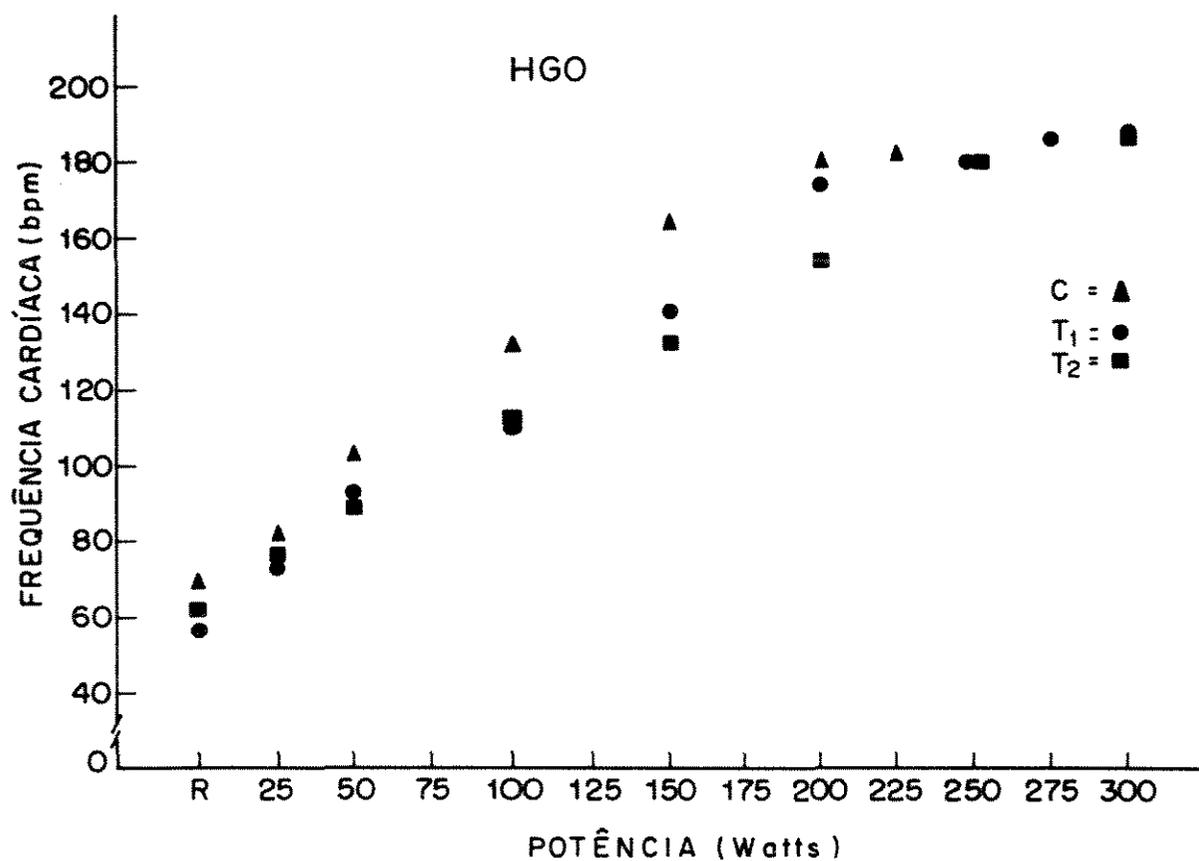


Figura 33 : Comportamento da frequência cardíaca, em batimentos por minuto (bpm), ao exercício físico dinâmico nas várias potências estudadas no indivíduo HGO (sexo masculino), nas condições: controle (C), pós treinamento inespecífico (T1) e pós treinamento específico (T2).

A Figura 34 (Tabela C17) mostra a resposta da FC no período de recuperação, avaliada pelo decréscimo da mesma imediatamente após o término do esforço até o 1º min do período de recuperação, nas várias condições em que os atletas foram estudados.

Observa-se, em todas as condições estudadas, uma maior magnitude da variação da FC de recuperação, proporcionalmente à intensidade da potência de esforço. A partir de 50 até 200 W, documentou-se uma tendência a se aumentar a magnitude da recuperação da FC em direção aos valores basais, como adaptação ao treinamento físico. O padrão de resposta entre T1 e T2 foi variável nas potências estudadas e não permitiu identificar com segurança diferenças entre as duas condições de treinamento físico.

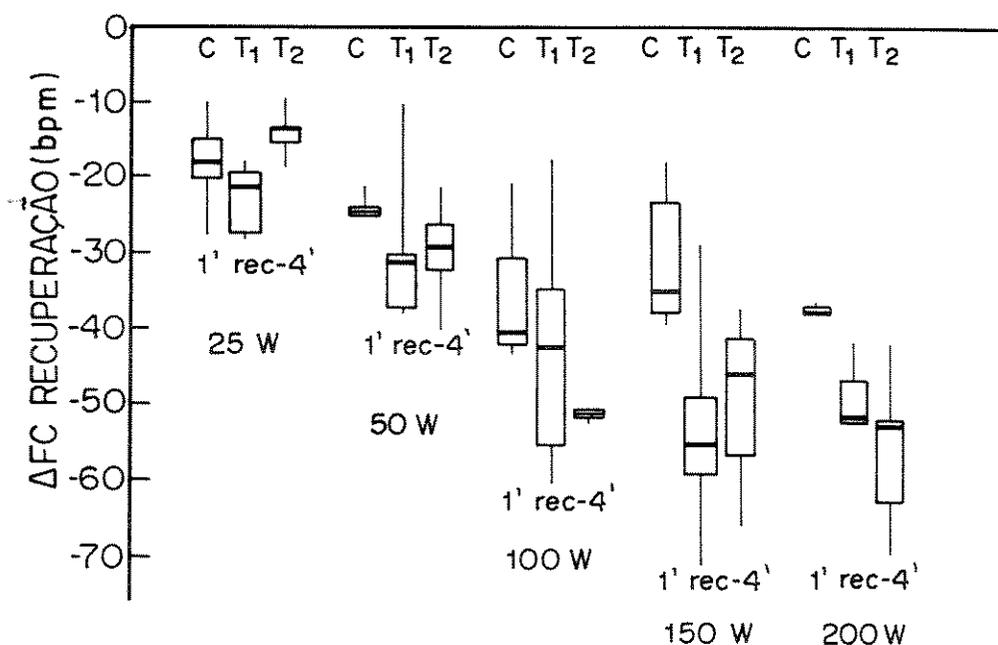


Figura 34: Valores da variação da frequência cardíaca (ΔFC) do 4º minuto (min) de esforço ao 1º min de recuperação em atletas do sexo masculino ($n=5$), nas diferentes potências e condições: controle (C), pós treinamento inespecífico (T1) e pós treinamento específico (T2).

B3. VARIÁVEIS RESPIRATÓRIAS

B3.1. Ventilação pulmonar (\dot{V})

A Figura 35 e Tabelas C18 e C19 (Apêndice C) representam a resposta da \dot{V} nas situações de repouso e de EFD em atletas do sexo masculino, em cada potência aplicada, nas diferentes fases do estudo realizado. Observa-se um padrão de resposta semelhante, com aumento da \dot{V} em relação a elevação da potência desenvolvida. No que diz respeito às respostas comparativas entre as três condições de estudo, observou-se que as diferenças ocorridas foram de pequena magnitude. Assim, em resposta ao treinamento físico, os atletas demonstraram uma tendência à redução da \dot{V} em T2, porém apenas na potência de 200 W.

Em relação a \dot{V} pico (vide Tabelas C11 e C18), após o treinamento físico não foi possível se observar maiores valores desta variável em T1 e T2 em relação à condição Controle, havendo uma tendência para que os valores da \dot{V} fossem menores em T2 do que em T1.

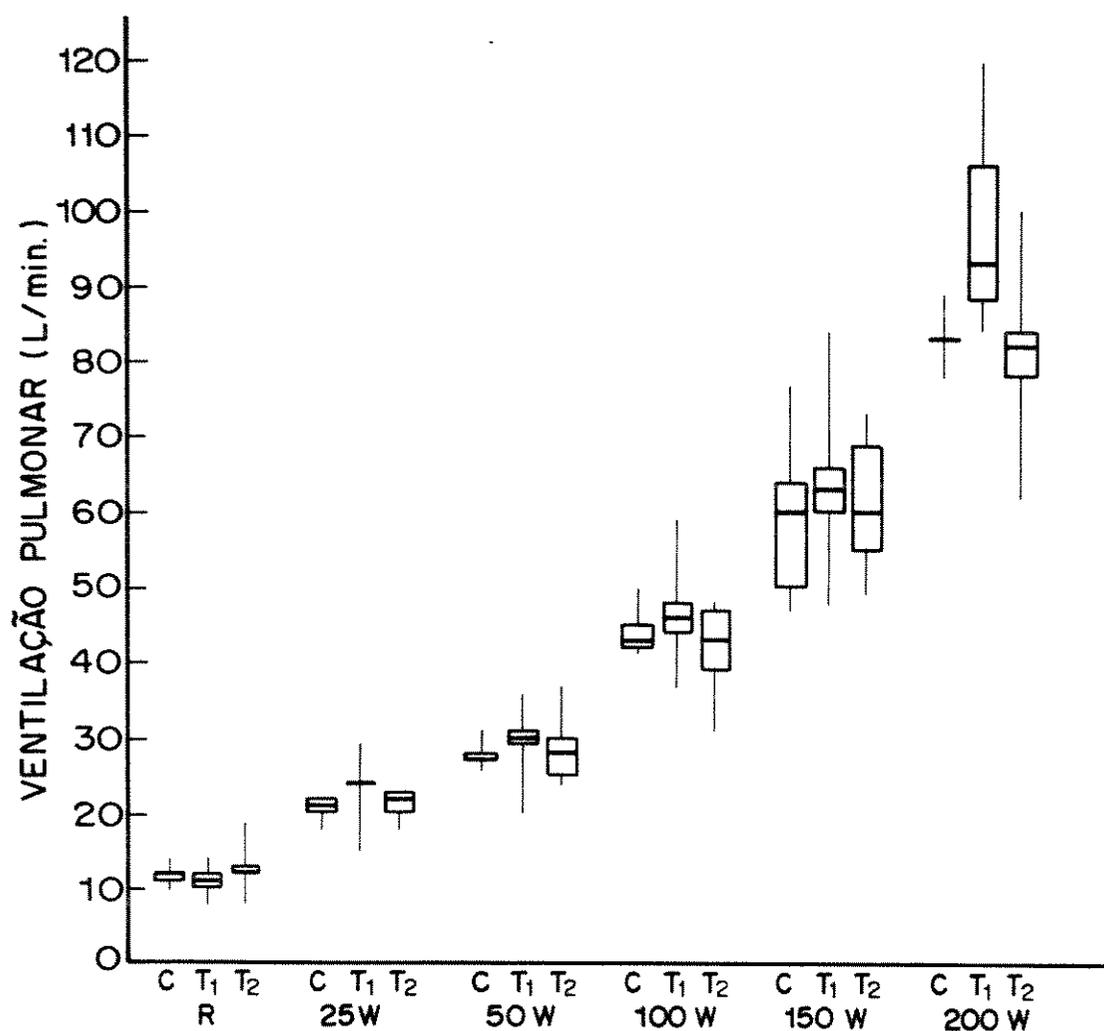


Figura 35: Comportamento da ventilação pulmonar em repouso e em exercício físico dinâmico, nas potências de 25, 50, 100, 150 e 200 W, em atletas do sexo masculino (n=5), nas condições: controle (C), pós treinamento inespecífico (T1) e pós treinamento específico (T2). Os valores foram expressos em mediana, 1^o e 3^o quartis, e valores extremos, medidos em repouso e no minuto final de cada potência. W = "Watts"

B3.2. Freqüência respiratória (FR), produção de dióxido de carbono ($\dot{V}CO_2$) e quociente das trocas respiratórias (RER)

A Figura 36 e a Tabela C20 (Apêndice C) mostram a resposta da FR nos atletas do sexo masculino, nas várias condições de estudo.

Apesar de os valores da FR serem menores nas condições pós treinamento (em T1 e T2 até 100 W, e apenas em T2 em 150 e 200 W), em geral, a análise dos dados ficou prejudicada pelo fato de as diferenças serem de pequena magnitude durante o EFD e os valores basais serem diferentes nas diversas condições de estudo.

Quanto a FR-pico (Tabela C11) observa-se valores superiores no pós treinamento (T1 e T2), comparativamente à condição Controle, com uma tendência para os valores em T2 serem menores do que em T1.

A Figura 37 mostra a resposta da $\dot{V}CO_2$ nos atletas do sexo masculino, nas 3 condições estudadas. É possível observar que na faixa de potência utilizada, apenas na condição T2 os valores foram inferiores à condição Controle. É interessante se observar que em 200 W, na condição T1, a $\dot{V}CO_2$ atingiu valores superiores à condição Controle.

Em relação ao $\dot{V}CO_2$ pico (Tabela C11), observa-se valores maiores no pós treinamento físico, havendo uma tendência destes serem menores em T2 do que em T1.

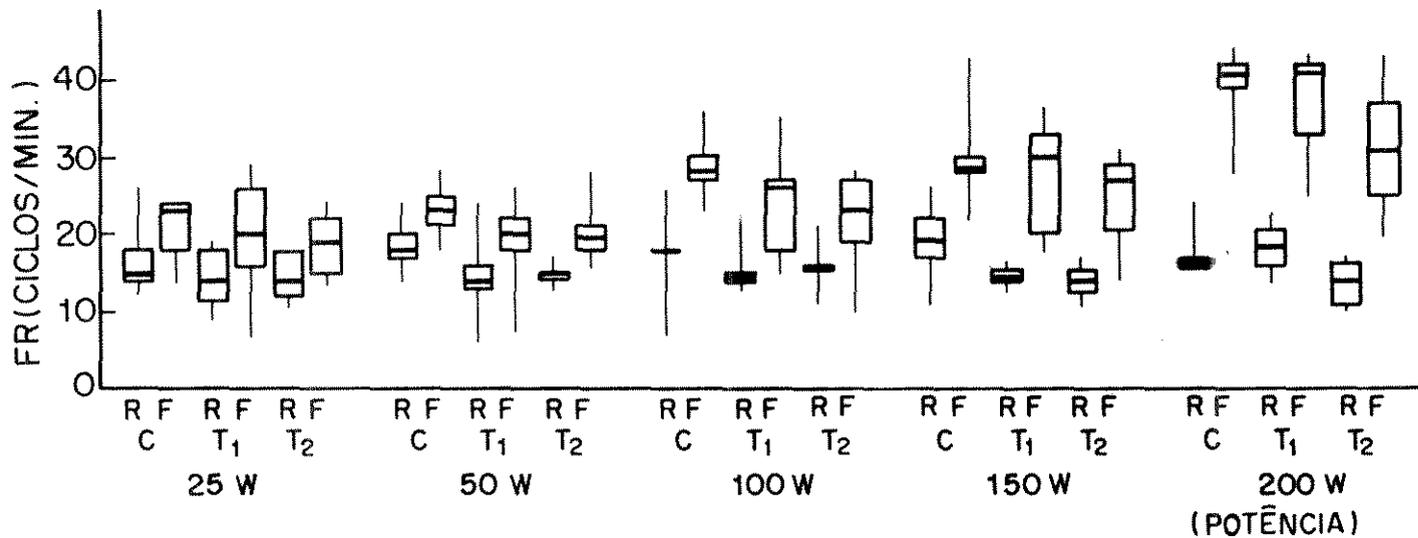


Figura 36: Resposta da frequência respiratória (FR) em repouso (R) e no final (F) do exercício físico dinâmico, nas potências de 25, 50, 100, 150 e 200 W, em atletas do sexo masculino (n=5), nas condições controle (C), pós treinamento inespecífico (T1) e pós treinamento específico (T2). Estão expressos os valores de mediana, 1º e 3º quartis e valores extremos. W="Watts"

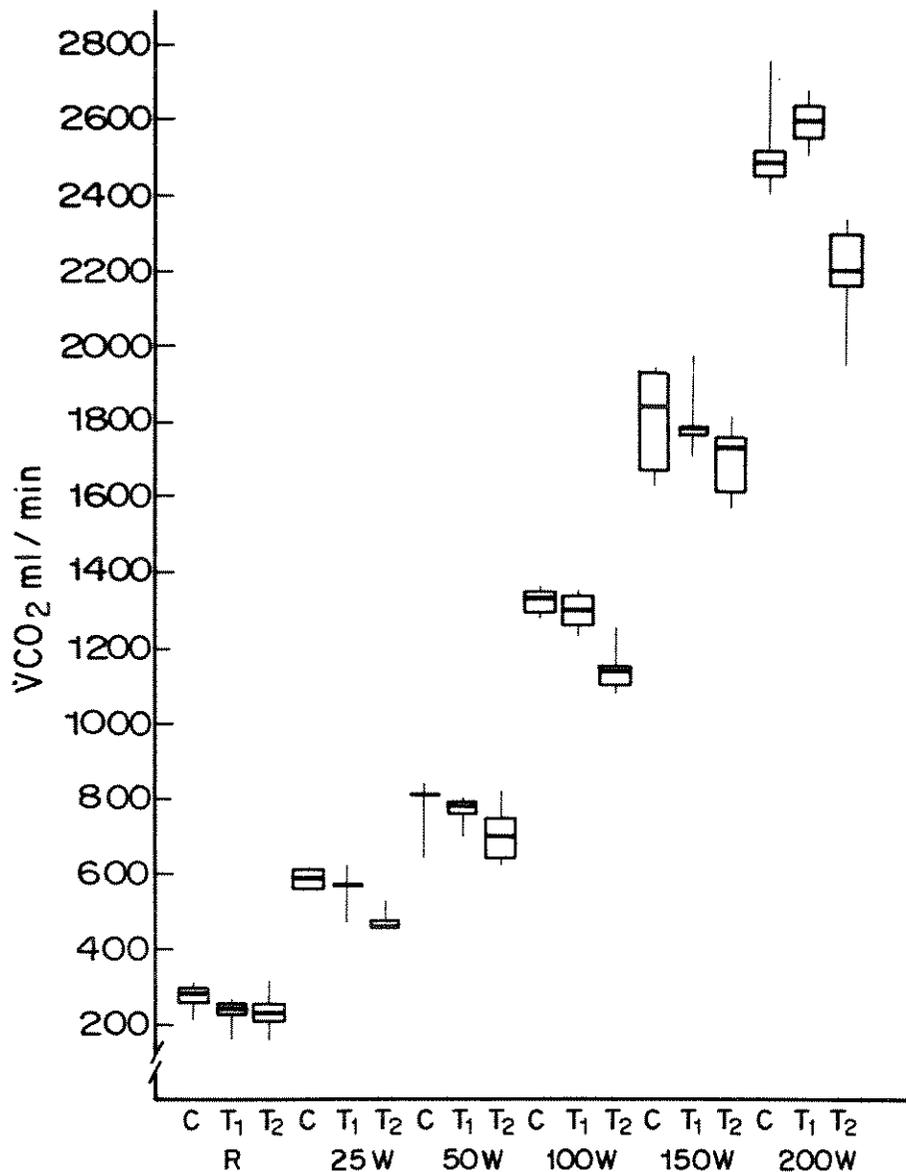


Figura 37: Produção de dióxido de carbono ($\dot{V}CO_2$) em repouso (R) e exercício físico dinâmico nas potências de 25, 50, 100, 150, e 200 W, em atletas do sexo masculino ($n=5$), nas condições: controle (C), pós treinamento inespecífico (T1) e pós treinamento específico (T2). Estão expressos os valores de mediana, 1º e 3º quartis e valores extremos, medidos em repouso e no minuto final de cada potência. W = "Watts"

A Figura 3B e Tabelas C9 e C10 (Apêndice C) mostram a resposta do quociente das trocas respiratórias (RER) nos atletas do sexo masculino, nas várias condições de estudo.

De uma maneira geral, observou-se uma tendência de os valores se elevarem proporcionalmente à potência aplicada, e de que, nas condições de pós treinamento, esses valores fossem menores do que na condição Controle. As pequenas magnitudes de variação do RER impedem que se façam inferências quanto as possíveis diferenças ocorridas entre as duas condições de treinamento.

Quanto ao RER-pico (Tabela C11), houve uma tendência destes valores serem maiores após o treinamento (principalmente em T1), comparativamente à condição Controle.

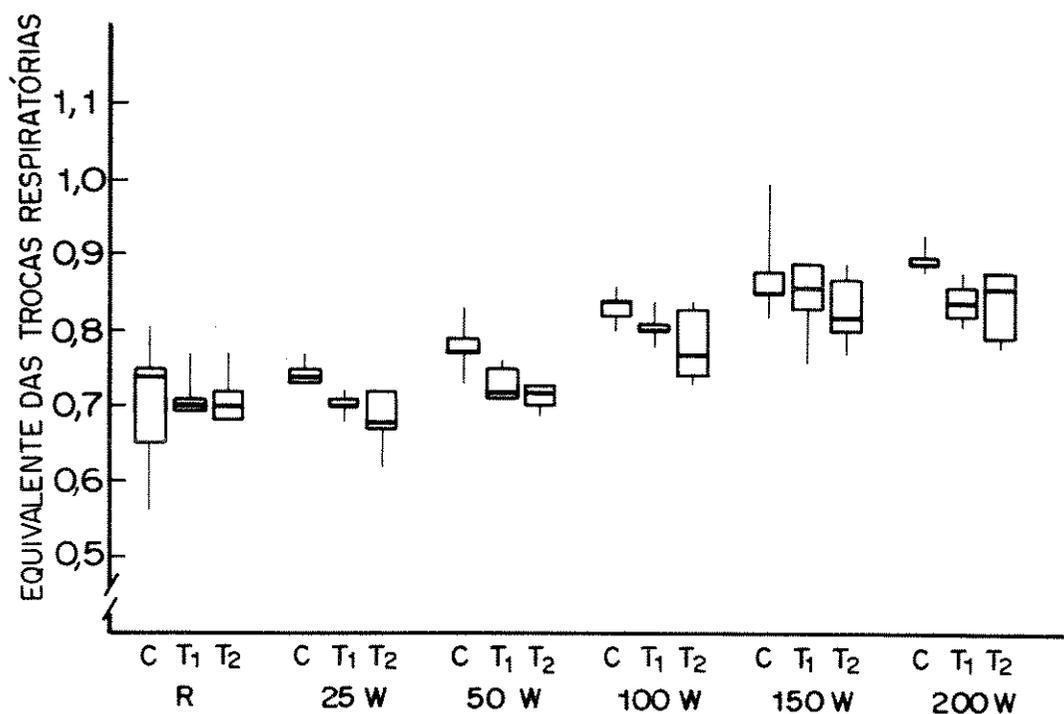


Figura 38: Resposta do quociente de trocas respiratórias (RER), em repouso (R) e exercício físico dinâmico em atletas do sexo masculino (n=5), nas condições: controle (C), pós treinamento inespecífico (T1) e pós treinamento específico (T2). Estão expressos os valores de mediana, 1º e 3º quartis e valores extremos, medidos em repouso e no minuto final de cada potência. W = "Watts"

D I S C U S S A O

A. ESTUDO TRANSVERSAL: COMPARAÇÃO ENTRE ATLETAS DOS SEXOS MASCULINO E FEMININO, APÓS RETORNO DE PERÍODO DE FÉRIAS COLETIVAS

A1. CARACTERÍSTICAS ELETROCARDIOGRÁFICAS

O treinamento físico aeróbio regular e de longa duração leva a uma grande variedade de adaptações morfológicas e funcionais do sistema cardiovascular, incluindo o aumento do peso e das dimensões da cavidade ventricular esquerda (Oakley e Oakley, 1982; Douglas et alii, 1986; Alpert et alii, 1989; Fleck, 1990) e redução da frequência cardíaca em condições de repouso (Huston et alii, 1985; Alpert et alii, 1989). Estas adaptações podem ser documentadas em exames complementares: 1- no eletrocardiograma (ECG), pode se observar a ocorrência de bradicardia sinusal, vários tipos de arritmias, distúrbios de condução do estímulo elétrico cardíaco e elevação do segmento ST em derivações precordiais; 2- na radiografia do tórax e no ecocardiograma: aumento da área cardíaca e da espessura das paredes e das câmaras cardíacas, respectivamente (Gott et alii, 1968; Oakley e Oakley, 1982; Huston et alii, 1985).

Em passado não muito remoto, os médicos freqüentemente interpretavam essas alterações como sendo de natureza patológica e aconselhavam a interrupção do treinamento (Gott et alii, 1968; Alpert et alii, 1989). Atualmente, as pesquisas nesta área têm demonstrado que as

referidas alterações cardiovasculares são adaptativas e de natureza fisiológica (Douglas et alii, 1986; Alpert et alii, 1989), e que são induzidas mediante um estímulo repetitivo com características específicas quanto a intensidade, duração e frequência (Scheuer e Tipton, 1977; Blomqvist e Saltin, 1983; Huston et alii, 1985; Douglas et alii, 1986; Alpert et alii, 1989).

Dentro deste contexto, as alterações eletrocardiográficas encontradas nos atletas estudados no presente trabalho podem ser entendidas como o produto das adaptações cardíacas ao treinamento aeróbio de longa duração. Reforça tal entendimento o fato de que em nenhum dos atletas estudados a anamnese, o exame físico e outros exames subsidiários evidenciaram a ocorrência de qualquer doença sistêmica cardiovascular ou de outra natureza.

A2. VALORES ESPIROMÉTRICOS

A espirometria realizada nas condições de repouso tem sido utilizada para avaliar a reserva funcional do sistema respiratório de indivíduos normais (Astrand e Rodahl, 1980); também tem sido usada como parte da avaliação de rotina de pacientes portadores de doenças do sistema respiratório (Permutt et alii, apud Crapo et alii, 1981). Para que seja possível interpretar os resultados dos testes espirométricos com a menor margem de erro, faz-se necessário determinar empiricamente as faixas de normalidade para

indivíduos sadios.

Vários investigadores padronizaram a espirometria de modo a se obter equações de predição para a medida da função respiratória, considerando-se a idade e a composição corporal do indivíduo, bem como a técnica utilizada na execução do teste (Crapo et alii, 1981; Knudson et alii, 1982). Goldman et alii (1958) demonstraram que se pode aplicar estas equações de predição tanto à nível do mar como em altitudes menores de 1755 metros para obtenção dos valores espirométricos.

Os tamanhos corporal e o torácico mostram uma razoável correlação com a capacidade vital (CV) e com o volume residual (VR) de um indivíduo, e estes, por sua vez, com a capacidade pulmonar total (CPT). No entanto, a magnitude dos volumes pulmonares também é influenciada pelo sexo e idade (De Vries, 1978; Astrand e Rodahl, 1980), pois, ao se comparar mulheres e homens de mesmas idades e características antropométricas, as primeiras apresentam valores de CV e VR menores que os últimos. Consequentemente, os valores de CPT das mulheres também são menores. Neste sentido, existem trabalhos relatando que tais volumes são cerca de 10% menores na mulher, comparada ao homem (Astrand e Rodahl, 1980; Wells, 1985).

Em relação ao volume expiratório forçado em um segundo (VEF1), alguns autores indicam que, para um indivíduo de 25 anos, o valor normal seria aproximadamente 80%. Devido ao fato de esta variável ser limitada pela força

dos músculos respiratórios e pelo aumento da resistência crescente ao fluxo, o VEF1 pode estar diminuído nas pessoas portadoras de quaisquer obstruções das vias aéreas (Astrand e Rodahl, 1980).

A medida da ventilação voluntária máxima (VVM) permite obter uma avaliação das propriedades mecânicas do pulmão e da parede torácica. Apesar de ocorrer uma faixa de superposição de valores individuais da VVM em ambos sexos para uma mesma idade, os valores médios apresentados pelos homens são superiores aos das mulheres (Astrand e Rodahl, 1980).

No presente estudo, observa-se, para ambos sexos, que as variáveis CV, CPT, CVF e VVM mostraram valores comparáveis aos existentes na literatura para indivíduos normais (Astrand e Rodahl, 1980; Crapo et alii, 1981; Knudson et alii, 1982; Fox e Mathews, 1983), com exceção das médias da CRF, VR, VEF1 e VEF1/CVF% para os homens e das médias da CRF, VEF1 e VEF1/CV para as mulheres, cujos valores foram estatisticamente diferentes dos preditos (ou seja, valores aquém dos preditos).

Ao se comparar os valores espirométricos entre os dois sexos, observa-se que as variáveis CV, CRF, CPT, CVF, VVM, VEF1, mostraram valores superiores nos homens comparativamente às mulheres, com exceção das médias do VR, do VEF1/CV e do VEF1/CVF cujos valores foram estatisticamente iguais.

De um modo geral, os resultados vêm de encontro

aos relatos existentes na literatura e podem ser explicados com base nas diferenças observadas em relação à composição corporal, uma vez que os homens mostraram valores de peso, altura e superfície corporal superiores aos das mulheres. Já em relação ao volume residual para ambos sexos, os resultados foram diferentes dos de outros autores (Astrand e Rodahl, 1980; Wells, 1985), que mostram diferenças de VR entre os sexos. A igualdade de VR apresentada neste estudo pode, entre outros fatores, ser devida a pequena amostra de indivíduos estudados, ou a particularidades inerentes a características ambientais bem como a características genéticas existentes entre os diferentes indivíduos.

A3. CONSUMO DE OXIGÊNIO

A captação máxima de oxigênio ($\dot{V}O_2$ max) é amplamente aceita como uma medida da aptidão cardio-respiratória e da potência aeróbia máxima (Astrand e Saltin, 1961; Rowell, 1974; Astrand, 1976; Scheuer e Tipton, 1977; Clausen, 1977; Blomqvist e Saltin, 1983; Wells, 1985; Rowell, 1986) e tem sido descrita como importante índice de predição da "performance" em corredores de meia e longa distância (Saltin e Astrand, 1967; Astrand e Rodahl, 1980; Wyndham et alii, apud Conconi, 1982). No entanto, o desempenho destes atletas pode também estar ligado a outros fatores, tais como a habilidade em se utilizar uma grande fração do $\dot{V}O_2$ máx (percentual de $\dot{V}O_2$ máx), durante um certo tempo, o que se denomina de capacidade aeróbia (Costill,

1979; Rowell, 1986).

Na presente investigação, os atletas de ambos os sexos apresentaram uma resposta linear do $\dot{V}O_2$ em relação à potência aplicada, em níveis submáximos de esforço. Estes achados são comparáveis aos referidos por outros autores (Wasserman et alii, 1967; De Vries, 1978; Astrand e Rodahl, 1980). Outrossim, os valores de $\dot{V}O_2$ nas várias potências estudadas foram semelhantes aos referidos por Gallo Jr. et alii, 1987 e 1989, em indivíduos normais estudados no mesmo Laboratório.

No presente trabalho, o $\dot{V}O_2$ obtido na condição de exaustão física foi denominado de $\dot{V}O_2$ -pico, visto que somente em alguns atletas se conseguiu obter o platô de achatamento do $\dot{V}O_2$ em condições de incremento progressivo das potências aplicadas, que é o critério correto para se caracterizar a saturação do transporte de O_2 na condição de exercício dinâmico (Astrand, 1976; Clausen, 1977; Astrand e Rodahl, 1980; Blomqvist e Saltin, 1983; Rowell, 1986).

A literatura refere que os valores absolutos de $\dot{V}O_2$ máx. (expressos em l/min) são em média 40 a 60% maiores em homens do que em mulheres (Sparling, apud Wells, 1985). Considerando-se que o $\dot{V}O_2$ também é dependente do peso corporal, e o fato de as mulheres terem geralmente menor tamanho corporal e peso que os homens, o $\dot{V}O_2$ máx é frequentemente expresso em termos relativos, ou seja, em mililitros de oxigênio por quilograma de peso corporal, por minuto (ml/Kg/min). Deste modo, reduz-se a aparente

diferença na potência aeróbia máxima entre os sexos para, aproximadamente, 20 a 30% (Sparling, apud Wells, 1985), embora existam estudos que demonstram haver diferenças de 17% da capacidade aeróbia da mulher em relação ao homem (Astrand, apud Bevegard, 1967). No presente trabalho, os homens apresentaram valores superiores de $\dot{V}O_2$ -pico do que as mulheres, achados estes que são concordantes com os existentes na literatura (Saltin e Astrand, 1967; Astrand e Rodahl, 1980; Wells, 1985 e Rowell, 1986), e que podem ser devidos às seguintes diferenças existentes entre os sexos: os homens apresentam maior tamanho corporal e peso do que as mulheres; maior quantidade de hemoglobina e número de células vermelhas no sangue, que contribuem para uma maior capacidade de transporte do oxigênio; maior débito cardíaco máximo e maior volume de ejeção, que contribuem para diferenças na distribuição de sangue aos tecidos ativos durante esforço máximo (Bevegard e Shepherd, 1967; De Vries, 1978; Astrand e Rodahl, 1980; Wells, 1985); todos esses fatores associados provavelmente proporcionam um resultado quantitativamente diferente entre os sexos. Por outro lado, os valores de $\dot{V}O_2$ -pico expressos em ml/Kg/min, embora quantitativamente tenham sido levemente superiores para os homens, estatisticamente podem ser considerados comparáveis aos das mulheres. Estes achados podem ter ocorrido em decorrência do pequeno grupo de indivíduos estudados e/ou da heterogeneidade existente entre as provas atléticas.

Ressalte-se, também, que o nível de aptidão física

pode suplantam o efeito das diferenças existentes entre os sexos, pois muitas mulheres altamente treinadas podem apresentar capacidade aeróbia máxima superior a de homens sedentários, de mesma idade (Wells, 1985). Estes achados estão de acordo com os resultados obtidos no Laboratório de Hemodinâmica e Função Pulmonar - HCRP, uma vez que os valores de $\dot{V}O_2$ -pico das mulheres atletas encontrados no presente trabalho são superiores aos dos homens sedentários investigados por Gallo Jr. et alii, 1989; no entanto, merece destaque a similaridade dos valores do $\dot{V}O_2$ -pico entre os sexos, a partir do momento em que os homens sedentários se submeteram ao treinamento físico.

A4. FREQUÊNCIA CARDÍACA

A resposta da frequência cardíaca (FC) ao exercício físico dinâmico (EFD) se caracteriza por um aumento rápido e imediato da mesma, subsequente ao início do exercício. Tal resposta tem sido documentada tanto no exercício isométrico (Petro et alii, 1970), como no exercício dinâmico (Linnarson, 1974; Greco et alii, 1986; Broman e Wigertz, apud Silva, 1988). Por existir um período de latência menor do que um segundo entre o início do esforço muscular e a elevação da FC, sugere-se que os mecanismos nervosos devam ser os responsáveis por este tipo de resposta (Paulev, 1971).

Em estudos conduzidos em indivíduos normais,

levando-se em conta a evolução temporal da FC durante o EFD (Linnarsson, 1974), demonstrou-se que no intervalo de 10 a 15 segundos, a partir do início do exercício, há uma elevação rápida da FC e, a partir daí, até 60-90 s, ocorrem acréscimos mais lentos da FC, que podem tender a uma condição de estabilização dos valores dessa variável, dependendo do nível de esforço executado.

Trabalhos conduzidos posteriormente, no sentido de se avaliar a contribuição parassimpática e simpática, como mecanismos eferentes da taquicardia do EFD, permitiram as seguintes conclusões: de 0-10 s ocorre elevação rápida da FC quase que exclusivamente devido à diminuição do tônus vagal (Fagraeus e Linnarson, 1976; Maciel, 1979 e 1983); dos 10 aos 30 s ainda é possível documentar uma participação vagal predominante (Maciel, 1979); em contrapartida, de 30 s até 4 minutos (min) e principalmente de 1 a 4 min, existem evidências demonstrando que a taquicardia, quando presente, pode ser devida a um aumento da estimulação simpática em relação à condição de repouso (Smith et alii, 1976; Maciel, 1979 e 1983). Além disso, demonstrou-se que a liberação vagal, em cada nível de EFD, completa-se até o primeiro minuto do mesmo, mantendo-se a partir daí um tônus vagal residual, que é inversamente proporcional à intensidade da potência aplicada (Maciel, 1979 e 1983); se por um lado a contribuição vagal relativa é maior no EFD de pequena intensidade (baixas potências), por outro, a contribuição simpática tende a se intensificar à medida em que os níveis

de potência aumentam (Ekblom et alii, 1972; Smith et alii, 1976; Maciel, 1979 e 1983).

Levando-se em conta os conhecimentos atuais existentes na literatura referentes à regulação autonômica eferente da FC, procurou-se, no presente trabalho, dar ênfase ao estudo da FC nos seguintes intervalos: de 0-10 s e 0-30 s (predominantemente vago-dependentes); de 30-60 s (vago e simpático-dependentes); 30s-4 min e 1-4 min (simpático-dependentes) (Maciel, 1979 e 1983; Maciel et alii, 1986 e 1988; Gallo Jr. et alii 1987 e 1989).

A análise comparativa da resposta cronotrópica ao EFD em atletas do sexo masculino e feminino, nos diferentes intervalos de tempo supracitados, evidenciou, qualitativa e quantitativamente, algumas respostas similares e outras não. Assim, em ambos os sexos, a FC elevou-se rapidamente (componente vago dependente) nos primeiros 10 s; no entanto, enquanto que para as mulheres a FC aumentou mais lentamente até 30 s de esforço, passando, posteriormente, a apresentar comportamento variável (tendendo à estabilização ou à elevação lenta e progressiva da FC) até o final do esforço na dependência do valor de potência aplicada, nos homens a FC já começou a diminuir a partir de 10 s, em EFD de baixas potências. Tais características de resposta se assemelham com aquelas referidas previamente na literatura (Linnarsson, 1974; Maciel, 1979 e 1983; Maciel et alii, 1985; Gallo Jr. et alii, 1989).

Apesar de as mulheres apresentarem, em repouso,

maiores valores de FC do que os homens, nos 10 s iniciais de EFD ocorreu uma elevação substancial da FC, para ambos os sexos, cuja magnitude foi independente da potência aplicada; por outro lado, embora os acréscimos apresentados pelos homens tenham sido de magnitudes superiores aos das mulheres, as diferenças não atingiram significância estatística. Neste sentido, estes resultados estão de acordo com os obtidos no Laboratório de Hemodinâmica e Função Pulmonar - HCRP, ou seja, pelo menos em homens e mulheres sedentárias, não tem sido encontradas diferenças entre as magnitudes do incremento da FC nos 10 s iniciais do EFD (Maciel et alii 1986 e 1988; Gallo Jr. et alii 1987 e 1989).

Também merece menção, o fato de que, em ambos os sexos, a taquicardia observada nos 30 s iniciais do esforço ser devida principalmente à magnitude de acréscimo observada nos 10 s subsequentes ao início do EFD. Ainda com referência a resposta da FC nos 30 s iniciais, para ambos os sexos, os incrementos da FC foram relativamente progressivos, de acordo com o nível de esforço realizado, parecendo haver, nos homens, uma tendência de os incrementos de 0 a 30 s serem mais dependentes da potência aplicada.

Quando se analisa o padrão de resposta da FC após 30 s iniciais, nas várias condições de estudo, nota-se algumas diferenças. Assim, em baixos níveis de potência (25 "Watts"=W para as mulheres e 25 e 50 W para os homens), a partir dos 30 s iniciais de esforço, a FC diminui, tendendo a atingir um platô a partir do 2º min de esforço, sendo que

as mulheres se destacam em relação aos homens por apresentarem menor diferença entre os valores pico e os de platô da FC. A tendência de a FC se equilibrar em valores mais altos, nas mulheres do que nos homens, mostra que as mesmas utilizam mais a reserva vagal do que os homens, para um mesmo valor em potências baixas, fato este que reflete uma menor capacidade aeróbia apresentada pelas mulheres. Portanto, estes achados constituem mais uma evidência a favor da existência de uma menor capacidade aeróbia apresentada pelos atletas do sexo feminino (Gallo Jr. et alii, 1987 e 1989). Nas potências de 50 W e 100 W, as mulheres se destacaram nitidamente dos homens no que tange à elevação lenta da FC (30 s a 4 min e 1 a 4 min); assim, o aparecimento deste padrão de resposta em níveis mais baixos de potência nas mulheres (em 50 W) e a maior magnitude destes incrementos em 100 W podem ser interpretados como uma contribuição do mecanismo simpático agindo mais precoce e intensamente sobre o coração das mulheres do que nos homens (Maciel et alii, 1986; Gallo Jr. et alii, 1987).

Ao ser comparado o padrão de resposta e os incrementos de FC nos intervalos de 0 a 10 s, 0 a 30 s, 30 s a 4 min e 1 a 4 min, na potência de 50 W, entre as atletas estudadas no presente trabalho e mulheres sedentárias estudadas por Maciel et alii (1988) e homens sedentários estudados por Gallo Jr. et alii (1989), no mesmo Laboratório, nota-se uma similaridade na resposta e magnitude de incrementos de FC entre as atletas e os sedentários de ambos

os sexos. Já em relação ao $\dot{V}O_2$ pico observa-se que as atletas apresentam maiores valores desta variável que homens e mulheres sedentárias. Com isso, nota-se uma desproporção entre a resposta da FC e $\dot{V}O_2$ pico, das atletas, que poderia estar ligado a fatores intrínsecos ao sexo feminino e que merece ser objeto de estudo de trabalhos futuros.

Uma análise global das respostas de FC observadas no presente estudo, nos vários intervalos estudados, sugere que os atletas do sexo masculino apresentam, no início de EFD uma dinâmica de liberação vagal mais rápida do que as atletas. No entanto, em potências submáximas, as mulheres conseguem equiparar a magnitude de resposta da FC até os 30 s de atividade. A partir deste intervalo de tempo, tanto nas potências menores como nas maiores (eventualmente com uma diferença de 50 W dos atletas em relação as atletas), as mulheres sempre apresentaram maiores valores do incremento lento de FC (30 s a 4 min e 1 a 4 min) que os homens, indicando que estas utilizam, para uma mesma potência de esforço, maior estimulação simpática, relativamente à liberação parassimpática no mecanismo responsável pela taquicardia evocada pelo EFD.

A observação de que nas potências de 100 W para as mulheres e 150 W para os homens, as respostas da FC ao esforço são praticamente iguais, em termos de componentes rápido e lento da FC, reforça os achados de outros autores, que sugerem que diferenças de resposta da FC atribuídas ao sexo e à capacidade física aeróbia, observadas em níveis

submáximos de esforço, podem ser corrigidas se os valores de FC forem expressos relativamente ao $\dot{V}O_2$ máx, ou seja, em termos de percentual do $\dot{V}O_2$ máx (Wells, 1985; Rowell, 1986).

Neste ponto da discussão, torna-se necessário cotejar os resultados obtidos nos atletas do sexo masculino, estudados no presente trabalho, com os obtidos por Gallo Jr. et alii (1989), no mesmo Laboratório e com metodologia semelhante referente ao efeito do treinamento aeróbio nas respostas da FC durante a realização do EFD. No trabalho de Gallo Jr. et alii (1989) foram estudados 7 atletas meio-fundistas que treinavam regularmente entre 5 a 7 anos (estudo transversal) e 7 indivíduos sedentários treinados durante 12 semanas (estudo longitudinal). Merece destaque o seguinte fato: o incremento lento, simpático-dependente (30 s a 4 min) e o global (0 a 4 min), em 100 e 150 W, foi sempre menor no presente trabalho do que o observado nos atletas do trabalho anterior. Este achado sugere fortemente que os atletas do presente trabalho, apesar de terem sido estudados após um período de férias de 45 dias, ainda apresentam uma maior capacidade aeróbia do que os atletas e os sedentários treinados do trabalho anterior, todos estudados durante o período ativo de treinamento aeróbio. Possivelmente estas diferenças se devam a: 1) fatores ligados ao diferente nível dos atletas, pois no presente trabalho os mesmos eram de elite em nível nacional; 2) fatores genéticos intrínsecos a cada grupo e 3) fatores ligados ao tipo de treinamento aplicado entre os grupos

estudados.

Um outro aspecto relativo às adaptações da FC ao treinamento aeróbio dizem respeito às mudanças observadas na condição de repouso para a de exaustão física.

Na condição de repouso, as mulheres se destacaram por apresentarem, comparativamente aos homens, valores mais altos de FC; estes achados estão em concordância com outros existentes na literatura, nos quais procurou-se efetuar a comparação levando-se em conta o grau de capacitação aeróbia (sedentários "versus" atletas) (De Vries, 1978; Astrand e Rodahl, 1980; Wells, 1985).

No presente trabalho, também se optou por designar a FC no momento da exaustão física por FC-pico, uma vez que somente alguns atletas conseguiram atingir o platô de elevação desta variável em relação aos acréscimos de potência aplicada, o que corresponderia realmente a FC máxima. É importante ressaltar o fato de que, não obstante ter-se documentado um grande número de diferenças entre os sexos quanto a magnitude das variáveis cárdio-respiratórias em repouso e em exercício, a FC-pico foi semelhante nos atletas de ambos os sexos; ressalte-se, também, que estes valores se distribuíram dentro da faixa de normalidade referida por outros autores (Astrand e Saltin, 1964; Saltin e Astrand, 1967; Pollock, 1977; Astrand e Rodahl, 1980).

Apesar de a FC-pico não ter sido diferente nos atletas de ambos os sexos, os homens, por apresentarem valores mais baixos de FC de repouso do que as mulheres,

tiveram maiores incrementos desta variável na transição do repouso à exaustão física. Este maior incremento da FC pode ser um dos fatores que, juntamente com fatores, tais como: peso, altura, superfície corporal e quantidade de massa muscular estriada, possivelmente tenha propiciado aos atletas do sexo masculino apresentarem melhores índices de capacidade aeróbia do que os do sexo feminino.

A5. VARIÁVEIS RESPIRATÓRIAS

A5.1. Ventilação pulmonar (\dot{V}) e frequência respiratória (FR)

A ventilação pulmonar, como muitas das variáveis cárdio-respiratórias, se eleva em exercício, à medida em que maiores potências são aplicadas (Hammond e Froelicher, 1985); esta elevação é diretamente proporcional aos aumentos do consumo de oxigênio e da produção de dióxido de carbono pelos músculos em atividade contrátil (Jones et alii, 1975; Astrand e Rodahl, 1980; Fox e Mathews, 1983). No entanto, em valores máximos de $\dot{V}O_2$ ou próximos a eles, este aumento é desproporcional (Astrand e Rodahl, 1980; Fox e Mathews, 1983). A \dot{V} (ventilação por minuto) é o produto de duas variáveis: o volume corrente e a frequência respiratória (Jones et alii, 1975; De Vries, 1978; Wells, 1985). Em níveis submáximos de esforço, para valores comparáveis de potência, as mulheres apresentam maiores valores de \dot{V} do que os homens (De Vries, 1978; Wells, 1985); no entanto, para mesmos valores desta variável, usualmente a mulher apresenta um menor volume corrente e uma maior frequência respiratória do que o homem (Wells, 1985).

No presente trabalho, apesar de a \dot{V} ser maior nas mulheres do que nos homens, as diferenças entre eles atingiram significância estatística somente em 100 W. Neste sentido, é interessante observar que foi justamente neste valor de potência que os valores médios da \dot{V} apresentaram

incrementos desproporcionais em relação aos acréscimos de potência. Este achado poderia significar que nestes níveis de potência, ao contrário dos homens, as mulheres já estivessem se exercitando acima dos respectivos limiares de anaerobiose (Wasserman et alii, 1973; Davis et alii, 1979; Jones e Ehrsan, 1982; Yeh et alii, 1983; Davis, 1985), ou seja, em níveis de potência em que já ocorre uma falta de oxigênio relativamente à intensidade do trabalho muscular. Nestas circunstâncias, uma quantidade adicional de ATP seria formada às custas da ativação do mecanismo anaeróbico com produção de ácido láctico, tanto em níveis muscular e sangüíneo (Maffulli et alii, 1987), causando uma acidose metabólica (Davis et alii, 1979). O início da produção de ácido láctico muscular (Yeh et alii, 1983; Maffulli et alii, 1987) e o seu acúmulo no sangue (Davis et alii, 1979; Davis, 1985; Maffulli et alii, 1987) seriam os responsáveis por um aumento não linear da \dot{V} e da produção de CO₂ em relação aos incrementos de potência e de consumo de oxigênio (Yeh et alii, 1983).

Apesar de todas estas considerações relativas ao limiar de anaerobiose e de sua utilidade na mensuração da capacidade aeróbia (Wasserman, 1973; Davis, 1985), deve ser enfatizado que a sua exata mensuração não pôde ser realizada no presente trabalho devido a limitações metodológicas.

Em relação ao comportamento da FR: apesar de a magnitude de resposta desta variável, em repouso e em EFD, ter sido maior nas mulheres que nos homens, tais diferenças

não apresentaram significância estatística. Os maiores valores picos da \dot{V} e da FR observados nos homens em relação às mulheres, possivelmente é explicado pelas já citadas diferenças antropométricas entre os atletas masculino e feminino. Assim sendo, poder-se-ia dizer que o padrão de resposta da \dot{V} e da FR ao EFD, para ambos os sexos, foi semelhante ao referido por outros autores (Saltin e Astrand, 1967; Astrand e Rodahl, 1980; Fox e Mathews, 1983; Gallo Jr. et alii, 1987 e 1989).

A5.2. Produção de dióxido de carbono ($\dot{V}CO_2$) e equivalente das trocas respiratórias (RER)

No presente estudo, ao se analisar as respostas da $\dot{V}CO_2$ e do RER em atletas ao EFD nota-se que as mesmas aumentaram, obedecendo um padrão de resposta aproximadamente linear em relação à elevação da potência desenvolvida. Em potências mais baixas (25 e 50 W), embora os valores da $\dot{V}CO_2$ sejam semelhantes em ambos os sexos, em 100 W as mulheres apresentaram valores superiores aos dos homens. Estes achados reforçam a proposição de que as mulheres estejam se exercitando em potências acima do limiar de anaerobiose (Wasserman et alii, 1973; Davis et alii, 1979; Jones e Ehrsan, 1982; Yeh et alii, 1983; Davis, 1985; Maffulli et alii, 1987). Os valores pico da $\dot{V}CO_2$ e do RER, pelas mesmas razões já mencionadas anteriormente, também foram maiores nos homens do que nas mulheres.

Finalmente, deve ser mencionado que os valores absolutos da $\dot{V}CO_2$ e do RER, na condição de esforço, obtidos no presente trabalho, foram menores do que os referidos por outros autores (Myamoto et alii, 1982) e em outros trabalhos de Gallo Jr. et alii (1987 e 1989) nos quais foi utilizado outro sistema de medidas metabólicas (Beckman - metabolic measurement cart). Estas discordâncias provavelmente se devem a diferenças da metodologia empregada nos estudos acima mencionados.

B. ESTUDO LONGITUDINAL: COMPARAÇÃO ENTRE AS RESPOSTAS ANTES E APÓS OS DOIS TIPOS DE TREINAMENTO FÍSICO

B1. CONSUMO DE OXIGÊNIO ($\dot{V}O_2$).

Os atletas estudados no presente trabalho apresentaram, após os dois períodos de treinamento físico, uma melhora no desempenho aeróbio, comprovado pelo fato de terem apresentado aumento dos valores picos de potência e de consumo de oxigênio, expressos em termos absolutos ou relativos (Kg/peso). Neste sentido, deve ser lembrado que vários autores têm documentado em estudos longitudinais, acréscimos de $\dot{V}O_2$ induzidos pelo treinamento aeróbio semelhantes ou superiores aos observados neste trabalho (Ekblom et alii, 1968; Kilbom, 1971; Cunningham e Hill, 1975; Blomqvist e Saltin, 1983; Gallo Jr. et alii, 1989).

Apesar de os atletas avaliados nesta investigação serem considerados de elite, em nível nacional, os seus valores pico de consumo de oxigênio, expressos em termos absolutos ou relativos (ml/Kg), foram menores do que aqueles obtidos em atletas de elite internacionais (Saltin e Astrand, 1967; Astrand e Rodahl, 1980; Wells, 1985); apenas o atleta JLB apresentou valores comparáveis aos referidos na literatura (Pollock, 1977; Wells, 1985), principalmente após a fase de treinamento inespecífico.

Quanto às diferenças dos valores pico de potência e consumo de oxigênio observados entre o treinamento

específico (T2) e inespecífico (T1), várias ilações podem ser feitas: 1- apesar de em três atletas o T1, em relação a situação Controle, ter propiciado maiores incrementos dos valores picos de potência e $\dot{V}O_2$ quando comparado ao T2, não se pode formular conclusões seguras a respeito das possíveis qualidades dos dois diferentes tipos de treinamento em relação às implicações fisiológicas deles decorrentes, principalmente por causa da pequena diferença de incremento de $\dot{V}O_2$ proporcionado pelas duas condições estudadas; 2- dentro deste contexto, fatores tais como a pequena amostragem e as diferentes provas atléticas incluídas no estudo e o grau de motivação dos atletas na época em que os testes foram conduzidos (em T1, período preparatório geral e em T2, período preparatório específico, antes das competições oficiais), além do fato de os atletas serem corredores e terem sido avaliados em bicicleta ergométrica podem ser os responsáveis pelas diferenças observadas.

Além disso, em níveis submáximos de esforço, as pequenas diferenças documentadas nos valores de $\dot{V}O_2$ entre as duas modalidades de treinamento físico, também podem ser atribuídas ao pequeno número de indivíduos estudados, bem como a existência de erros inerentes ao tipo de metodologia utilizada na ocasião em que os estudos foram conduzidos (ver Material e Métodos para maiores detalhes).

B2. FREQUÊNCIA CARDÍACA (FC)

B2.1. Resposta da FC de repouso

A FC de repouso em indivíduos que realizam periodicamente atividade física aeróbia, apresenta valores bastante inferiores aos observados em indivíduos de vida sedentária (Scheuer e Tipton, 1977). Esta bradicardia de repouso tem sido constatada após período de treinamento físico, tanto em animais (Tipton, 1965) como no homem (Scheuer e Tipton, 1977; Clausen, 1977; Lewis et alii, 1980), e é referida como uma das mais marcantes adaptações biológicas induzidas pelo treinamento aeróbio (Ekblon et alii, 1973; Scheuer e Tipton, 1977; Lewis et alii, 1980; Katona et alii, 1982; Maciel et alii, 1985).

Existem relatos na literatura atribuindo aos mecanismos autonômicos a responsabilidade pela gênese da bradicardia de repouso induzida pelo treinamento físico aeróbio; assim, modificações na atividade dos dois componentes do SNA, atuantes sobre o nódulo sinusal, têm sido apontadas como as responsáveis por essa adaptação. Estudos indicando maior influência parassimpática sobre a bradicardia de repouso (Herrlick et alii, 1960; Tipton, 1965; Tipton e Taylor, 1965; Frick et alii, 1967; Clausen, 1977; Scheuer e Tipton, 1977), contrapõem-se àqueles que sugerem, após treinamento, uma menor atividade simpática (Ekblon et alii, 1973; Scheuer e Tipton, 1977; Williams et

alii, 1981) ou até mesmo uma menor sensibilidade cronotrópica à catecolaminas (Brundin e Cernigliaro, apud Maciel, 1983). Outrossim, outros estudos não têm demonstrado qualquer envolvimento vagal na gênese da bradicardia de repouso (Katona et alii, 1982; Maciel et alii, 1985); ressalte-se que em outros estudos no homem, de natureza transversal e longitudinal, não têm sido comprovado alteração da sensibilidade do nódulo sinusal às catecolaminas após o treinamento aeróbio (Svedenhag et alii, 1986). Por outro lado, existem estudos apontando que a bradicardia pode ser dependente principalmente de uma redução da FC intrínseca (José e Taylor, 1969), variável esta que é obtida utilizando-se da técnica de duplo bloqueio farmacológico dos eferentes simpático e parassimpático (Lewis et alii, 1980; Katona et alii, 1982); ainda em relação a este aspecto, embora existam controvérsias uma vez que alguns autores não documentaram a existência de tal mecanismo adaptativo (Tipton et alii, 1977; Lewis et alii, 1980), pelo menos no homem a redução da FC intrínseca tem um papel marcante na redução da FC induzida pelo treinamento aeróbio (Katona, 1982; Maciel, 1985).

No presente trabalho documentou-se, em relação ao controle, bradicardia de repouso de igual magnitude em ambas as fases do treinamento físico. O mecanismo envolvido nesta bradicardia, entretanto, não pôde ser explorado uma vez que não foi possível realizar o duplo bloqueio farmacológico para a obtenção da FC intrínseca.

B2.2. Resposta da FC ao EFD

Ao se analisar, comparativamente, a resposta da FC ao EFD nos atletas submetidos a diferentes fases do treinamento físico, evidenciam-se diferenças tanto na fase de elevação rápida quanto na fase de elevação lenta da FC.

Quando se analisou o intervalo de 0 a 10 s, os atletas mostraram, em todas as potências estudadas, um maior incremento da FC após as duas condições de treinamento físico. Ressalte-se, entretanto, que na condição T2 documentou-se os maiores incrementos da FC.

Estes achados sugerem que o T2 propicia maior velocidade de liberação do tônus vagal do que o T1. Como nos segundos iniciais do EFD, a elevação rápida da FC se constitui em um mecanismo importante no sentido de aumentar o fluxo sanguíneo (Myamoto et alii, 1982; Whipp et alii, 1987) as adaptações da FC observadas em T2 poderiam ser vantajosas porque aumentam precocemente o transporte de oxigênio aos músculos em atividade.

Durante a fase de variação lenta da FC (1-4 min), nas potências de 50, 100 e 150 W, documentou-se menor incremento da FC após as duas fases de treinamento; destaque-se o fato de não haver diferenças de resposta da FC quando se compara as condições T1 e T2. Estes achados sugerem, pois, que o treinamento aeróbio (T1 e T2) tenha diminuído, em relação ao controle, a intensidade da estimulação simpática nestes níveis de potência.

Por outro lado, para a potência de 200 W, os incrementos de 1-4 min foram iguais nas três condições de estudo, sendo que em relação a potência anterior (150 W), os incrementos de FC neste intervalo de tempo só aumentaram em T1 e T2. Estes achados sugerem que na condição Controle os atletas apresentaram uma resposta máxima da estimulação simpática atuante sobre o nódulo sinusal, por estarem menos condicionados, o que não ocorreu após o treinamento aeróbio, quando ainda havia uma reserva funcional suficiente para aumentar o grau de estimulação simpática sobre o referido nódulo.

As adaptações do eferente simpático no pós treinamento documentadas no presente trabalho, no que tange ao coração, concordam com achados anteriores relativos ao grau de estimulação nervosa simpática avaliado pela vasoconstrição nos territórios esplêncnicos e renal, com reflexos sobre a concentração plasmática de catecolaminas (Rowell, 1986). Outrossim, as evidências deste trabalho sugerem que as diferenças de participação simpática, relativas ao grau de treinamento aeróbio, em níveis absolutos de potência submáxima, podem ser minimizadas se as potências forem aplicadas como valores percentuais em relação ao $\dot{V}O_2$ máx (Lewis et alii, 1980).

Quanto aos incrementos de FC de 0 a 4 min, as respectivas respostas devem ser descritas à luz dos conhecimentos adquiridos, referentes às interações vago-simpáticas no decurso do tempo (0-10 s e 1-4 min). Assim,

deve ser enfatizado que os incrementos da FC de 0 a 4 min foram muito variáveis nas diversas potências utilizadas e nas três condições de estudo. Em 25 e 50 W os incrementos foram iguais nas três condições de estudo, indicando que nestes níveis de potência, nos quais se atingiu o platô de resposta da FC, o treinamento não modificou a sua magnitude em relação ao controle, o que implicaria em dizer que, nestas condições, o grau de liberação tardio do tônus vagal induzido pelo EFD não se modificou pelos dois tipos de treinamento físico aeróbio (T1 e T2). Em 100 W, foram evidenciados menores incrementos de FC no pós treinamento, fato que poderia sugerir que, para este nível de potência, os atletas treinados utilizaram predominantemente a liberação vagal e, em menor escala, a estimulação simpática. Finalmente, em níveis mais intensos de esforço (150 e 200 W), documentou-se uma tendência a que os incrementos de FC fossem maiores nas condições pós treinamento (maior em T2 do que em T1), do que nas de Controle, sugerindo que as adaptações dos eferentes simpático e parassimpático tenham propiciado um aumento da reserva funcional, traduzido por um incremento da contribuição da FC como mecanismo adaptativo induzido pelo treinamento físico.

Neste ponto da discussão deve ser enfatizado que o presente estudo põe em destaque o fato de terem ocorrido, em níveis submáximos de esforço, importantes modificações adaptativas do controle simpático e parassimpático da FC, tempo-dependentes, que não puderam ser detectadas quando somente

foram analisadas as respostas da FC, nas condições de platô, sejam elas expressas em valores absolutos (Tabela 8) ou como incrementos (Figuras 32 e 33).

São bastante controversos os achados disponíveis na literatura, referentes aos efeitos do treinamento aeróbio sobre a FC máx: existem autores que afirmam ocorrer diminuição da FC máx induzida pelo treinamento (Taylor et alii, 1963; Bruce et alii, 1965); outros demonstram não haver diferença significativa entre a FC máx de indivíduos treinados e destreinados (Astrand e Rodahl, 1980).

No presente trabalho, os atletas apresentaram em todas as condições de estudo, uma grande variabilidade da FC-pico, em resposta ao treinamento físico. Tal dado, associado a pequena amostragem estudada, impede que sejam feitas inferências quanto aos efeitos do treinamento sobre a FC-pico.

Finalmente, em relação a FC de recuperação, a maioria dos estudos demonstraram que a mesma se reduz de forma exponencial após a interrupção de um EFD (Broman e Wigertz, 1971; Linnarson, 1974; Maciel, 1979; Savin et alii, 1982).

A análise comparativa dos resultados do presente estudo demonstra que houve uma queda exponencial da FC de recuperação. Por outro lado, pode-se observar uma tendência do treinamento físico em aumentar a velocidade de recuperação da FC em direção aos valores basais. A grande variação da velocidade de recuperação da FC entre T1 e T2,

em termos quantitativos, nas várias potências estudadas, evidencia que a velocidade de recuperação não é um bom indicador da magnitude da capacidade aeróbia ao exercício dinâmico. Deve-se enfatizar que estes resultados são esperados, uma vez que na fase de recuperação ocorrem modificações simultâneas do tônus vagal e simpático, associados a outros fatores mecânicos, ligados à distensão do nódulo sinusal, responsáveis pela grande variabilidade de resposta da FC de recuperação, o que a torna, inclusive, dependente da intensidade da potência e do tempo de duração do EFD (Mellerowicz e Smolaka, 1981; Savin et alii, 1982).

B3. VARIÁVEIS RESPIRATÓRIAS

Em resposta ao treinamento físico, em uma mesma potência, observou-se diminuição da ventilação na fase de treinamento específico (T2), comparativamente às duas outras condições de estudo. Esta redução pode estar associada a uma diminuição da frequência respiratória (FR), observada como decorrência do treinamento físico.

Quanto à produção de CO₂, a análise dos resultados mostrou uma redução dos valores apenas em T2.

Finalmente, a análise do quociente das trocas respiratórias (RER) mostrou redução dos valores em ambas condições de treinamento, comparativamente à Controle.

Deve ser destacado, com relação as variáveis respiratórias, que a pequena diferença de resposta entre as várias condições estudadas (C, T1 e T2), apenas nos permite

concluir que, de um modo geral, o treinamento físico, particularmente na condição T2, causou modificações adaptativas menos intensas do que as observadas com a frequência cardíaca, em níveis submáximos de esforço.

A menor sensibilidade da resposta das variáveis ventilatórias possivelmente se deva ao tipo de metodologia utilizada no presente trabalho: as medidas das variáveis apenas se realizaram nos 30 s finais de cada potência aplicada.

Neste sentido, um trabalho ainda em andamento no Laboratório de Hemodinâmica e Função Pulmonar - HCRP, que utiliza em sua metodologia medidas ventilatórias no decurso do tempo, obtidas em indivíduos em EFD, oferecerá uma maior quantidade de dados que permitirão elaborar um julgamento mais preciso a respeito da sensibilidade das variáveis ventilatórias em relação à FC em diferentes graus de potência aeróbia (Baldissera et alii, comunicação pessoal).

Nas duas fases de treinamento, os maiores valores pico da potência, comparativamente à situação Controle, se acompanharam de oscilações das variáveis ventilatórias (\dot{V} , $\dot{V}CO_2$, FR e RER), compatíveis com um aumento da capacidade aeróbia na condição de exaustão física.

C O N C L U S I O E S

O conjunto de resultados obtidos evidenciou:

A. ESTUDO TRANSVERBAL

- A1. as alterações eletrocardiográficas apresentadas pelos atletas estudados nesta investigação muito provavelmente se devem, às adaptações morfo-funcionais do coração que são induzidas pelo treinamento físico aeróbio de longa duração.
- A2. as variáveis respiratórias, CV, CPT, CVF e VVM mostraram, em ambos os sexos, valores comparáveis aos existentes na literatura em indivíduos sedentários, obviamente corrigidas quanto ao sexo, idade e características antropométricas. Estes achados indicam que as adaptações dos volumes pulmonares e da capacidade ventilatória máxima foram menos evidenciáveis no sistema respiratório do que no cardiovascular.
- A3. a partir dos valores espirométricos atingidos, observa-se que os homens apresentaram volumes e capacidades pulmonares superiores ao das mulheres (com exceção do VR, VEF1/CV e VEF1/CVF) por possuírem maior peso, altura e superfície corporal que as mesmas.

A4. em resposta ao EFD, ambos os grupos de atletas, em potências submáximas, apresentaram um aumento linear do consumo de oxigênio com o aumento da potência desenvolvida, sendo o valor desta variável comparável para ambos os sexos. Já em valores pico de potências, em termos absolutos, os atletas apresentaram uma capacidade aeróbia ($\dot{V}O_2$ -pico=3463±380 ml/min) bastante superior àquela demonstrada pelas atletas. ($\dot{V}O_2$ -pico=2370±363 ml/min). Em relação ao $\dot{V}O_2$ -pico, expresso em valor relativo ao peso corporal, não se notam diferenças estatisticamente significantes na média dos valores apresentados entre ambos os sexos (homens: $\dot{V}O_2$ -pico=50,5 ml/Kg/min ± 8,7; mulheres: $\dot{V}O_2$ -pico=42,2 ml/Kg/min ± 5,4). Estes achados sugerem que as diferenças encontradas, quanto à capacidade aeróbia de pico, estejam principalmente relacionadas às diferenças de peso e massa muscular ligadas ao sexo.

A5. a resposta taquicárdica, em termos qualitativos e quantitativos, evocada pelo EFD nos primeiros 10 s de exercício (vago-dependente), foi maior nos homens do que nas mulheres (diferença estatisticamente não significativa); em ambos os sexos, este incremento foi independente da intensidade da potência aplicada. Nos 30 s iniciais (também vago-dependente), para ambos os sexos, os incrementos de

FC foram de magnitudes comparáveis e aumentaram progressivamente de acordo com a elevação da potência do esforço realizado.

A6. em baixos níveis de potência, ao se comparar a resposta cronotrópica (vago-dependente) das mulheres em relação à dos homens, observa-se que as primeiras se destacam por apresentarem menor diferença entre os máximos valores de FC (aproximadamente 1 min) e os de platô, pois, nestas a FC tendeu a se equilibrar em valores mais altos; este fato mostra que, para um mesmo valor de potência, as mulheres utilizaram mais a reserva vagal do que os homens.

A7. em potências mais altas (≥ 50 "Watts" para as mulheres e ≥ 100 "Watts" para os homens), documentou-se um incremento lento da FC a partir dos 30 s do início do esforço (simpático-dependente) que aumentou proporcionalmente em relação à magnitude da potência aplicada.

A8. em potências submáximas, os atletas apresentaram no início do esforço uma dinâmica de liberação vagal mais rápida que as atletas; entretanto, elas conseguiram equiparar-se aos homens, no que diz respeito ao incremento da FC nos 30 s subseqüentes

ao início do esforço. A partir deste intervalo de tempo, tanto em potências menores quanto em mais intensas, as mulheres sempre apresentaram maiores valores de incremento lento da FC (30 s a 4 min e 1 a 4 min) que os homens; portanto, elas são capazes de, para uma mesma potência, utilizarem uma maior estimulação simpática, relativamente à liberação parassimpática.

- A9. Em relação à FC de repouso, as atletas apresentaram valores mais altos desta variável, comparativamente aos atletas; por outro lado, a FC-pico foi semelhante em ambos os grupos de atletas.
- A10. Pelo fato de os homens terem apresentado valores mais baixos de FC de repouso do que as mulheres, os mesmos apresentaram maiores incrementos desta variável na transição da condição de repouso à de exaustão física.
- A11. O padrão de resposta das variáveis ventilatórias (\dot{V} , $\dot{V}CO_2$, FR e RER) ao EFD submáximo, em ambos os sexos, foi um aumento linear destas variáveis em função do aumento da potência aplicada. Já em potências pico, os maiores valores destas variáveis observados nos homens, comparativamente às mulheres, decorrem do fato de os mesmos terem

atingido maiores potências pico, o que é um achado indicativo de uma maior capacidade aeróbia.

A12. Apesar de os indivíduos terem sido estudados após um período de férias de 45 dias, ainda assim os atletas do sexo masculino apresentaram um padrão de resposta de frequência cardíaca em EFD e uma magnitude de capacidade aeróbia altos, o que é compatível com o fato de os atletas estudados serem de elite, em nível nacional. O mesmo não aconteceu com as atletas, que apesar de apresentarem maiores valores de $\dot{V}O_2$ pico que homens e mulheres sedentárias, apresentaram padrões de resposta de FC que pouco diferem do apresentado por estes.

B- ESTUDO LONGITUDINAL

O programa de treinamento físico aplicado nos atletas causou significativas adaptações do sistema cárdio - respiratório, a saber:

B1. Ambos os programas de treinamento aumentaram a capacidade aeróbia, objetivamente avaliada pelo aumento dos valores picos de potência e de consumo de oxigênio atingidos na condição de exaustão física.

- B2. A FC de repouso, em relação à condição controle, apresentou uma bradicardia de igual magnitude, após as duas fases de treinamento.
- B3. Os dois tipos de treinamento, comparativamente à condição Controle, aumentaram a magnitude da resposta rápida da FC nos primeiros 10 s subsequentes ao início de EFD (componente vago-dependente), em todas as potências estudadas; estas variações foram maiores em T2 do que em T1 e apontam para uma maior velocidade de liberação vagal induzida pelo treinamento físico, mais acentuada em T2.
- B4. No que diz respeito à variação lenta da FC (1-4 min) observada em potências mais altas (componente simpático dependente), houve uma maior diminuição do incremento da FC, de igual magnitude, após os dois tipos de treinamento físico. Estes achados indicam que em uma mesma potência, o treinamento físico induziu uma diminuição de estimulação simpática atuante sobre o nódulo sinusal.
- B5. Em relação aos incrementos globais da FC (0-4 min) nota-se que as respostas foram muito variáveis nas diversas potências utilizadas. Assim, em baixas potências (25 a 50 W), o grau de liberação do tônus vagal (após atingir-se o platô de resposta)

induzido pelo EFD não foi modificado pelos dois tipos de treinamento físico. Em 100 W, houve uma utilização predominante de liberação vagal em relação à estimulação simpática ($T_1 = T_2$), e em 150 e 200 W, os maiores incrementos de FC, observados após o treinamento (com maiores valores após T_2), sugerem que a atuação conjunta dos eferentes simpático e parassimpático seja a responsável pelas respostas encontradas.

- B6. Não foi possível se chegar a conclusões seguras em relação aos efeitos do treinamento físico sobre a FC-pico, devido à grande variabilidade dos valores observados nas três condições estudadas.
- B7. O treinamento físico também aumentou a velocidade de recuperação da FC em direção aos valores basais; no entanto, as magnitudes de resposta entre as modalidades de treinamento físico foram muito variáveis, na dependência da potência aplicada. Estes achados reforçam a idéia de que a magnitude da resposta da FC, no período de recuperação, é pouco sensível para se avaliar a intensidade das adaptações cardiovasculares induzidas pelo treinamento físico.

B8. Em resposta ao treinamento físico, em níveis submáximos de esforço, as respostas das variáveis ventilatórias (\dot{V} , $\dot{V}CO_2$, RER) se mostraram diminuídas para uma mesma potência de esforço, principalmente na condição T2. Apesar disto, estas respostas foram menos sensíveis do que a da FC, no que diz respeito às modificações induzidas pelo treinamento físico. Estes achados possivelmente se devem às limitações metodológicas existentes no Laboratório de Hemodinâmica e Função Pulmonar - HCRP, na época em que o presente estudo foi conduzido.

B9. Uma análise global dos resultados obtidos mostrou que ambas as modalidades de treinamento físico cau sam importantes adaptações do sistema cárdio-respi ratório e que, em alguns aspéctos, são de naturezas quantitativamente diferentes, na dependência do treinamento ser específico ou inespecífico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALPERT, J.S., PAPE, L.A., WARD, A., RIPPE, J.M. Athletic heart syndrome. Phys. and Sports Med., v.17, n.7, p. 103-107, 1989.
- ASTRAND, I. Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. Acta Physiol. Scand., v.49, Suppl. 169, p.1-92, 1960.
- ASTRAND, P.O., SALTIN, B. Maximal oxygen uptake and heart rate in various types of muscular activity. J. Appl. Physiol., v.16, p.977, 1961.
- ASTRAND, P.O., CUDDY, T.E., SALTIN, B., STENBERG, J. Cardiac output during submaximal and maximal work. J. Appl. Physiol., v.19, p.268, 1964.
- ASTRAND, P.O. Quantification of exercise capability and evaluation of physical capacity in man. Progress in Cardiovascular Diseases, v.19, n.1, p.51-67, 1976.
- ASTRAND, P.O. e RODAHL, K. Tratado de fisiologia do exercício 2.ed. Rio de Janeiro : Interamericana, 1980.
- BARBANTI, V.J. Teoria e prática do treinamento desportivo. São Paulo: Edgard Blucher - USP, 1979. 240 p.
- BATISTA, A.F. Aspectos da resistência específica nos corredores de 5000 metros. São Paulo : Escola de Educação Física/USF, 1990. (Dissertação)
- BEVEGARD, B.S., SHEPHERD, J.T. Regulation of the circulation during the exercise in man Physiol. Rev., v.47, p.178-213, 1967.
- BLOMQUIST, G.C., SALTIN, B. Cardiovascular adaptations to physical training. Ann. Rev. Physiol., v.45, p.169-189, 1983.

- BLOMQUIST, G.C. Clinical exercise physiology in: WENGER, N.K., HELLERSTEIN, H.K. Rehabilitation of the coronary patient. New York: John Wiley, cap.9, p. 179-196, 1984.
- BROMAN, S., WIGERTZ, O. Transient dynamics of ventilation and heart rate with step changes in work load from different load levels. Acta Physiol. Scand., v. 81, p.54-74, 1971.
- BRUCE, R.A., ROWELL, L.B., BLACKMON, J.R., DOAN, A. Cardiovascular function tests. Heart Bull., v.14, p.9, 1965.
- BUSKIRK, E.R. Cardiovascular adaptation to physical effort in healthy men. In: NAUGHTON, J.P., HELLERSTEIN, H.K. (eds.). Exercise testing and exercise training in coronary heart disease. New York: Academic Press, 1973, p.23-32.
- CLAUSEN, J.P. Effect of physical training on cardiovascular adjustments to exercise in man. Physiol. Rev., v.57, p.779-815, 1977.
- CONCONI, F., FERRARI, M., ZIGLIO, P.G., DROGHETTI, P., CODECA, L. Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners. J. Appl. Physiol. Resp. Environ. Exerc. Physiol. v.52, n.4, 868-873, 1982.
- COSTA NETO, P.L.O. Estatística. Sao Paulo: Edgard Blucher - USP, cap.9, p.178-222, 1977.
- COSTILL, D.L. A Scientific approach to distance running: Track e Field News, 1979. 128 p. cap. 1
- CRAPO, R.O., MORRIS, A.H., GARDNER, R.M. Reference spirometric values using techniques and equipment that meet ATS recommendations. Am. Rev. Resp. Dis., v.123, p.659-664, 1981.
- CUNNINGHAM, D.A., HILL, J.S. Effect of training on cardiovascular response to exercise in women. J. appl. Physiol., v.39, n.6, p.891-895, 1975.

- DAVIS, J.A., FRANK, M.H., WHIPP, B.J., WASSERMAN, K. Anaerobic threshold alterations caused by endurance training in middle - aged men. J. Appl. Physiol., v.46, n.6, p.1039-1046, 1979.
- DAVIS, J.A. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. Med Sci. Sports. Exerc. v.17, n.1, p.6-18. 1985.
- DE VRIES, H.A. Physiology of exercise - for physical education and athletics. Dubuque : W.M.C. Brown, 1978 515 p.
- DEMPSEY, J.A., FREGOSI, R.F. Adaptability of the pulmonary system to changing metabolic requirements. Am. J. Cardiol. n.55, p.59D-67D, 1985.
- DEMPSEY, J.A., HANSON, P.G., HENDERSON, K.S. Exercise induced arterial hypoxemia in healthy persons at sea-level. J. Physiol. (London) v. 355, p. 161-175, 1984.
- DOUGLAS, P.S., O'TOOLE, M.L., HILLER, W.D.B., REICHEK, N. Left ventricular structure and function by echocardiography in ultraendurance athletes. Am. J. Cardiol. v.58, p.805-809, 1986.
- DURNIN, J.V.G.A., BROCKWAY, J.M., WHITCHER, H.W. Effects of a short period of training of varying severity on some measurements of physical fitness. J. Appl. Physiol., v.15, n.1, p.161-165, 1960.
- EKBLDM, B., ASTRAND, P.O., SALTIN, B., STENBERG, J., WALLSTROM, B. Effect of training on circulatory response to exercise. J. Appl. Physiol., v.24, n.4, p.518-528, 1968.
- EKBLDM, B., GOLDBARG, A.N., KILBOM, A., ASTRAND, P.O. Effects of atropine and propranolol on the oxygen transport system during exercise in man. Scand. J. Clin. Lab. Invest., v.30, p.35-42, 1972.
- EKBLDM, B., KILBOM, A., SOLTYSIAK, J. Physical training, bradycardia and autonomic nervous system. Scand. J. Clin. Lab. Invest., v.32, p.251-256, 1973.

- FAGRAEUS, L., LINNARSSON, D. Autonomic origin of heart rate fluctuations at the onset of muscular exercise. J. Appl. Physiol., v.40, n.5, p.679-682, 1976.

- FLECK, S.J. Cardiovascular adaptations to resistance training. Med. Sci. Sports Exerc. v.20,n.5,p.5146-5151, 1988.

- FOX, E.L., MATHEUS, D.K. Bases fisiológicas da educação física e dos desportos. Rio de Janeiro : Interamericana, 1983.

- FOX III, S.M., NAUGHTON, J.P., GORMAN, P.A. Physical activity and cardiovascular health, II. The exercise prescription: intensity and duration. Mod. Concepts Cardiovasc. Dis., v.41, p.21-24, 1972 (a).

- FOX III, S.M., NAUGHTON, J.P., GORMAN, P.A. Physical activity and cardiovascular health, III. The exercise prescription: frequency and type of activity. Mod. Concepts Cardiovasc. Dis., v.41, p.25-30, 1972 (b).

- FRICK, M.H., ELOVAINIO, R.O., SOMER, T. The mechanism of bradycardia evoked by physical training. Cardiology., v.51, p.46-54, 1967.

- GALLO JR., L., MACIEL, B.C., JUNQUEIRA JR., L.F., MARIN NETO, J.A., MANÇO, J.C., TERRA FILHO, J., AMORIN, D.S. Receptores, vias aferentes e eferentes envolvidos no esforço físico. In. Anais do encontro de fisiologia cardiovascular e respiratória, 10, Serra Negra - SP, 1978.

- GALLO JR., L., MACIEL, B.C., MARIN NETO, J.A., MARTINS, L.E.B. Sympathetic and parasymphatetic changes in heart rate control during dynamic exercise induced by endurance training in man. Braz. J. Med. Biol. Res., v.22, p.631-643, 1989.

- GALLO JR., L., MACIEL, B.C., MARIN NETO, J.A., MARTINS, L.E.B. Ajustes cardiovasculares ao exercício físico. Efeitos do treinamento aeróbio. Medicina, Ribeirão Preto, v.23, n.2, p.101-106, abr./jun. 1990.

- GALLO JR., L., MORELO FILHO, J., MACIEL, B.C, MARIN, J.A., MARTINS, L.E.B., LIMA FILHO, E.C. Functional evaluation of sympathetic and parasympathetic system in Chagas' disease using dynamic exercise. Cardiovasc. Res., v.21, p.922-927, 1987.

- GOLDMAN, H.I., BECKLAKE, M. Respiratory function tests. Normal values at median altitudes and the prediction of normal results. Am. Rev. Tuberc., v.79, p.457-67, 1958.

- GOTT, P.H., ROSELLE, H.A., CRAMPTON, R.S. The athletic heart syndrome. Arch. Intern. Med. 122: 340-344, 1968.

- GRECO, E.C., BAIER, H., BAEZ, A. Transient ventilatory and heart rate responses to moderate nonabrupt pseudorandom exercise. J. Appl. Physiol., v.60, n.5, p.1524-1534, 1986.

- HAMMOND, H.K., FROELICHER, V.F. Normal and abnormal heart rate responses to exercise. Progress in Cardiovascular Diseases v.27, n.4, p.271-296, 1985.

- HELLERSTEIN, H.K., FRANKLIN, B.A. Exercise testing and prescription. In: WENGER, N.K., HELLERSTEIN, H.K., (eds). Rehabilitation of the coronary patient. 2. ed. New York : John Wiley, 1984. cap. 10

- HERRLICH, H.C., RAAB, W., GIGEE, W. Influence of muscular training and of catecholamines on cardiac acetylcholine and cholinesterase. Arch. Int. Pharmacodyn., v.79, n.1-2, p.201-215, 1960.

- HOLLMANN, W., HETHINGER, Th. Medicina de esporte. Sao Paulo : Manole, 1989. 678 p.

- HOSSACK, K.F., BRUCE, R.A. Maximal cardiac function in sedentary normal men and women: comparison of age-related changes. J. Appl. Physiol. v.53, n.4, p.799-804, 1982.

- HUSTON, T.P., PUFFER, J.C., RODNEY, M. The athletic heart syndrome. New Engl. J. Med., v.313, n.1, p.24-32, 1985.

- JONES, N.L., EHRSAM, R.E. The anaerobic threshold. Exerc. Sports. Sci. Rev., v.10, p.49-83, 1982.
- JONES, N.L., MORAN CAMPBELL, E.J., EDWARDS, R.H.T., ROBERTSON, D.G. In. Clinical exercise testing. Philadelphia : Saunders, 1975. cap.2
- JOSE, A.D., TAYLOR, R.R. Autonomic blockade by propranolol and atropine to study intrinsic myocardial in man. J. Clin. Invest., v.48, p.2019-2031, 1969.
- KATONA, P.G., MALCOLM, M., DAVID, H.D., ABRAHAM, G. Sympathetic and parasympathetic cardiac control in athletes and nonathletes at rest. J. Appl. Physiol. - Resp. Environ. Exerc. Physiol., v.52, p.6, p.1652-1657, 1982.
- KILBOM, A. Physical training in women. Scand. J. Clin. Lab. Invest. Suppl. 119, p.1-34, 1971.
- KNUDSON, R.J., LEBOWITZ, M.D., HOLBERG, C.J., BURROWS, B. Changes in the normal maximal expiratory flow-volume curve with growth and aging. Am. Rev. Respir. Dis., v.127, p.725-734, 1983.
- KOSTIS, J.B., MOREYRA, A.E, AMENDO, M.T., DI PIETRO, J., COSGROVE, N., KUO, P.T. The effect of age on heart rate in subjects free of heart disease. Circulation, v.65, n.1, p.141-145, 1982.
- KUZNETSOV, V.V. Preparación de fuerzas en los deportistas de las categorías superiores. Ciudad de La Habana : Orbe, 1981. 209p.
- LANDOY, C., BONJER, F.H. A hyperbolic ergometer for cycling and cranking. J. Appl. Physiol., v.9, p.499-500, 1956.
- LESTER, M., SHEFFIELD, L.T., TRAMMEL, P., REEVES, T.J. The effect of age and athletic training on the maximal heart rate during muscular exercise. Am. Heart J., v.76, n.3, p.370-376, 1968

- LEWIS, S.F. , NYLANDER, E., GAD, P., ARESKOG, N.H. Non autonomic component in bradycardia of endurance trained men at rest and during exercise. Acta Physiol. Scand., v.109, p.297-305, 1980.
- LINNARSON, D. Dynamics of pulmonary gas exchange and heart rate changes at start and end of exercise. Acta Physiol. Scand., Suppl. 415, p.1-61, 1974.
- MACIEL, B.C. Regulação autonômica da frequência cardíaca em indivíduos normais. Contribuição ao estudo da resposta cronotrópica ao exercício físico (dinâmico e isométrico). Ribeirão Preto, Faculdade de Medicina - USP, 1979. (Dissertação)
- MACIEL, B.C. Contribuição de mecanismos autonômicas nas modificações da frequência cardíaca induzidas pelo treinamento físico. Ribeirão Preto, Faculdade de Medicina - USP, 1983. (Tese)
- 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
- MACIEL, B.C., GALLO JR, L., MARIN NETO, J.A., LIMA FILHO, E.C., MARTINS, L.E.B. Autonomic nervous control of heart rate during dynamic exercise in normal man. Clin. Sci., v.71, p.457-460, 1986.
- MACIEL, B.C., GALLO JR, L., MARIN NETO, J.A., MACIEL, L.M.Z., MARTINS, L.E.B. Autonomic control of heart rate during dynamic exercise in human hyperthyroidism. Clin. Sci., v.75, p.209-215, 1988.
- MAFFULLI, N., SJODIN, B., EKBLUM, B. A laboratory method for non invasive anaerobic threshold determination. J. Sports Med. v.27, p.419-423, 1987.
- MARY, D.A.S.G. Exercise training and its effect on the heart. Rev. Physiol. Biochem. Pharmacol., v.109, p.61-144, 1987.

- MATVEIEV, L.P. Fundamentos do treino desportivo. Lisboa : Livros Horizonte, 1986. 317 p.
- MELLEROWICZ, H., SMODLAKA, V.N. Ergometry. Basis of medical exercise testing. Baltimore: Urban & Schwarzenberg, 1981.
- MITCHELL, J.H., BLOMQVIST, G. Maximal oxygen uptake. New England Journal of Medicine. v.284, p.1018-1022, 1971.
- MIYAMOTO, Y., HIURA, T., TAMURA, T., NAKAMURA, T., HIGUCHI, J., MICAMI, T. Dynamics of cardiac, respiratory and metabolic function in men in response to step work load. J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol. v.52, p. 1198-1208, 1982.
- NABATNIKOWA, M.J. et alii. Ausdauerentwicklung. Berlin, Sportverlag, 220p., 1974.
- OAKLEY, D.G. e OAKLEY, C.M. Significance of abnormal electrocardiograms in highly trained athletes. Am. J. of Cardiol., v.50, p.985-989, 1982.
- ORIZIO, C., PERINI, R., COMANDE, A., CASTELLANO, M., BESCHI, M., VEICSTEINAS, A. Plasma catecholamines and heart rate at the beginning of muscular exercise in man. Eur. J. Appl. Physiol., v.57, p.644-651, 1988.
- PAULEV, P.E. Respiratory and cardiac responses to exercise in man. J. Appl. Physiol., v.30, n.2, p.165-172, 1971.
- PETRO, J.K., HOLLANDER, A.P., BOUMAN, L.N. Instantaneous cardiac acceleration in man induced by a voluntary muscle contraction. J. Appl. Physiol., v.29, n.6, p.794-798, 1970.
- POLLOCK, M.L. Submaximal and maximal working capacity of elite distance runners - part I : cardiorespiratory aspects. Ann. N.Y. Acad. Sci. n.301, p.310-322, 1977.

- POWERS, S.K., LAWLER, J., DEMPSEY, J.A., DODD, S., LANDRY, G. Effects of incomplete pulmonary gas exchange on $\dot{V}O_2$ max. J. Appl. Physiol. v.66, n.6, p.2491-2495, 1989.
- ROBINSON, B.F., EPSTEIN, S.F., BEISER, G.D., BRAUNWALD, E. Control of heart rate by the autonomic nervous system. Studies in man on the interrelation between baroreceptor mechanisms and exercise. Circ. Res., v.19, p.400-11, 1966.
- ROSKAMM, H. Optimum patterns of exercise for healthy adults. Can. Med. Assoc. J., v.96, p.895-900, 1967.
- ROWELL, L.B. Human cardiovascular adjustments to exercise and thermal stress. Physiol. Rev., v.54, p.75-159, 1974.
- ROWELL, L.B. Human circulation regulation during physical stress. New York: Oxford University Press, 1986. 416 p.
- SALTIN, B., ASTRAND, P.O. Maximal oxygen uptake in athletes. J. Appl. Physiol., v.23, n.3, p.353-358, 1967.
- SALTIN, B., ROWELL, L.B. Functional adaptations to physical activity and inactivity. Federation Proc., v.39, p.1506-1512, 1980.
- SAVIN, W.M., HASKELL, W.L., SCHROEDER, J.S., STINSON, E.B. Cardiorespiratory responses of cardiac transplant patients to graded, symptom - limited exercise. Circulation, v.64, p.55-60, 1980.
- SAVIN, W.M., DAVIDSON, D.M., HASKELL, W.L. Autonomic contribution to heart rate recovery from exercise in humans. J. Appl. Physiol. Resp. Environ. Exerc. Physiol., v.53, n.6, p.1572-1575, 1982.
- SCHEUER, J., TIPTON, C.M. Cardiovascular adaptations to physical training. Ann Rev. Physiol., v.39, p.221-51, 1977.

- SMITH, E.E. , GUYTON, A.C., MANNING, R.D., WHITE, R.J. Integrated mechanisms of cardiovascular response and control during exercise in the normal human. Progr. Cardiovasc. Dis., v.18, p.421-443, 1976.

- SILVA, E. Modelos matematicos da resposta da frequencia cardiaca ao exercicio fisico dinâmico em individuos normais. Campinas, Departamento de Fisiologia e Biofisica da Universidade de Campinas, 1988 (Dissertação)

- SVEDENHAG, J., MARTINSSON, A., EKBLÖM, B., HJEMDAHL, P. Altered cardiovascular responsiveness to adrenaline in endurance-trained subjects. Acta Physiol. Scand., v.126, p.539-559, 1986.

- TAYLOR, H.L., WANG, Y., ROWELL, L., BLOMQUIST, G. The standardization and interpretation of submaximal and maximal tests of working capacity, Pediatrics, v.32, Suppl. 703, p.370-376, 1963.

- TIPTON, C.M., TAYLOR, B. Influence of atropine on heart rates of rats. Am. J. Physiol., v.208, n.3, p.480-484, 1965.

- TIPTON, C.M. Training and bradycardia in rats. Am. J. Physiol., v.209, n.6, p.1089-1094, 1965.

- TIPTON, C.M., MATTHES, R.D., TCHENG, T.R., DOWELL, R.T., VAILAS, A. The use of the langerdorff preparation to study the bradycardia of training. Med. Sci. Sports, v.9, p.220-230, 1977.

- WASSERMAN, K., KESSEL, A.L.V. BURTON, G.G. Interaction of physiological mechanisms during exercise. J. Appl. Physiol., v.22, n.1, p.71-85, 1967.

- WASSERMAN, K., WHIPP, B.J., KOYAL, S.N., BEAVER, W.L. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. J. Appl. Physiol., v.35, p.236-243, 1973.

- WELLS, C.L. Women, sport e performance :a physiological perspective. Illinois : Human Kinetics Publishers, 1985.

- WHINNERY, J.E., FROELICHER, A.J., STEWART, A.J., LONGO Jr., M.R., TREIBWASSER, J.H. The electrocardiographic response to maximal treadmill exercise of an asymptomatic men with right bundle branch block. Chest. v.71, n.3, p.335-340, 1977.

- WHIPP, B.J., HANSEN, J.E., WASSERMAN, K., SUE, D.Y. Principles of exercise testing and interpretation. Washington, Lea & Febiger, 1987.

- WILLIAMS, R.S., EDEN, R.S., MOLL, M.E., LESTER, R.M., WALLACE, A.G. Autonomic mechanisms of training bradycardia: β -adrenergic receptors in humans. J. Appl. Physiol.: Resp. Environ. Exerc. Physiol. v.51, n.5, p.1232-1237, 1981.

- WILSON, P.K., FARDY, P.S., FROELICHER, V.F. (eds) Cardiac rehabilitation, adult fitness and exercise testing, formulating the exercise prescription. Philadelphia Lea e Febiger, 1981. Cap. 14.

- YEH, M.P, GARDNER, R.M., ADAMS, T.D., YANDWITZ, F.G., CRAPD, R. " Anaerobic threshold": problems of determination and validation. J. Appl. Physiol.: Resp. Environ. Exerc. Physiol. v.55, n.4, p.1178-1186, 1983.

A P E N D I C E A

TREINAMENTO FISICO

A1. Introdução:

"O treinamento físico consiste em expor o organismo a uma carga ou força de trabalho com intensidade, duração e frequência suficientes para produzir adaptações funcionais mensuráveis. A fim de que o treinamento possa alcançar estes objetivos, torna-se necessário expor o organismo a uma sobrecarga, isto é, a uma força superior à que é encontrada regularmente durante a vida cotidiana" (Astrand e Rodahl, 1980).

No planejamento geral do treinamento físico utilizado nesta investigação considerou-se as principais formas de solicitação motora que necessitariam ser trabalhadas de acordo com as características dos atletas estudados, nas diferentes provas, com a finalidade de que os mesmos apresentassem bom desempenho durante as competições. As principais formas de solicitação motora se referem : a força geral (FG), força especial (FE), força dinâmica (FD) coordenação geral (CG), coordenação específica (CE), resistência geral (RG), resistência específica (RE), resistência e velocidade (RV), velocidade máxima (VM) e velocidade útil (VU).

Inicialmente, utilizou-se um período preparatório I, por um período de 2 meses (pp1 - nos meses 1 e 2) com treinamento geral inespecífico; prosseguiu-se com um período preparatório II de aproximadamente 3 meses de duração (pp2 -

meses 3 a 5) sendo que, nesta fase, já se enfocava algumas das principais formas de solicitação motora específicas (força especial, resistência especial); no entanto, de uma forma geral, estes 2 períodos compreenderam o chamado período "inespecífico" de treinamento (T1). A duração total deste período foi de 4 a 5 meses. O treino diário durava mais ou menos 2 horas, com uma frequência em torno de 10 unidades semanais. A intensidade variava inicialmente em torno de 35% da capacidade máxima, calculada pelos melhores resultados obtidos pelo atleta no ano anterior ao estudo, ou mesmo a partir de testes realizados neste período. Atingia-se, nos dois primeiros meses, intensidades de até 40 a 45% do máximo e, nos subsequentes, de até 90 a 100% da carga máxima em trabalho de força e até 60 a 65% da intensidade máxima em provas de duração. Ainda nesta fase os principais objetivos foram os de desenvolver, basicamente, a resistência geral e específica, a força geral e específica, a força dinâmica e a coordenação geral.

O período preparatório específico (ppe - meses 6 a 9), realizado após concluído T1, era composto de um treinamento específico pré-competição e que, neste trabalho, foi denominado por período "específico" de treinamento (T2). A duração total do mesmo variou mais ou menos 5 meses, com uma frequência de 5 a 8 treinos semanais. A intensidade do trabalho de força variou de 70 a 100% da carga máxima (3 vezes por semana) dependendo do tipo de prova; quanto ao trabalho específico, eram realizadas corridas e/ou saltos de

B0 a 100% do máximo previsto. Nesta fase (T2) procurou-se dar continuidade aos trabalhos de força especial, força dinâmica, resistência específica e coordenação geral inicialmente desenvolvidos em T1, ressaltando-se o fato de se executá-los por um período de tempo maior. Além disto, introduziram-se trabalhos de coordenação especial, resistência-velocidade, velocidade máxima e velocidade útil.

As tabelas A1 e A2 representam o planejamento geral do treinamento físico aplicado nos atletas, considerando-se a evolução mensal (Tabela A1) bem como a evolução semanal (Tabela A2) do treinamento de acordo com as principais formas de solicitação motora trabalhadas. É possível notar-se que na condição T1 já são utilizadas algumas principais formas de solicitação motora específicas, objetivando trabalhar o atleta como um todo, embora estas tenham o objetivo de manter o atleta moderadamente ativo. Somente no treinamento pré temporada é que os programas destinaram-se a elevar ao máximo a capacidade dos sistemas energéticos que predominam na realização do evento desportivo específico (Mathews e Fox, 1980); neste caso, foram utilizados programas específicos de alta intensidade, ao qual denominou-se T2.

Tabela A1: Planejamento do treinamento físico aplicado em atletas de acordo com as principais formas de solicitação motora (FSM) e meses de trabalho, considerando-se o período inespecífico de treinamento (T1) e o período específico de treinamento (T2).

| FSM | MESES | | | | | | | | | | | |
|-----|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | |
| FG | x | x | | | | | | | | | | |
| FE | | | + | + | + | # | # | # | # | * | * | |
| FD | x | x | + | + | + | # | # | # | # | * | * | |
| CG | x | x | + | + | + | # | # | # | # | * | * | |
| CE | | | | | | # | # | # | # | * | * | |
| RG | x | x | | | | | | | | | | |
| RE | | | + | + | + | # | # | # | # | * | * | |
| RV | | | | | + | # | # | # | # | | | |
| VM | | | | | + | # | # | # | # | * | * | |
| VU | | | | | + | # | # | # | # | * | * | |

T1
T2

FG = força geral; FE = força especial; FD = força dinâmica; CG = coordenação geral; CE = coordenação específica; RG = resistência geral; RE = resistência específica; RV = resistência-velocidade; VM = velocidade máxima; VU = velocidade útil.

1-2 : período preparatório I - (x) pp1 - treinamento geral inespecífico
 3-5 : período preparatório II - (+) pp2 - treinamento geral específico
 6-9 : período preparatório específico - (#) ppe - treinamento específico pré-competição
 10-11: período competição - (*) pc - treinamento competitivo

Tabela A2: Treinamento físico semanal aplicado em atletas, nas fases inespecífica (T1) e específica (T2) de treinamento.

| | Periodo | Segunda | Terça | Quarta | Quinta | Sexta | Sábado |
|----|--------------------|---------|----------|--------|----------|-------|----------|
| T1 | pp1 | FG/RG | CG/FG | FG/RG | CG/FD | FG/RG | CG/FD |
| | pp2 | FE/RE | CG/FD | FE/RE | CG/FD | FE/RE | CG/FD |
| | 5 ^o mes | FE/RE | CG/VM/FD | FE/RE | CG/FD/RV | FE/RE | CG/VU/FD |
| T2 | ppe | FE/RE | CG/VM | FD/RV | CE/VM | FE/RE | CE/VU |
| | pc | FE/RE | TEC/VM | FD/VU | TEC/VM | FE/RE | Compet. |

pp1 = período preparatório I
 pp2 = período preparatório II
 ppe = período preparatório específico
 pc = período de competição

A2. Conceitos:

Para uma melhor compreensão, conceituaremos as principais formas de solicitação motora utilizadas no treinamento físico, segundo dados de alguns autores:

Força Muscular:

Segundo Kuznetsov (1981) a força muscular do homem, como qualidade física, está determinada pela capacidade de vencer a resistência externa ou reagir contra a mesma mediante a tensão muscular.

Existe ainda uma conceituação de força que considera o encurtamento ou não das fibras musculares. Com isso, a força muscular pode se manifestar de duas formas básicas: dinâmica e estática. Barbanti (1979) preconiza que a força dinâmica se relaciona à existência de um encurtamento das fibras musculares, provocando uma aproximação ou afastamento dos segmentos ou partes musculares próximas, havendo, portanto, movimento (trabalho isotônico). A força estática, por sua vez, se relaciona à não existência de encurtamento das fibras musculares, não havendo, pois, movimento; ocorre porém um aumento do tônus muscular, que provoca um aumento da tensão muscular (trabalho isométrico).

No que se refere a preparação geral de força, Kuznetsov (1981) a caracteriza "pela retenção da força de todo o sistema muscular, independentemente da

especialização, com a utilização dos mais variados exercícios de força, nos quais se manifestam todos o tipos de força dinâmica e estática". Em relação a preparação especial de força, a mesma se refere à "educação da força daqueles músculos que suportam a carga principal nos exercícios especiais (específicos), conjuntamente com outras qualidades motoras importantes, durante a utilização de meios nos quais se mantém a estrutura específica deste exercício e o caráter das tensões neuromusculares".

Coordenação:

"É uma complexa característica de rendimento que está subordinada ao sistema nervoso central (SNC), tendo os músculos como órgãos executantes" (Barbanti, 1979). "As funções de coordenação do SNC e uma das suas propriedades, a qual Ivan Pavlov chamou <<plasticidade>>, estão atualmente a desempenhar importante papel no estudo fisiológico da essência das aptidões de coordenação" (Matvéiev, 1986). Por coordenação entende-se, "em primeiro lugar, a aptidão de construir (formar, subordinar, relacionar num todo único) as ações motoras; em segundo lugar, a aptidão de transformar formas de ação motora já completamente trabalhadas ou de passar de umas para outras segundo as exigências de uma situação mutável" (Matvéiev, 1986).

Segundo Hollmann e Hethinger (1989), entende-se por coordenação "a ação sinérgica do SNC e da musculatura esquelética dentro de uma determinada sequência de movimentos".

Resistências

Na definição deste termo, alguns autores salientam a capacidade de opor-se ou suportar a fadiga (Weineck apud Batista, 1990); outros enfatizam a duração da atividade, ou seja, a capacidade de prolongar uma atividade (Morehouse e Miller, apud Batista, 1990), e outros ainda associam o conceito de desempenho à duração da atividade, ou seja, a capacidade de manter um determinado nível de desempenho (Hollmann e Hethinger, 1989). De acordo com a grandeza da massa muscular esquelética solicitada no exercício, a resistência pode ser classificada em resistência muscular localizada e resistência muscular generalizada; se se considerar as fontes de energia envolvidas no trabalho muscular (processo aeróbio e anaeróbio), bem como a natureza do trabalho (dinâmico ou estático), pode-se classificar uma atividade como de resistência muscular generalizada aeróbia dinâmica ou ainda, de resistência localizada anaeróbia estática (Hollman e Hethinger, 1989).

A resistência ainda pode ser enfocada com relação ao tipo de movimento gerador do fenômeno. Hollman e Hethinger (1989), classificam-na em resistência geral quando não depende da atividade praticada e em resistência específica como consequência da prática de uma determinada atividade.

Resistência geral: é a capacidade do atleta realizar um exercício esportivo durante longo tempo, com exigência de muitos grupos musculares e que influencia favoravelmente sua especialização esportiva (Nabatnikowa et alii, 1974). Segundo Stubler, apud Barbanti (1979), é a capacidade de resistência ao cansaço em cargas de intensidade média de estímulos, com metabolismo muscular predominantemente aeróbio. Por exemplo: nas provas acima de 1500 metros.

Resistência especial ou específica: é a capacidade de desempenho eficaz em uma carga específica, num tempo que é determinado pela exigência de sua especificação (Nabatnikowa et alii, 1974); admite-se, portanto, uma resistência específica para cada distância da competição, em função dos diferentes tempos de duração do esforço (Tschiene, apud Batista, 1990). Com isto, percebe-se que a resistência especial pode ser de predomínio aeróbio ou anaeróbio, dependendo da prova. "O ideal é considerá-la como uma mistura de resistência aeróbia ou anaeróbia, cuja quantidade de uma ou de outra será diferente para as várias provas " (Barbanti, 1979).

Resistência de velocidade: "é uma subcategoria da resistência especial e refere-se a capacidade de resistência ao cansaço em esforços de intensidade submáxima, com obtenção preponderante de energia anaeróbia e máximo débito de oxigênio, por exemplo, nas corridas de 400 metros, 800 m, 400 m com barreira" (Barbanti, 1979).

Nabatnikowa et alii (1974), explicita que esta seria a capacidade do atleta em manter a velocidade por um longo tempo, em uma distância total ou durante um período de tempo exigido, de acordo com a competição, ou limite máximo aproximativo da velocidade de movimento.

Velocidade: na Física expressa-se pela fórmula $V=d/t$, isto é, a distância percorrida por unidade de tempo. Segundo Matvéiev (1986), a velocidade indica as qualidades do atleta no que diz respeito à rapidez em que o exercício dinâmico é realizado.

Segundo Hollmann e Hettinger (1989), "como características do movimento humano, quatro fatores podem ser chamados de "velocidade" ("speed"): 1) o tempo de reação, ou seja, o tempo que decorre desde que se dá um sinal até o início de uma reação; 2) a velocidade de um movimento segmentar (refere-se, por exemplo, à velocidade de um braço ou de uma perna); 3) a frequência de movimentos, que é determinada pela velocidade do movimento segmentar de uma certa articulação; 4) velocidade de locomoção: compreende-se a locomoção como uma qualidade corporal total; assim sendo, uma corrida estacionária recairia no grupo de movimentos segmentares, mas uma corrida com distância crescente do ponto de partida, representaria a característica da velocidade de locomoção".

A P É N D I C E B

EQUAÇÕES DE REGRESSÃO PARA VALORES PREDITOS DOS VOLUMES E CAPACIDADES PULMONARES

As equações abaixo relacionadas foram utilizadas considerando-se o peso em quilogramas (Kg), a idade em anos, a altura em centímetros (cm) e a superfície corporal em metros quadrados, para os indivíduos de ambos os sexos estudados. Para a capacidade vital (CV), volume residual (VR), capacidade pulmonar total (CPT), capacidade residual funcional (CRF) e ventilação voluntária máxima (VVM) foram utilizadas as equações de Goldman e Becklake (1958), enquanto que para a capacidade vital forçada (CVF), para o volume expiratório forçado no 1º segundo (VEF1) e para a relação VEF1/CVF %, utilizamos as equações de Crapo et alii (1981).

Sexo Masculino:

$$CV (l) = -(0,031 \times idade) + (0,064 \times altura) - 5,335$$

$$VR (l) = (0,017 \times idade) + (0,027 \times altura) - 3,447$$

$$CPT (l) = -(0,015 \times idade) + (0,094 \times altura) - 9,167$$

$$CRF (l) = (0,081 \times altura) - (1,792 \times superfície\ corporal) - 7,11$$

$$VVM (l/min) = -(1,873 \times idade) + (78,2 \times superfície\ corporal) + 72,7$$

$$CVF (l) = (0,060 \times altura) - (0,0214 \times idade) - 4,650$$

$$VEF1 = (0,0414 \times altura) - (0,0244 \times idade) - 2,190$$

$$VEF1/CVF (\%) = -(0,13 \times altura) - (0,152 \times idade) + 110,49$$

Sexo feminino:

$$CV (1) = -(0,018 \times idade) + (0,052 \times altura) - 4,36$$

$$VR (1) = (0,009 \times idade) + (0,032 \times altura) - 3,90$$

$$CPT (1) = -(0,008 \times idade) + (0,079 \times altura) - 7,49$$

$$CRF (1) = (0,053 \times altura) - (0,017 \times peso\ corporal) - 4,74$$

$$VVM (1/min) = -(0,965 \times idade) + (67,18 \times superf\icie\ corporal) + 26,3$$

$$CVF (1) = (0,0491 \times altura) - (0,0216 \times idade) - 3,590$$

$$VEF1 = (0,0342 \times altura) - (0,0255 \times idade) - 1,578$$

$$VEF1/CVF (\%) = -(0,2020 \times altura) - (0,252 \times idade) + 126,58$$

APÉNDICE C

Tabela C1 : Valores espirométricos, em litros. , observados e preditos em atletas do sexo masculino (n=8). Estão representados média e desvio padrão dos valores.

| Indiv. | VC | | FR | | VMR | | CV | | CRF | | | VR | | | CPT | | | |
|--------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|------|--------|---------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|------|
| | observ | predito | observ | predito | observ | predito | observ | predito | dif | observ | predito | dif | observ | predito | dif | observ | predito | dif |
| WRRH | 1,2 | | 8,0 | | 10,0 | | 4,6 | 4,7 | -0,1 | 2,9 | 3,4 | -0,5 | 1,2 | 1,5 | -0,3 | 5,8 | 6,3 | -0,5 |
| JLB | 0,5 | | 16,0 | | 8,8 | | 4,6 | 5,7 | -1,1 | 3,0 | 4,3 | -1,3 | 1,1 | 1,8 | -0,7 | 5,7 | 7,6 | -1,8 |
| HGD | 0,6 | | 14,0 | | 8,4 | | 5,7 | 5,2 | 0,5 | 3,9 | 3,9 | 0,0 | 1,5 | 1,6 | -0,1 | 7,2 | 7,0 | 0,2 |
| WDS | 0,5 | | 20,0 | | 12,0 | | 6,4 | 6,0 | 0,4 | 4,2 | 4,7 | -0,5 | 1,9 | 2,0 | -0,1 | 8,3 | 8,2 | 0,1 |
| KN | 0,9 | | 14,0 | | 13,0 | | 5,4 | 5,4 | 0,0 | 4,0 | 4,0 | 0,0 | 1,8 | 1,8 | 0,0 | 7,2 | 7,3 | -0,1 |
| GAS | 0,9 | | 10,0 | | 9,4 | | 5,0 | 5,0 | 0,0 | 3,2 | 3,6 | -0,4 | 1,1 | 1,6 | -0,5 | 6,1 | 6,7 | -0,6 |
| JCD | 1,5 | | 4,0 | | 6,0 | | 5,3 | 5,7 | -0,4 | 3,5 | 4,3 | -0,8 | 1,6 | 2,0 | -0,4 | 6,9 | 7,8 | -0,9 |
| FCD | 1,0 | | 11,0 | | 11,0 | | 5,7 | 5,4 | 0,3 | 3,2 | 4,1 | -0,9 | 1,4 | 1,8 | -0,4 | 7,1 | 7,4 | -0,3 |
| X | 0,89 | | 12,1 | | 9,8 | | 5,3 | 5,4 | | 3,5 | 4,0 | -0,55 | 1,45 | 1,8 | -0,31 | 6,8 | 7,3 | -0,5 |
| SD | 0,35 | | 4,96 | | 2,21 | | 0,61 | 0,42 | | 0,49 | 0,41 | 0,44 | 0,31 | 0,18 | 0,24 | 0,88 | 0,61 | 0,67 |

166

| Indiv. | VEF1/CV | | | CVF | | | VVM (l/min) | | | VEF1/CVF% | | | VEF1 | | |
|--------|---------|---------|-------|--------|---------|-------|-------------|---------|-------|-----------|---------|--------|--------|---------|--------|
| | observ | predito | dif | observ | predito | dif | observ | predito | dif | observ | predito | dif | observ | predito | dif |
| WRRH | 0,78 | 0,89 | -0,11 | 4,4 | 4,9 | -0,5 | 138 | 166 | -28 | 81 | 98,2 | -17,2 | 3,6 | 4,2 | -0,6 |
| JLB | 0,89 | 0,84 | 0,05 | 4,5 | 5,4 | -0,9 | 165 | 179 | -14 | 91 | 97,8 | -6,8 | 4,1 | 4,8 | -0,7 |
| HGD | 0,73 | 0,88 | -0,15 | 5,7 | 5,4 | 0,3 | 130 | 171 | -41 | 73 | 98,2 | -25,2 | 4,2 | 4,6 | -0,4 |
| WDS | 0,78 | 0,83 | -0,05 | 6,1 | 6,3 | -0,2 | 201 | 178 | 23 | 81 | 97,0 | -16,0 | 5,0 | 5,0 | 0,0 |
| KN | 0,88 | 0,85 | 0,03 | 5,3 | 5,6 | -0,3 | 189 | 175 | 14 | 90 | 97,4 | -7,4 | 4,7 | 4,6 | 0,1 |
| GAS | 0,82 | 0,88 | -0,06 | 5,9 | 5,2 | 0,7 | 207 | 172 | 35 | 69 | 98,0 | -29,0 | 4,1 | 4,4 | -0,3 |
| JCD | 0,84 | 0,84 | 0,0 | 5,2 | 5,9 | -0,7 | 203 | 179 | 24 | 86 | 96,6 | -10,6 | 4,4 | 4,8 | -0,4 |
| FCD | 0,78 | 0,87 | -0,09 | 5,7 | 5,6 | 0,1 | 177 | 175 | 2 | 78 | 97,3 | -19,3 | 4,4 | 4,7 | -0,3 |
| X | 0,81 | 0,86 | -0,05 | 5,3 | 5,5 | -0,19 | 176 | 174 | 1,87 | 81 | 97,6 | -16,44 | 4,3 | 4,6 | -0,325 |
| SD | 0,05 | 0,02 | 0,07 | 0,63 | 0,43 | 0,53 | 29,7 | 4,53 | 27,16 | 7,77 | 0,58 | 8,04 | 0,42 | 0,25 | 0,27 |

VC = volume corrente; FR = frequência respiratória; VMR = ventilação em repouso; CV = capacidade vital; CRF = capacidade residual funcional; VR = volume residual; CPT = capacidade pulmonar total; VEF1/CV = volume expiratório forçado no 1º segundo por capacidade vital; CVF = capacidade vital forçada; VVM = ventilação voluntária máxima; VEF1 = volume expiratório no 1º segundo.

Tabela C2 : Valores espirométricos, em litros , observados e preditos em atletas do sexo feminino (n=6). Estão representados média e desvio padrão dos valores.

| Indiv. | VC | | FR | | VMR | | CV | | | CRF | | | VR | | | CPT | | |
|--------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|------|--------|---------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|------|
| | observ | predito | observ | predito | observ | predito | observ | predito | dif | observ | predito | dif | observ | predito | dif | observ | predito | dif |
| MCF | 1,6 | | 10,0 | | 17,0 | | 4,0 | 4,2 | -0,2 | 2,8 | 3,4 | -0,6 | 1,6 | 1,8 | -0,2 | 5,6 | 5,9 | -0,3 |
| EB | 0,5 | | 15,0 | | 7,0 | | 3,0 | 3,9 | -0,9 | 2,2 | 3,2 | -1,0 | 1,1 | 1,6 | -0,5 | 5,2 | 5,5 | -0,3 |
| MMT | 0,4 | | 24,0 | | 11,0 | | 3,3 | 3,8 | -0,5 | 2,7 | 2,9 | -0,2 | 1,5 | 1,5 | 0,0 | 4,8 | 5,3 | -0,7 |
| ER | 0,6 | | 12,0 | | 7,0 | | 4,3 | 3,5 | 0,8 | 2,3 | 2,9 | -0,6 | 1,0 | 1,4 | -0,4 | 5,3 | 5,0 | 0,3 |
| CAJ | 0,5 | | 16,0 | | 8,0 | | 4,1 | 3,9 | 0,2 | 3,1 | 3,1 | 0,0 | 2,5 | 1,7 | 0,5 | 6,6 | 5,6 | 1,0 |
| EAB | 0,7 | | 12,0 | | 10,0 | | 4,9 | 4,3 | 0,6 | 3,2 | 3,4 | -0,2 | 1,8 | 1,9 | -0,1 | 6,7 | 6,2 | 0,5 |
| X | 0,72 | | 14,3 | | 10,0 | | 3,9 | 3,9 | 0,0 | 2,7 | 3,1 | -0,43 | 1,6 | 1,65 | -0,07 | 5,7 | 5,6 | 0,12 |
| SD | 0,44 | | 4,99 | | 3,79 | | 0,69 | 0,29 | 0,65 | 0,41 | 0,23 | 0,37 | 0,54 | 0,19 | 0,46 | 0,78 | 0,43 | 0,58 |

| Indiv. | VEF1/CV | | | CVF | | | VVM (l/min) | | | VEF1/CVF1 | | | VEF1 | | |
|--------|---------|---------|-------|--------|---------|-------|-------------|---------|--------|-----------|---------|-------|--------|---------|-------|
| | observ | predito | dif | observ | predito | dif | observ | predito | dif | observ | predito | dif | observ | predito | dif |
| MCF | 0,75 | 0,9 | -0,15 | 4,1 | 4,4 | -0,3 | 96 | 105 | -9 | 73 | 86,5 | -13,5 | 3,0 | 3,8 | -0,8 |
| EB | 0,63 | 0,9 | -0,27 | 2,8 | 4,1 | -1,3 | 91 | 94 | -3 | 67 | 88,3 | -21,3 | 1,9 | 3,6 | -1,7 |
| MMT | 0,84 | 0,9 | -0,06 | 3,3 | 4,1 | -0,8 | 98 | 102 | -4 | 84 | 89,6 | -5,6 | 2,8 | 3,6 | -0,8 |
| ER | 0,95 | 0,9 | 0,05 | 4,1 | 3,7 | 0,4 | 87 | 89 | -2 | 87 | 88,2 | -1,2 | 4,1 | 3,3 | 0,8 |
| CAJ | 0,65 | 0,9 | -0,25 | 3,5 | 4,1 | -0,6 | 69 | 101 | -32 | 77 | 86,3 | -9,3 | 2,7 | 3,5 | -0,8 |
| EAB | 0,75 | 0,9 | -0,15 | 4,4 | 4,5 | -0,1 | 123 | 109 | 14 | 84 | 85,7 | -1,7 | 3,7 | 3,8 | -0,1 |
| X | 0,76 | 0,9 | | 3,7 | 4,15 | -0,45 | 94 | 100 | -6,0 | 78,7 | 87,4 | -8,77 | 3,0 | 3,6 | -0,45 |
| SD | 0,12 | 0,0 | | 0,60 | 0,28 | 0,59 | 17,6 | 7,32 | 14,926 | 7,7 | 1,5 | 7,71 | 0,78 | 0,19 | 0,72 |

VC = volume corrente; FR = frequência respiratória; VMR = ventilação em repouso; CV = capacidade vital; CRF = capacidade residual; VR = volume residual; CPT = capacidade pulmonar total; VEF1/CV = volume expiratório forçado no 1º segundo por capacidade vital; CVF = capacidade vital forçada; VVM = ventilação voluntária máxima; VEF1 = volume expiratório no 1º segundo.

Tabela C3 : Comportamento individual da ventilação pulmonar (\dot{V}), do consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$), da produção de dióxido de carbono ($\dot{V}CO_2$), do equivalente das trocas respiratórias (RER) e da frequência respiratória (FR) em atletas do sexo masculino (n=8), nas diferentes potências de exercício físico dinâmico.

| Indiv. | Repouso | | | | | 25 W | | | | | 50 W | | | | | 100 W | | | | | 150 W | | | | |
|--------|---------|--------------|---------------|------|-----|------|--------------|---------------|------|-----|------|--------------|---------------|------|-----|-------|--------------|---------------|------|-----|-------|--------------|---------------|------|-----|
| | V | $\dot{V}O_2$ | $\dot{V}CO_2$ | RER | FR | V | $\dot{V}O_2$ | $\dot{V}CO_2$ | RER | FR | V | $\dot{V}O_2$ | $\dot{V}CO_2$ | RER | FR | V | $\dot{V}O_2$ | $\dot{V}CO_2$ | RER | FR | V | $\dot{V}O_2$ | $\dot{V}CO_2$ | RER | FR |
| WRRH | 11 | 400 | 299 | 0,75 | 14 | 20 | 770 | 565 | 0,73 | 18 | 27 | 1012 | 737 | 0,73 | 23 | 45 | 1655 | 1332 | 0,80 | 28 | 60 | 2161 | 1840 | 0,85 | 28 |
| JLB | 10 | 354 | 263 | 0,74 | 15 | 21 | 793 | 612 | 0,77 | 24 | 27 | 974 | 807 | 0,83 | 25 | 41 | 1496 | 1293 | 0,86 | 30 | 47 | 1851 | 1629 | 0,88 | 28 |
| HGD | 12 | 379 | 307 | 0,81 | 12 | 18 | 793 | 591 | 0,75 | 14 | 26 | 1065 | 823 | 0,77 | 18 | 43 | 1632 | 1348 | 0,83 | 27 | 64 | 2274 | 1927 | 0,85 | 30 |
| WDS | 14 | 430 | 279 | 0,65 | 18 | 22 | 816 | 612 | 0,75 | 23 | 28 | 1027 | 815 | 0,79 | 21 | 40 | 1519 | 1277 | 0,84 | 23 | 50 | 2025 | 1669 | 0,82 | 22 |
| KN | 12 | 377 | 213 | 0,56 | 26 | 22 | 763 | 557 | 0,73 | 24 | 31 | 1050 | 808 | 0,77 | 28 | 50 | 1617 | 1363 | 0,84 | 36 | 77 | 1904 | 1943 | 1,02 | 43 |
| GAS | 12 | 421 | 330 | 0,78 | 8 | 20 | 842 | 620 | 0,74 | 13 | 27 | 1095 | 800 | 0,73 | 19 | 40 | 1587 | 1316 | 0,83 | 20 | 56 | 2184 | 1903 | 0,87 | 24 |
| JCD | 12 | 438 | 338 | 0,77 | 16 | 20 | 831 | 565 | 0,68 | 18 | 26 | 1080 | 800 | 0,74 | 22 | 36 | 1496 | 1269 | 0,85 | 20 | 51 | 2093 | 1747 | 0,83 | 24 |
| FCO | 11 | 392 | 267 | 0,68 | 15 | 28 | 1005 | 706 | 0,70 | 25 | 37 | 1277 | 925 | 0,72 | 26 | 56 | 1821 | 1457 | 0,80 | 38 | 81 | 2373 | 1684 | 0,71 | 44 |
| X | 12 | 399 | 287 | 0,72 | 15 | 21 | 827 | 603 | 0,73 | 20 | 29 | 1072 | 814 | 0,76 | 23 | 44 | 1603 | 1332 | 0,83 | 28 | 61 | 2108 | 1793 | 0,85 | 30 |
| SD | 1,2 | 29,3 | 40,5 | 0,08 | 5,2 | 3,0 | 77,2 | 48,1 | 0,03 | 4,8 | 3,7 | 91,3 | 51,8 | 0,04 | 3,4 | 6,4 | 108,0 | 60,5 | 0,02 | 6,8 | 12,6 | 178,0 | 126,0 | 0,08 | 8,5 |

| Indiv. | 200 W | | | | | 225 W | | | | | 250 W | | | | | 275 W | | | | | |
|--------|-------|--------------|---------------|------|----|-------|--------------|---------------|------|----|-------|--------------|---------------|------|----|-------|--------------|---------------|------|----|----|
| | V | $\dot{V}O_2$ | $\dot{V}CO_2$ | RER | FR | V | $\dot{V}O_2$ | $\dot{V}CO_2$ | RER | FR | V | $\dot{V}O_2$ | $\dot{V}CO_2$ | RER | FR | V | $\dot{V}O_2$ | $\dot{V}CO_2$ | RER | FR | |
| WRRH | 83 | 2856 | 2522 | 0,88 | | | | | | | 125 | 3385 | 3352 | 0,99 | 53 | | | | | | |
| JLB | 83 | 2645 | 2451 | 0,93 | | 132 | 3544 | 3171 | 0,89 | | 134 | 3438 | 3175 | 0,92 | 60 | | | | | | |
| HGD | 99 | 3091 | 2764 | 0,89 | | 151 | 3590 | 3270 | 0,91 | | | | | | | | | | | | |
| WDS | 78 | 2675 | 2412 | 0,90 | | | | | | | 99 | 3385 | 3093 | 0,91 | | 133 | 4149 | 3680 | 0,89 | | 40 |
| KN | | | | | | 148 | 3620 | 3250 | 0,90 | 62 | | | | | | | | | | | |
| GAS | 75 | 2811 | 2952 | 1,05 | | 104 | 2940 | 2811 | 0,96 | 60 | | | | | | | | | | | |
| JCD | | | | | | 85 | 2932 | 2702 | 0,92 | | | | | | | 124 | 3574 | 3320 | 0,93 | | 65 |
| FCO | | | | | | 130 | 3008 | 2804 | 0,93 | 60 | | | | | | | | | | | |

Tabela C4 : Comportamento individual da ventilação pulmonar (V), do consumo de oxigênio (VO₂), da produção de dióxido de carbono (VCO₂), do equivalente das trocas respiratórias (RER) e da frequência respiratória (FR), em atletas do sexo feminino (n=6), nas diferentes potências de exercício físico dinâmico.

| Indiv. | Repouso | | | | | 25 W | | | | | 50 W | | | | | 100 W | | | | | 115 W | | | | | |
|--------|---------|-----------------|------------------|------|-----|------|-----------------|------------------|------|-----|------|-----------------|------------------|------|-----|-------|-----------------|------------------|------|------|-------|-----------------|------------------|------|----|--|
| | V | VO ₂ | VCO ₂ | RER | FR | V | VO ₂ | VCO ₂ | RER | FR | V | VO ₂ | VCO ₂ | RER | FR | V | VO ₂ | VCO ₂ | RER | FR | V | VO ₂ | VCO ₂ | RER | FR | |
| NCF | 14 | 354 | 282 | 0,80 | 20 | 28 | 860 | 634 | 0,74 | 32 | 35 | 1110 | 872 | 0,78 | 29 | 59 | 1773 | 1561 | 0,88 | 33 | | | | | | |
| EB | 9 | 279 | 212 | 0,76 | 15 | 22 | 716 | 596 | 0,83 | 28 | 31 | 998 | 833 | 0,83 | 31 | 82 | 2013 | 1916 | 0,95 | 49 | | | | | | |
| MHT | 15 | 341 | 288 | 0,84 | 22 | 29 | 802 | 635 | 0,79 | 33 | 42 | 1145 | 973 | 0,85 | 44 | 65 | 1855 | 1569 | 0,85 | 53 | 84 | 2098 | 1780 | 0,85 | 53 | |
| ER | 9 | 323 | 214 | 0,66 | 16 | 23 | 788 | 582 | 0,74 | 23 | 28 | 1049 | 780 | 0,74 | 19 | 50 | 1612 | 1380 | 0,86 | 33 | | | | | | |
| CAJ | 12 | 318 | 233 | 0,73 | 18 | 24 | 739 | 603 | 0,82 | 23 | 34 | 1001 | 837 | 0,84 | 29 | 59 | 1793 | 1550 | 0,86 | 22 | | | | | | |
| EAB | 11 | 335 | 260 | 0,78 | 16 | 25 | 845 | 673 | 0,80 | 20 | 29 | 998 | 818 | 0,82 | 21 | 46 | 1534 | 1361 | 0,89 | 25 | | | | | | |
| X | 12 | 325 | 248 | 0,76 | 18 | 25,2 | 792 | 620 | 0,79 | 26 | 33 | 1050 | 852 | 0,81 | 29 | 60 | 1763 | 1556 | 0,88 | 36 | | | | | | |
| SD | 2,5 | 25,9 | 33,4 | 0,06 | 2,7 | 2,79 | 56,8 | 33,3 | 0,04 | 5,3 | 5,1 | 63,9 | 66,3 | 0,04 | 8,9 | 12,7 | 172,0 | 199,0 | 0,04 | 12,6 | | | | | | |

| Indiv. | 125 W | | | | | 150 W | | | | | 175 W | | | | |
|--------|-------|-----------------|------------------|------|----|-------|-----------------|------------------|------|----|-------|-----------------|------------------|------|----|
| | V | VO ₂ | VCO ₂ | RER | FR | V | VO ₂ | VCO ₂ | RER | FR | V | VO ₂ | VCO ₂ | RER | FR |
| NCF | 70 | 2126 | 1926 | 0,91 | 28 | | | | | | | | | | |
| EB | | | | | | | | | | | | | | | |
| MHT | | | | | | | | | | | | | | | |
| ER | | | | | | 83 | 2397 | 2144 | 0,89 | 49 | | | | | |
| CAJ | | | | | | 95 | 2649 | 2134 | 0,81 | 53 | | | | | |
| EAB | | | | | | 71 | 2163 | 2007 | 0,93 | 46 | 114 | 2936 | 2617 | 0,89 | 46 |

Tabela C5 : Comportamento da frequência cardíaca em batimentos por minuto, com valores absolutos 30 segundos antes, 4 minutos durante e 1 minuto após exercício físico dinâmico, nas potências de 25, 50, 100 e 150 "Watts" (W), em atletas do sexo masculino.

170

| Indivíduo | repouso | | | exercício | | | | | exercício | | | | | exercício | | | | | recuperação | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|---------|------|------|-----------|------|------|------|------|-----------|-----|-----|------|------|-----------|-----|------|------|------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 25 W | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| WRRN | 81 | 83 | 74 | 99 | 104 | 91 | 81 | 82 | 78 | 80 | 80 | 81 | 83 | 85 | 84 | 81 | 87 | 84 | 85 | 90 | 87 | 80 | 82 | 84 | 84 | 86 | 81 | 72 | 70 | 73 | 76 | 66 | 62 |
| JLB | 62 | 60 | 66 | 88 | 88 | 87 | 84 | 84 | 84 | 82 | 83 | 81 | 76 | 80 | 86 | 78 | 80 | 80 | 79 | 78 | 77 | 84 | 76 | 78 | 75 | 80 | 80 | 62 | 61 | 60 | 54 | 52 | 52 |
| HGD | 68 | 75 | 68 | 97 | 94 | 87 | 82 | 87 | 87 | 90 | 83 | 81 | 85 | 85 | 88 | 84 | 84 | 72 | 66 | 78 | 75 | 84 | 86 | 87 | 87 | 89 | 87 | 84 | 73 | 60 | 63 | 71 | 63 |
| GAS | 73 | 73 | 77 | 97 | 100 | 96 | 92 | 94 | 92 | 87 | 85 | 91 | 93 | 85 | 85 | 88 | 86 | 92 | 95 | 98 | 96 | 87 | 90 | 93 | 96 | 94 | 91 | 84 | 80 | 73 | 74 | 72 | 70 |
| WDS | 68 | 75 | 74 | 78 | 85 | 81 | 89 | 83 | 81 | 86 | 87 | 82 | 78 | 72 | 75 | 79 | 75 | 76 | 78 | 78 | 81 | 84 | 77 | 81 | 79 | 78 | 76 | 66 | 60 | 67 | 69 | 62 | 58 |
| KN | 76 | 66 | 76 | 96 | 94 | 90 | 89 | 84 | 85 | 83 | 74 | 84 | 87 | 84 | 87 | 86 | 87 | 87 | 87 | 74 | 79 | 82 | 83 | 83 | 85 | 85 | 88 | 82 | 75 | 79 | 73 | 76 | 78 |
| JCO | 68 | 66 | 68 | 94 | 91 | 93 | 87 | 85 | 84 | 87 | 87 | 84 | 84 | 78 | 82 | 84 | 80 | 90 | 88 | 87 | 85 | 87 | 84 | 84 | 85 | 87 | 88 | 69 | 69 | 65 | 63 | 57 | |
| FCO | 62 | 64 | 65 | 89 | 90 | 90 | 93 | 93 | 90 | 90 | 90 | 92 | 93 | 95 | 95 | 93 | 90 | 90 | 93 | 90 | 93 | 91 | 93 | 94 | 91 | 92 | 89 | 72 | 68 | 67 | | | |
| X | 70 | 70 | 71 | 92 | 93 | 89 | 87 | 86 | 85 | 86 | 84 | 84 | 85 | 83 | 85 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 85 | 84 | 85 | 85 | 86 | 85 | 74 | 69 | 68 | 67 | 65 | 64 |
| SD | 6.6 | 7.5 | 4.7 | 7.0 | 6.2 | 4.5 | 4.4 | 4.6 | 4.5 | 3.7 | 4.9 | 4.5 | 6.2 | 6.7 | 5.6 | 4.9 | 4.9 | 7.3 | 9.4 | 8.3 | 7.5 | 3.4 | 5.8 | 5.6 | 6.5 | 5.5 | 5.3 | 8.5 | 6.7 | 6.6 | 7.8 | 8.6 | 9.1 |
| 50 W | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| WRRN | 63 | 68 | 66 | 84 | 95 | 96 | 93 | 89 | 90 | 95 | 88 | 92 | 90 | 93 | 91 | 92 | 91 | 88 | 90 | 90 | 87 | 92 | 91 | 90 | 93 | 95 | 88 | 82 | 75 | 73 | 68 | 65 | 64 |
| JLB | 63 | 60 | 57 | 90 | 87 | 84 | 87 | 88 | 87 | 87 | 90 | 83 | 85 | 86 | 85 | 89 | 88 | 85 | 87 | 90 | 87 | 88 | 87 | 86 | 86 | 87 | 86 | 78 | 69 | 60 | 63 | 54 | 60 |
| HGD | 79 | 78 | 77 | 102 | 99 | 96 | 99 | 99 | 106 | 104 | 98 | 99 | 97 | 96 | 99 | 102 | 102 | 99 | 102 | 100 | 100 | 102 | 106 | 100 | 100 | 100 | 104 | 92 | 88 | 84 | 78 | 80 | 79 |
| GAS | 78 | 77 | 84 | 101 | 100 | 97 | 95 | 98 | 96 | 96 | 97 | 100 | 93 | 91 | 92 | 93 | 93 | 99 | 96 | 94 | 94 | 96 | 94 | 94 | 100 | 101 | 97 | 95 | 91 | 82 | | | |
| WDS | 80 | 68 | 70 | 84 | 93 | 91 | 93 | 92 | 91 | 91 | 90 | 90 | 86 | 90 | 86 | 87 | 84 | 84 | 90 | 93 | 86 | 90 | 99 | 96 | 90 | 84 | 84 | 88 | 65 | 63 | | | |
| KN | 68 | 72 | 79 | 96 | 101 | 98 | 94 | 86 | 89 | 93 | 95 | 93 | 90 | 90 | 92 | 89 | 92 | 93 | 95 | 96 | 90 | 96 | 90 | 86 | 84 | 92 | 94 | 93 | 84 | 74 | 68 | 75 | 73 |
| JCO | 66 | 67 | 66 | 99 | 93 | 96 | 96 | 93 | 90 | 87 | 89 | 87 | 93 | 93 | 92 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 94 | 94 | 96 | 96 | 94 | 96 | 94 | 86 | 77 | 68 | 65 | | |
| FCO | 62 | 57 | 60 | 91 | 93 | 94 | 93 | 93 | 95 | 96 | 99 | 97 | 96 | 96 | 99 | 100 | 99 | 97 | 96 | 101 | 101 | 102 | 102 | 102 | 101 | 103 | 101 | 96 | 78 | 72 | | | |
| X | 70 | 68 | 70 | 93 | 95 | 94 | 94 | 92 | 93 | 94 | 93 | 93 | 91 | 92 | 92 | 93 | 93 | 93 | 94 | 95 | 92 | 95 | 96 | 94 | 93 | 95 | 93 | 89 | 78 | 72 | 68 | 68 | 69 |
| SD | 7.8 | 7.4 | 9.5 | 7.0 | 4.7 | 4.6 | 3.4 | 4.6 | 6.0 | 5.5 | 4.5 | 5.9 | 4.3 | 3.3 | 5.1 | 5.4 | 5.8 | 6.2 | 4.7 | 4.1 | 5.9 | 5.1 | 6.4 | 6.0 | 6.5 | 6.7 | 7.1 | 6.4 | 9.0 | 8.4 | 5.8 | 11.5 | 8.3 |
| 100 W | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| WRRN | 68 | 66 | 75 | 102 | 128 | 126 | 138 | 123 | 120 | 120 | 114 | 118 | 120 | 124 | 123 | 129 | 126 | 128 | 126 | 126 | 125 | 127 | 126 | 127 | 126 | 126 | 127 | 119 | 104 | 93 | 87 | | |
| JLB | 62 | 50 | 39 | 92 | 90 | 96 | 97 | 95 | 100 | 104 | 102 | 104 | 101 | 104 | 102 | 100 | 102 | 108 | 104 | 104 | 104 | 104 | 104 | 104 | 104 | 107 | 100 | 92 | 92 | 84 | 84 | 75 | 64 |
| HGD | 86 | 84 | 80 | 108 | 108 | 114 | 120 | 114 | 119 | 120 | 122 | 123 | 126 | 121 | 130 | 130 | 130 | 130 | 131 | 131 | 132 | 130 | 130 | 128 | 129 | 132 | 132 | 120 | 116 | 109 | 98 | 90 | 92 |
| GAS | 79 | 76 | 85 | 105 | 110 | 111 | 120 | 123 | 125 | 120 | 126 | 126 | 125 | 124 | 126 | 126 | 126 | 130 | 133 | 132 | 133 | 132 | 127 | 129 | 127 | 129 | 131 | 123 | 108 | 100 | | | |
| WDS | 69 | 65 | 72 | 94 | 95 | 93 | 105 | 108 | 105 | 99 | 109 | 103 | 109 | 105 | 108 | 109 | 114 | 112 | 111 | 113 | 111 | 112 | 111 | 112 | 112 | 112 | 107 | 102 | 78 | 73 | 63 | | |
| KN | 97 | 88 | 92 | 102 | 107 | 104 | 104 | 105 | 104 | 107 | 104 | 114 | 118 | 113 | 111 | 112 | 118 | 124 | 119 | 119 | 120 | 122 | 120 | 118 | 117 | 120 | 124 | 122 | 113 | 108 | 106 | 104 | 104 |
| JCO | 72 | 66 | 66 | 99 | 103 | 108 | 105 | 105 | 107 | 108 | 109 | 114 | 117 | 117 | 114 | 111 | 117 | 115 | 112 | 111 | 116 | 117 | 118 | 120 | 120 | 120 | 117 | 102 | 89 | 87 | 90 | 81 | 81 |
| FCO | 68 | 72 | 65 | 99 | 102 | 105 | 103 | 103 | 106 | 108 | 114 | 114 | 118 | 117 | 116 | 115 | 119 | 120 | 120 | 118 | 120 | 120 | 120 | 121 | 125 | 123 | 123 | 115 | 102 | 99 | 102 | | |
| X | 75 | 71 | 74 | 100 | 105 | 107 | 111 | 109 | 111 | 111 | 112 | 114 | 117 | 116 | 116 | 116 | 119 | 121 | 119 | 119 | 120 | 120 | 119 | 120 | 120 | 121 | 120 | 112 | 100 | 94 | 90 | 87 | 85 |
| SD | 11.5 | 12.0 | 11.0 | 5.3 | 11.4 | 10.4 | 13.5 | 9.8 | 9.2 | 8.2 | 8.3 | 8.1 | 8.2 | 7.8 | 9.5 | 10.8 | 8.8 | 8.5 | 10.2 | 9.9 | 9.9 | 9.4 | 8.6 | 8.6 | 8.6 | 8.4 | 11.4 | 11.6 | 13.0 | 12.4 | 14.4 | 12.6 | 17.0 |
| 150 W | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| WRRN | 86 | 93 | 102 | 122 | 144 | 147 | 144 | 144 | 144 | 144 | 145 | 151 | 150 | 150 | 153 | 156 | 159 | 159 | 160 | 161 | 161 | 160 | 162 | 165 | 162 | 160 | 162 | 156 | 141 | 124 | 124 | 125 | 123 |
| JLB | 72 | 64 | 69 | 102 | 106 | 110 | 112 | 114 | 112 | 120 | 116 | 116 | 123 | 126 | 125 | 128 | 125 | 124 | 130 | 126 | 132 | 132 | 132 | 126 | 132 | 132 | 133 | 120 | 111 | 110 | 101 | | |
| HGD | 88 | 96 | 87 | 120 | 126 | 125 | 132 | 132 | 138 | 138 | 142 | 145 | 150 | 150 | 150 | 155 | 156 | 158 | 159 | 161 | 162 | 158 | 159 | 161 | 162 | 164 | 162 | 158 | 150 | 144 | 132 | 128 | |
| GAS | 80 | 76 | 88 | 112 | 126 | 138 | 135 | 141 | 135 | 135 | 140 | 144 | 145 | 142 | 144 | 144 | 144 | 147 | 150 | 150 | 150 | 150 | 152 | 154 | 150 | 153 | 150 | 144 | 138 | 123 | | | |
| WDS | 87 | 78 | 78 | 103 | 118 | 119 | 123 | 123 | 123 | 124 | 126 | 130 | 132 | 129 | 130 | 132 | 132 | 132 | 133 | 129 | 129 | 129 | 131 | 130 | 132 | 131 | 133 | 121 | 110 | 99 | 99 | | |
| KN | 104 | 100 | 101 | 116 | 121 | 121 | 125 | 129 | 132 | 134 | 135 | 141 | 143 | 143 | 143 | 145 | 146 | 147 | 147 | 151 | 154 | 153 | 154 | 150 | 153 | 154 | 153 | 153 | 144 | 143 | 138 | 138 | |
| JCO | 89 | 87 | 87 | 117 | 127 | 129 | 126 | 127 | 132 | 135 | 135 | 135 | 134 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 139 | 141 | 139 | 138 | 141 | 145 | 144 | 141 | 142 | 135 | 120 | 99 | 108 | 93 | |
| FCO | 57 | 60 | 59 | 95 | 102 | 105 | 108 | 114 | 117 | 121 | 127 | 128 | 127 | 130 | 133 | 136 | 137 | 138 | 141 | 140 | 141 | 141 | 144 | 144 | 144 | 142 | 144 | 142 | 127 | 119 | 118 | | |
| X | 83 | 82 | 84 | 111 | 121 | 124 | 126 | 128 | 129 | 131 | 133 | 136 | 138 | 138 | 139 | 142 | 142 | 143 | 145 | 145 | 146 | 145 | 147 | 147 | 147 | 147 | 148 | 141 | 130 | 120 | 117 | 121 | |
| SD | 13.8 | 14.8 | 14.8 | 9.7 | 13.1 | 13.8 | 11.8 | 11.1 | 10.9 | 8.7 | 9.7 | 11.3 | 10.4 | 9.4 | 9.8 | 10.2 | 11.6 | 12.2 | 11.1 | 13.3 | 12.6 | 11.8 | 11.8 | 13.7 | 11.7 | 12.4 | 10.9 | 14.8 | 15.3 | 17.4 | 15.1 | 19.5 | |

Tabela C6 : Comportamento da frequência cardíaca em batimentos por minuto, com valores absolutos 30 segundos antes, 4 minutos durante e 1 minuto após exercício físico dinâmico, nas potências de 25, 50 e 100 "Watts" (W), em atletas do sexo feminino.

171

| Indivíduo | repouso | | | exercício | | | | | exercício | | | | | exercício | | | | | exercício | | | | | recuperação | | | | | | | | | | | | |
|-----------|---------|-----|-----|-----------|------|------|------|------|-----------|------|------|------|------|-----------|------|------|------|------|-----------|------|------|------|------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|----|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 W | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ER | 72 | 70 | 72 | 81 | 88 | 91 | 91 | 94 | 93 | 88 | 81 | 83 | 84 | 81 | 84 | 84 | 84 | 85 | 84 | 84 | 87 | 85 | 88 | 90 | 88 | 90 | 79 | 66 | 63 | 60 | 57 | 55 | | | | |
| MCF | 96 | 90 | 90 | 102 | 114 | 114 | 115 | 117 | 118 | 117 | 120 | 120 | 120 | 123 | 123 | 124 | 121 | 120 | 117 | 116 | 115 | 115 | 114 | 111 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 | 111 | 96 | 89 | 86 | 81 | 78 |
| EB | 72 | 78 | 78 | 91 | 98 | 99 | 99 | 99 | 99 | 102 | 102 | 102 | 103 | 105 | 103 | 102 | 102 | 103 | 106 | 111 | 102 | 101 | 100 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 92 | 91 | 84 | 86 | 76 | 75 | |
| CAJ | 84 | 84 | 84 | 97 | 100 | 99 | 102 | 103 | 104 | 103 | 102 | 101 | 102 | 107 | 105 | 106 | 104 | 104 | 104 | 106 | 105 | 106 | 107 | 106 | 107 | 108 | 108 | 96 | 94 | 95 | 84 | 81 | 78 | | | |
| EAB | 84 | 84 | 84 | 96 | 110 | 114 | 107 | 102 | 99 | 98 | 100 | 98 | 102 | 102 | 103 | 104 | 104 | 103 | 104 | 104 | 108 | 109 | 106 | 104 | 105 | 106 | 106 | 97 | 90 | 87 | 82 | 80 | 80 | | | |
| MNT | 90 | 90 | 90 | 120 | 127 | 123 | 114 | 110 | 109 | 108 | 108 | 109 | 111 | 107 | 109 | 109 | 108 | 108 | 105 | 111 | 111 | 114 | 111 | 113 | 114 | 108 | 108 | 99 | 96 | 87 | 75 | 81 | 84 | | | |
| X | 83 | 83 | 83 | 98 | 106 | 107 | 105 | 104 | 104 | 103 | 102 | 102 | 104 | 104 | 104 | 105 | 104 | 104 | 103 | 105 | 104 | 105 | 104 | 104 | 105 | 104 | 105 | 96 | 89 | 84 | 79 | 76 | 75 | | | |
| SD | 9.6 | 7.6 | 7.0 | 13.0 | 13.7 | 12.1 | 9.2 | 8.2 | 8.8 | 9.7 | 12.7 | 12.2 | 11.9 | 13.5 | 12.5 | 12.9 | 11.9 | 11.6 | 10.3 | 11.3 | 10.9 | 10.4 | 10.4 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.2 | 10.4 | 11.5 | 11.0 | 10.1 | 9.5 | 10.2 | | | |
| 50 W | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ER | 81 | 83 | 84 | 98 | 97 | 96 | 93 | 93 | 95 | 97 | 99 | 97 | 99 | 99 | 102 | 96 | 96 | 102 | 105 | 103 | 103 | 102 | 103 | 102 | 102 | 105 | 102 | 93 | 88 | 78 | 75 | 63 | 58 | | | |
| MCF | 81 | 88 | 87 | 100 | 110 | 118 | 120 | 121 | 123 | 121 | 125 | 126 | 126 | 126 | 129 | 129 | 129 | 130 | 130 | 131 | 133 | 132 | 133 | 132 | 133 | 132 | 132 | 131 | 116 | 106 | 99 | 90 | 84 | 84 | | |
| EB | 80 | 82 | 85 | 99 | 102 | 99 | 100 | 99 | 103 | 104 | 109 | 111 | 109 | 114 | 115 | 115 | 117 | 118 | 122 | 121 | 122 | 120 | 125 | 121 | 120 | 121 | 126 | 114 | 103 | 92 | 95 | 90 | 90 | 90 | | |
| CAJ | 80 | 83 | 86 | 100 | 105 | 105 | 107 | 108 | 109 | 110 | 109 | 111 | 110 | 106 | 113 | 114 | 111 | 111 | 113 | 114 | 115 | 114 | 114 | 114 | 112 | 114 | 114 | 111 | 105 | 102 | 92 | 87 | 87 | 87 | | |
| EAB | 86 | 84 | 87 | 102 | 105 | 100 | 103 | 101 | 101 | 105 | 105 | 108 | 107 | 106 | 108 | 114 | 110 | 110 | 114 | 111 | 109 | 110 | 111 | 112 | 112 | 112 | 112 | 108 | 99 | 98 | 96 | 93 | 93 | 93 | | |
| MNT | 87 | 88 | 90 | 119 | 124 | 127 | 126 | 123 | 126 | 126 | 123 | 126 | 125 | 125 | 129 | 129 | 132 | 132 | 132 | 132 | 132 | 135 | 134 | 135 | 138 | 138 | 142 | 123 | 114 | 105 | 88 | 90 | 92 | 92 | | |
| X | 82 | 85 | 86 | 103 | 107 | 107 | 108 | 107 | 109 | 110 | 112 | 113 | 113 | 113 | 116 | 116 | 116 | 117 | 119 | 119 | 119 | 119 | 119 | 119 | 119 | 120 | 121 | 113 | 104 | 97 | 91 | 85 | 84 | 84 | | |
| SD | 3.1 | 2.7 | 2.1 | 7.9 | 9.3 | 12.3 | 12.5 | 12.2 | 12.5 | 11.0 | 10.2 | 11.2 | 10.7 | 11.0 | 11.0 | 12.2 | 13.3 | 11.9 | 10.5 | 11.5 | 12.2 | 12.8 | 12.6 | 12.6 | 13.7 | 12.6 | 14.7 | 13.1 | 10.3 | 10.5 | 8.6 | 11.2 | 13.2 | 13.2 | | |
| 100 W | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ER | 84 | 86 | 78 | 108 | 114 | 111 | 114 | 117 | 120 | 121 | 126 | 129 | 129 | 129 | 129 | 129 | 133 | 132 | 133 | 135 | 137 | 135 | 137 | 138 | 137 | 138 | 132 | 126 | 118 | 103 | 96 | 96 | 96 | | | |
| MCF | 89 | 86 | 83 | 108 | 121 | 132 | 144 | 148 | 150 | 148 | 150 | 151 | 152 | 157 | 159 | 161 | 161 | 160 | 162 | 162 | 162 | 162 | 163 | 162 | 162 | 159 | 162 | 162 | 150 | 132 | 126 | 126 | 120 | 115 | 115 | |
| EB | 78 | 79 | 83 | 97 | 114 | 114 | 121 | 132 | 138 | 144 | 150 | 154 | 156 | 157 | 162 | 164 | 166 | 168 | 168 | 169 | 171 | 171 | 173 | 169 | 174 | 174 | 174 | 168 | 159 | 153 | 147 | 145 | 139 | 139 | 139 | |
| CAJ | 70 | 75 | 78 | 107 | 103 | 106 | 113 | 114 | 117 | 120 | 120 | 122 | 126 | 128 | 129 | 130 | 135 | 138 | 141 | 142 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 141 | 132 | 126 | 120 | 110 | 99 | 99 | 99 | |
| EAB | 105 | 98 | 90 | 104 | 118 | 116 | 120 | 122 | 126 | 128 | 129 | 129 | 132 | 135 | 144 | 141 | 144 | 145 | 144 | 147 | 147 | 150 | 147 | 148 | 153 | 150 | 150 | 145 | 143 | 138 | 131 | 123 | 123 | 123 | 123 | |
| MNT | 104 | 94 | 87 | 125 | 144 | 144 | 147 | 153 | 156 | 157 | 158 | 162 | 168 | 173 | 174 | 174 | 174 | 177 | 177 | 174 | 171 | 171 | 174 | 179 | 180 | 183 | 182 | 174 | 168 | 159 | 153 | 144 | 138 | 138 | 138 | |
| X | 88 | 85 | 83 | 108 | 119 | 120 | 126 | 131 | 134 | 136 | 143 | 141 | 144 | 146 | 149 | 150 | 152 | 153 | 154 | 155 | 155 | 155 | 156 | 156 | 158 | 158 | 158 | 154 | 146 | 138 | 130 | 123 | 118 | 118 | 118 | |
| SD | 14.0 | 9.1 | 4.8 | 9.2 | 13.7 | 14.5 | 15.1 | 16.4 | 16.1 | 15.4 | 14.2 | 16.5 | 17.2 | 18.5 | 18.5 | 19.0 | 17.2 | 17.8 | 17.3 | 15.7 | 14.6 | 14.9 | 15.8 | 16.6 | 16.6 | 17.8 | 17.4 | 16.7 | 16.0 | 15.8 | 18.2 | 19.1 | 18.5 | 18.5 | | |

Tabela C7 : Incrementos da frequência cardíaca, em batimentos por minuto ao esforço físico dinâmico nas potências de 25, 50, 100 e 150 "Watts" (W) em atletas do sexo masculino (n=8) e nas potências de 25, 50 e 100 W em atletas do sexo feminino (n=6), nos intervalos de 0-10s, 0-30s, 30-60s, 30s-4', 1-4', 0-4', segundo média e desvio padrão dos valores.

| Indiv. | 0-10s | 0-30s | 30-60s | 30s-4' | 1-4' | 0-4' | 0-10s | 0-30s | 30-60s | 30s-4' | 1-4' | 0-4' | 0-10s | 0-30s | 30-60s | 30s-4' | 1-4' | 0-4' | 0-10s | 0-30s | 30-60s | 30s-4' | 1-4' | 0-4' |
|--------|-------|-------|--------|--------|------|------|-------|-------|--------|--------|------|------|-------|-------|--------|--------|------|------|-------|-------|--------|--------|------|------|
| | 25 W | | | | | | 50 W | | | | | | 100 W | | | | | | 150 W | | | | | |
| MRRM | 20 | 12 | -13 | -10 | 3 | 2 | 18 | 30 | -6 | -8 | -2 | 22 | 32 | 56 | -6 | 7 | 1 | 57 | 28 | 53 | -3 | 18 | 15 | 68 |
| JLB | 25 | 24 | -3 | -7 | -4 | 17 | 30 | 24 | 3 | 2 | -1 | 27 | 35 | 39 | 4 | 0 | 4 | 50 | 34 | 42 | 10 | 21 | 23 | 63 |
| HGD | 27 | 17 | 0 | 0 | 0 | 12 | 24 | 18 | 10 | 8 | -2 | 26 | 25 | 31 | 5 | 13 | 18 | 52 | 30 | 35 | 13 | 24 | 37 | 75 |
| WDS | 6 | 9 | 0 | -5 | -5 | 4 | 11 | 18 | 0 | -7 | -7 | 11 | 27 | 26 | 12 | 2 | 14 | 43 | 22 | 38 | 4 | 10 | 14 | 52 |
| KN | 23 | 17 | -5 | -2 | 3 | 15 | 23 | 25 | -9 | -4 | 5 | 21 | 10 | 12 | 0 | 20 | 20 | 32 | 14 | 19 | 11 | 23 | 34 | 53 |
| GAS | 20 | 22 | -4 | 0 | -1 | 17 | 21 | 17 | -1 | 0 | 1 | 17 | 25 | 31 | 14 | 6 | 20 | 51 | 31 | 57 | -3 | 15 | 12 | 69 |
| JCD | 27 | 26 | -9 | -5 | 4 | 21 | 33 | 30 | -6 | -2 | 4 | 28 | 31 | 40 | -1 | 10 | 9 | 49 | 29 | 41 | 3 | 10 | 13 | 54 |
| FCD | 25 | 26 | 0 | -1 | -1 | 25 | 31 | 28 | 1 | 7 | 6 | 41 | 31 | 37 | 1 | 17 | 18 | 55 | 36 | 46 | 12 | 27 | 39 | 85 |
| X | 22 | 19 | -4 | -4 | -0.1 | 14 | 24 | 24 | -1 | -0.5 | 0.5 | 24 | 27 | 34 | 4 | 9 | 13 | 49 | 28 | 41 | 6 | 18 | 23 | 65 |
| SD | 6.9 | 6.4 | 4.7 | 3.6 | 3.3 | 7.9 | 7.4 | 5.5 | 6.0 | 5.9 | 4.4 | 8.8 | 7.7 | 12.6 | 6.7 | 7.0 | 7.5 | 7.9 | 7.0 | 11.7 | 6.6 | 6.4 | 11.6 | 11.7 |
| MCF | 10 | 20 | 2 | -1 | -3 | 19 | 15 | 13 | -1 | 6 | 7 | 19 | 28 | 31 | 9 | 27 | 18 | 58 | | | | | | |
| EB | 10 | 22 | 4 | 0 | -4 | 22 | 12 | 30 | 5 | 14 | 9 | 45 | 22 | 46 | 18 | 30 | 12 | 76 | | | | | | |
| MNT | 15 | 23 | 0 | 3 | 3 | 26 | 17 | 17 | 4 | 27 | 23 | 44 | 18 | 35 | 24 | 60 | 36 | 95 | | | | | | |
| ER | 13 | 15 | 5 | 9 | 4 | 24 | 17 | 22 | 4 | 9 | 5 | 31 | 32 | 31 | 11 | 38 | 27 | 69 | | | | | | |
| CAJ | 12 | 30 | -15 | -8 | 7 | 22 | 18 | 16 | 1 | 12 | 11 | 28 | 6 | 18 | 10 | 34 | 24 | 52 | | | | | | |
| EAB | 30 | 33 | -14 | -15 | -1 | 18 | 31 | 39 | -1 | 15 | 16 | 54 | 31 | 50 | 12 | 38 | 26 | 88 | | | | | | |
| X | 15 | 24 | -3 | -2 | 1 | 22 | 18 | 23 | 2 | 14 | 12 | 37 | 23 | 35 | 14 | 38 | 24 | 73 | | | | | | |
| SD | 7.6 | 6.6 | 9.1 | 8.4 | 4.3 | 3 | 6.6 | 9.9 | 2.7 | 7.2 | 6.6 | 13 | 9.8 | 11.5 | 5.8 | 11.7 | 8.2 | 16.7 | | | | | | |

Tabela C9 : Comportamento do consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2 = \text{ml/min}$), da produção do dióxido de carbono ($\dot{V}CO_2 = \text{ml/min}$) e do equivalente das trocas respiratórias (RER) ao exercício físico dinâmico, em atletas do sexo masculino, de acordo com valores individuais, nas diferentes potências em Watts (W), nas condições: controle (C), pós fase de treinamento inespecífico (T1) e pós fase de treinamento específico (T2).

| Potencia | Individuo | $\dot{V}O_2(C)$ | $\dot{V}O_2(T1)$ | $\dot{V}O_2(T2)$ | $\dot{V}CO_2(C)$ | $\dot{V}CO_2(T1)$ | $\dot{V}CO_2(T2)$ | RER(C) | RER(T1) | RER(T2) |
|----------|-----------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------|---------|---------|
| Repouso | WRRM | 400 | | 363 | 299 | | 260 | .75 | | .72 |
| | JLB | 354 | 339 | 333 | 263 | 234 | 234 | .74 | .69 | .70 |
| | HGO | 377 | 335 | 270 | 306 | 259 | 185 | .81 | .77 | .68 |
| | WDS | 430 | 359 | 304 | 279 | 256 | 208 | .65 | .71 | .68 |
| | KN | 377 | 267 | 417 | 213 | 185 | 321 | .56 | .69 | .77 |
| 25 W | WRRM | 770 | | 678 | 565 | | 463 | .73 | | .68 |
| | JLB | 793 | 804 | 734 | 612 | 575 | 526 | .77 | .71 | .72 |
| | HGO | 793 | 670 | 688 | 591 | 473 | 459 | .74 | .70 | .67 |
| | WDS | 816 | 792 | 661 | 612 | 567 | 479 | .75 | .72 | .72 |
| | KN | 763 | 906 | 751 | 557 | 621 | 465 | .73 | .68 | .62 |
| 50 W | WRRM | 1012 | | 858 | 737 | | 630 | .73 | | .73 |
| | JLB | 974 | 1041 | 1035 | 807 | 790 | 748 | .83 | .76 | .72 |
| | HGO | 1065 | 982 | 912 | 823 | 700 | 643 | .77 | .71 | .70 |
| | WDS | 1027 | 1016 | 954 | 815 | 758 | 700 | .79 | .75 | .73 |
| | KN | 1050 | 1111 | 1176 | 807 | 791 | 815 | .77 | .71 | .69 |
| 100 W | WRRM | 1655 | | 1482 | 1332 | | 1149 | .80 | | .77 |
| | JLB | 1496 | 1665 | 1491 | 1293 | 1341 | 1252 | .86 | .80 | .84 |
| | HGO | 1632 | 1463 | 1315 | 1348 | 1234 | 1099 | .82 | .84 | .83 |
| | WDS | 1518 | 1621 | 1460 | 1277 | 1264 | 1086 | .84 | .78 | .74 |
| | KN | 1617 | 1662 | 1567 | 1363 | 1355 | 1140 | .84 | .81 | .73 |
| 150 W | WRRM | 2161 | | 1909 | 1840 | | 1567 | .85 | | .82 |
| | JLB | 1851 | 2345 | 2089 | 1629 | 1784 | 1815 | .88 | .76 | .87 |
| | HGO | 2274 | 1918 | 1990 | 1927 | 1710 | 1764 | .85 | .89 | .89 |
| | WDS | 2025 | 2133 | 2002 | 1669 | 1773 | 1611 | .82 | .83 | .80 |
| | KN | 1904 | 2232 | 2250 | 1942 | 1981 | 1734 | 1.02 | .89 | .77 |
| 200 W | WRRM | 2856 | | 2523 | 2522 | | 2160 | .88 | | .86 |
| | JLB | 2645 | 3189 | 2621 | 2451 | 2599 | 2296 | .93 | .81 | .88 |
| | HGO | 3091 | | 2461 | 2764 | | 1950 | .89 | | .79 |
| | WDS | 2675 | 2993 | 2510 | 2412 | 2509 | 2201 | .90 | .84 | .88 |
| | KN | | 3027 | 2975 | | 2680 | 2337 | | .88 | .78 |

Tabela C10 : Comportamento do consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$ = ml/min), da produção de dióxido de carbono ($\dot{V}CO_2$ = ml/min) e do equivalente das trocas respiratórias (RER) em atletas do sexo masculino, nas diferentes potências nas condições controle (C), pós treinamento inespecífico (T1), pós treinamento específico (T2), de acordo com ordenação dos dados em amplitude menor (A<), 1º quartil (Q1), Mediana (Md), 3º quartil (Q3) e amplitude maior (A>).

| potencias | | $\dot{V}O_2$ (C) | $\dot{V}O_2$ (T1) | $\dot{V}O_2$ (T2) | $\dot{V}CO_2$ (C) | $\dot{V}CO_2$ (T1) | $\dot{V}CO_2$ (T2) | RER (C) | RER (T1) | RER (T2) |
|-----------|----|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|---------|----------|----------|
| Repouso | A< | 354 | 267 | 270 | 213 | 185 | 185 | .56 | .69 | .68 |
| | Q1 | 377 | 335 | 304 | 263 | 234 | 208 | .65 | .69 | .68 |
| | Md | 377 | 337 | 333 | 279 | 245 | 234 | .74 | .70 | .70 |
| | Q3 | 400 | 339 | 363 | 299 | 256 | 260 | .75 | .71 | .72 |
| | A> | 430 | 359 | 417 | 306 | 259 | 321 | .81 | .77 | .77 |
| 25 W | A< | 763 | 670 | 661 | 557 | 473 | 459 | .73 | .68 | .62 |
| | Q1 | 770 | 792 | 678 | 565 | 567 | 463 | .73 | .70 | .67 |
| | Md | 793 | 798 | 688 | 591 | 571 | 465 | .74 | .70 | .68 |
| | Q3 | 793 | 804 | 734 | 612 | 575 | 479 | .75 | .71 | .72 |
| | A> | 816 | 906 | 751 | 612 | 621 | 526 | .77 | .72 | .72 |
| 50 W | A< | 974 | 982 | 858 | 737 | 700 | 630 | .73 | .71 | .69 |
| | Q1 | 1012 | 1016 | 912 | 807 | 758 | 643 | .77 | .71 | .70 |
| | Md | 1027 | 1028 | 954 | 807 | 778 | 700 | .77 | .72 | .72 |
| | Q3 | 1050 | 1041 | 1035 | 815 | 790 | 748 | .79 | .75 | .73 |
| | A> | 1065 | 1111 | 1176 | 823 | 791 | 815 | .83 | .76 | .73 |
| 100 W | A< | 1496 | 1463 | 1315 | 1277 | 1234 | 1086 | .80 | .78 | .73 |
| | Q1 | 1518 | 1621 | 1460 | 1293 | 1264 | 1099 | .82 | .80 | .74 |
| | Md | 1617 | 1641 | 1482 | 1332 | 1302 | 1140 | .84 | .80 | .77 |
| | Q3 | 1632 | 1662 | 1491 | 1348 | 1341 | 1149 | .84 | .81 | .83 |
| | A> | 1655 | 1665 | 1567 | 1363 | 1355 | 1252 | .86 | .84 | .84 |
| 150 W | A< | 1851 | 1918 | 1909 | 1629 | 1710 | 1567 | .82 | .76 | .77 |
| | Q1 | 1904 | 2133 | 1990 | 1669 | 1773 | 1611 | .85 | .83 | .80 |
| | Md | 2025 | 2182 | 2002 | 1840 | 1778 | 1734 | .85 | .86 | .82 |
| | Q3 | 2161 | 2232 | 2089 | 1927 | 1784 | 1764 | .88 | .89 | .87 |
| | A> | 2274 | 2345 | 2250 | 1942 | 1981 | 1815 | 1.02 | .89 | .89 |
| 200 W | A< | 2645 | 2993 | 2461 | 2412 | 2509 | 1950 | .88 | .81 | .78 |
| | Q1 | 2675 | 3010 | 2510 | 2451 | 2554 | 2160 | .89 | .82 | .79 |
| | Md | 2765 | 3027 | 2523 | 2486 | 2599 | 2201 | .89 | .84 | .86 |
| | Q3 | 2856 | 3108 | 2621 | 2522 | 2639 | 2296 | .90 | .86 | .88 |
| | A> | 3091 | 3189 | 2975 | 2764 | 2680 | 2337 | .93 | .88 | .88 |

Tabela C11: Resposta individual dos valores picos da ventilação (V=l/min), de consumo de oxigênio (VO2=ml/min), da produção de dióxido de carbono (VCO2=ml/min), do equivalente das trocas respiratórias (RER), da frequência cardíaca (FC=bpm), da frequência respiratória (FR=resp./min), em cada potência pico atingida ("Watts"), em 5 atletas do sexo masculino ao exercício físico dinâmico, nas condições: controle (C), pós fase de treinamento inespecifico (T1) e pós fase de treinamento especifico (T2).

| | C | | | | | | | T1 | | | | | | | T2 | | | | | | |
|------|-----|------|------|------|------|-----|----|-----|------|------|------|------|-----|----|-----|------|------|------|------|-----|----|
| | V | VO2 | VCO2 | RER | POT. | FC | FR | V | VO2 | VCO2 | RER | POT. | FC | FR | V | VO2 | VCO2 | RER | POT. | FC | FR |
| WRRM | 125 | 3385 | 3351 | 0,99 | 250 | 192 | 53 | | | | | | | | 113 | 3528 | 3457 | 0,98 | 275 | 192 | 67 |
| JLB | 134 | 3438 | 3175 | 0,92 | 250 | 195 | 60 | 226 | 5268 | 5371 | 1,02 | 325 | 186 | 78 | 176 | 3974 | 3618 | 0,91 | 300 | 186 | 78 |
| HGD | 151 | 3590 | 3270 | 0,91 | 225 | 182 | 56 | 147 | 3433 | 3360 | 0,98 | 300 | 189 | 56 | 161 | 4117 | 3470 | 0,84 | 300 | 186 | 60 |
| WDS | 133 | 4150 | 3680 | 0,89 | 275 | 198 | 40 | 186 | 4331 | 4892 | 1,13 | 350 | 197 | 60 | 146 | 3787 | 3314 | 0,87 | 275 | 198 | 45 |
| KN | 148 | 3620 | 3250 | 0,90 | 225 | 180 | 62 | 184 | 4181 | 4356 | 1,04 | 275 | 186 | 60 | 181 | 3745 | 3491 | 0,93 | 250 | 179 | 60 |

Tabela C12: Comportamento da frequência cardíaca, em batimentos por minuto em valor absoluto, 30 segundos antes, 4 minutos durante e 1 minuto após esforço físico dinâmico, em atletas do sexo masculino, segundo ordenação dos valores em amplitude menor (A<), primeiro quartil (Q1), mediana (Md), terceiro quartil (Q3) e amplitude maior (A>) na potência de 25 Watts (W), nas condições controle (C), pós treinamento inespecífico (T1) e pós treinamento específico (T2).

| | Repouso | | | Exercício 1' | | | | | Exercício 2' | | | | | Exercício 3' | | | | | Exercício 4' | | | | | Recuperação | | | | | | | | | | |
|----|---------|----|----|--------------|----|-----|----|----|--------------|----|----|----|----|--------------|----|----|----|----|--------------|----|----|----|----|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| C | A< | 62 | 60 | 66 | 78 | 85 | 81 | 81 | 82 | 78 | 80 | 74 | 81 | 76 | 72 | 75 | 78 | 75 | 72 | 66 | 74 | 75 | 80 | 76 | 78 | 75 | 78 | 76 | 62 | 60 | 60 | 54 | 52 | 52 |
| | Q1 | 68 | 66 | 68 | 88 | 88 | 87 | 82 | 83 | 81 | 82 | 80 | 81 | 78 | 80 | 84 | 79 | 80 | 76 | 78 | 78 | 77 | 82 | 77 | 81 | 79 | 80 | 80 | 66 | 61 | 60 | 63 | 62 | 58 |
| | Md | 68 | 75 | 74 | 96 | 94 | 87 | 84 | 84 | 84 | 83 | 83 | 81 | 83 | 84 | 86 | 81 | 84 | 80 | 79 | 78 | 79 | 84 | 82 | 83 | 84 | 85 | 81 | 72 | 70 | 67 | 69 | 66 | 62 |
| | Q3 | 76 | 75 | 74 | 97 | 94 | 90 | 89 | 84 | 85 | 86 | 83 | 82 | 85 | 85 | 87 | 84 | 87 | 84 | 85 | 78 | 81 | 84 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 82 | 73 | 73 | 73 | 71 | 63 |
| | A> | 81 | 83 | 76 | 99 | 104 | 91 | 89 | 87 | 87 | 90 | 87 | 84 | 87 | 85 | 88 | 86 | 87 | 87 | 87 | 90 | 87 | 84 | 86 | 87 | 87 | 89 | 88 | 84 | 75 | 79 | 76 | 76 | 78 |
| T1 | A< | 52 | 52 | 56 | 78 | 75 | 78 | 78 | 72 | 72 | 74 | 75 | 75 | 75 | 72 | 73 | 76 | 74 | 74 | 74 | 73 | 72 | 74 | 75 | 72 | 72 | 75 | 73 | 66 | 57 | 56 | 50 | 50 | 50 |
| | Q1 | 52 | 57 | 60 | 88 | 81 | 80 | 78 | 72 | 76 | 74 | 78 | 77 | 78 | 72 | 74 | 76 | 75 | 76 | 78 | 75 | 72 | 75 | 76 | 76 | 75 | 78 | 73 | 66 | 62 | 57 | 54 | 53 | 51 |
| | Md | 58 | 62 | 63 | 93 | 86 | 81 | 82 | 76 | 78 | 78 | 78 | 78 | 79 | 78 | 76 | 77 | 76 | 78 | 80 | 78 | 75 | 75 | 78 | 78 | 80 | 78 | 78 | 66 | 62 | 63 | 54 | 54 | 52 |
| | Q3 | 66 | 72 | 69 | 93 | 96 | 90 | 83 | 80 | 81 | 80 | 81 | 80 | 82 | 80 | 78 | 78 | 77 | 81 | 81 | 79 | 81 | 78 | 78 | 82 | 81 | 81 | 78 | 69 | 63 | 72 | 58 | 54 | 54 |
| | A> | 81 | 81 | 75 | 94 | 96 | 96 | 90 | 90 | 93 | 90 | 89 | 88 | 91 | 88 | 84 | 84 | 82 | 87 | 90 | 90 | 87 | 87 | 87 | 88 | 84 | 89 | 88 | 76 | 72 | 75 | 78 | 70 | 70 |
| T2 | A< | 56 | 54 | 58 | 81 | 77 | 74 | 74 | 69 | 72 | 75 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 68 | 66 | 68 | 70 | 70 | 70 | 66 | 72 | 73 | 67 | 69 | 68 | 56 | 51 | 49 | 50 | 54 | 55 |
| | Q1 | 60 | 59 | 60 | 84 | 78 | 74 | 74 | 75 | 75 | 76 | 72 | 72 | 72 | 72 | 74 | 72 | 72 | 70 | 76 | 70 | 73 | 73 | 74 | 78 | 75 | 70 | 71 | 69 | 64 | 57 | 57 | 57 | 57 |
| | Md | 60 | 60 | 64 | 88 | 79 | 75 | 81 | 76 | 78 | 76 | 76 | 74 | 72 | 74 | 75 | 77 | 75 | 72 | 78 | 72 | 74 | 74 | 75 | 78 | 75 | 72 | 76 | 69 | 65 | 60 | 60 | 58 | 58 |
| | Q3 | 67 | 66 | 69 | 93 | 84 | 82 | 81 | 83 | 78 | 84 | 81 | 80 | 81 | 79 | 77 | 79 | 77 | 78 | 78 | 79 | 79 | 78 | 77 | 79 | 77 | 75 | 78 | 70 | 66 | 65 | 63 | 63 | 65 |
| | A> | 73 | 70 | 75 | 96 | 87 | 84 | 87 | 87 | 83 | 84 | 84 | 83 | 83 | 83 | 84 | 80 | 78 | 78 | 81 | 84 | 79 | 80 | 81 | 84 | 78 | 81 | 78 | 70 | 69 | 66 | 64 | 66 | 69 |

Tabela C13 : Comportamento da frequência cardíaca em batimentos por minuto, em valor absoluto 30 segundos antes, 4 minutos durante e 1 minuto após esforço físico dinâmico, em atletas do sexo masculino, segundo mediana, 1º e 3º quartis e amplitudes maior e menor, na potência de 50 Watts, nas condições controle (C), pós treinamento inespecífico (T1) e pós treinamento específico (T2).

| | | repouso | exercício | | | | | exercício | | | | | exercício | | | | | exercício | | | | | recuperação | | | | |
|----|----|----------|----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------|-----------|--|--|--|--|-----------|--|--|--|--|-----------|--|--|--|--|-------------|--|--|--|--|
| C | A< | 63 60 57 | 84 87 84 87 86 87 | 87 88 83 85 86 85 | 87 84 84 87 90 86 | 88 87 86 84 84 84 | 78 65 60 63 54 61 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | B1 | 63 68 66 | 84 93 91 93 88 89 | 91 90 90 86 90 86 | 89 88 85 90 90 87 | 90 90 86 86 87 86 | 82 69 63 68 65 64 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Md | 68 68 70 | 90 95 96 93 89 90 | 93 90 92 90 90 91 | 89 91 88 90 93 87 | 92 91 90 90 92 88 | 88 75 73 68 70 69 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | B3 | 79 72 77 | 96 99 96 94 92 91 | 95 95 93 90 93 92 | 92 92 93 95 96 90 | 96 99 96 93 95 94 | 92 84 74 68 75 73 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A> | 80 78 79 | 102 101 98 99 99 106 | 104 98 99 97 96 99 | 102 102 99 102 100 100 | 102 106 100 100 100 104 | 93 88 84 78 80 79 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T1 | A< | 51 50 52 | 73 81 81 80 83 84 | 82 87 85 84 83 84 | 84 86 84 81 81 84 | 81 83 78 78 83 78 | 72 62 56 54 54 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | B1 | 54 54 58 | 81 84 84 85 86 85 | 86 87 87 87 85 84 | 86 87 90 87 84 84 | 84 84 82 84 84 85 | 73 66 58 56 54 54 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Md | 60 54 60 | 84 89 89 90 90 87 | 90 90 89 89 88 87 | 90 89 90 90 87 87 | 86 86 88 85 85 87 | 75 68 62 57 55 54 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | B3 | 66 66 65 | 87 90 99 93 96 99 | 96 96 89 90 93 90 | 93 93 90 90 94 92 | 90 90 90 90 90 94 | 78 69 66 64 58 56 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A> | 76 77 77 | 87 93 100 96 99 108 | 108 96 102 102 100 102 | 96 96 96 90 96 99 | 99 96 96 98 90 94 | 96 82 80 84 83 84 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T2 | A< | 50 52 60 | 84 81 84 84 84 84 | 84 84 80 78 78 82 | 83 84 81 81 80 79 | 80 81 83 85 87 86 | 70 62 54 51 48 46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | B1 | 63 54 66 | 90 81 90 90 90 86 | 88 88 86 84 84 87 | 88 87 84 86 88 86 | 88 87 87 87 87 87 | 80 64 60 60 58 56 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Md | 65 60 66 | 91 86 90 93 90 90 | 89 89 88 87 87 88 | 89 87 85 87 88 87 | 89 89 90 89 88 88 | 82 68 62 62 60 59 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | B3 | 66 66 66 | 92 90 90 95 90 93 | 90 90 90 90 89 88 | 89 87 86 87 88 88 | 90 90 93 90 89 88 | 83 72 64 64 62 61 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A> | 66 68 78 | 93 90 90 95 93 96 | 93 91 90 92 90 90 | 90 90 89 90 90 91 | 92 90 93 91 92 91 | 84 75 75 75 77 70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabela C14 : Comportamento da frequência cardíaca em batimentos por minuto, em valor absoluto 30 segundos antes, 4 minutos durante e 1 minuto após esforço físico dinâmico, em atletas do sexo masculino, segundo mediana, 1o e 3o quartis e amplitudes maior e menor, na potência de 100 Watts, nas condições controle (C), pós treinamento inespecífico (T1) e pós treinamento específico (T2).

| | repouso | | exercício | | exercício | | exercício | | recuperação | |
|----|---------|----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--|-------------|--|
| | | | | | | | | | | |
| C | A< | 62 50 59 | 92 90 93 97 95 100 | 99 102 103 101 104 102 | 100 102 108 104 104 104 | 104 104 104 104 107 100 | 92 78 73 63 75 64 | | | |
| | 01 | 68 65 72 | 94 95 96 104 105 104 | 104 104 104 109 105 108 | 109 114 112 111 113 111 | 112 111 112 112 112 107 | 102 92 84 84 83 78 | | | |
| | Md | 69 66 75 | 102 107 104 105 108 105 | 107 109 114 118 113 111 | 112 118 124 119 119 120 | 122 120 118 117 120 124 | 119 104 93 87 90 92 | | | |
| | 03 | 86 84 80 | 102 108 114 120 114 119 | 120 114 118 120 121 123 | 129 126 128 126 126 125 | 127 126 127 126 126 127 | 120 113 108 98 97 98 | | | |
| | A> | 97 88 92 | 108 128 126 138 123 120 | 120 122 123 126 124 130 | 130 130 130 131 131 132 | 130 130 128 129 132 132 | 122 116 109 104 104 104 | | | |
| T1 | A< | 54 55 58 | 86 87 93 96 97 98 | 97 102 102 100 105 102 | 100 102 102 105 104 102 | 101 101 102 100 100 100 | 90 75 63 60 57 55 | | | |
| | 01 | 56 56 62 | 88 97 99 102 99 99 | 105 108 105 102 105 102 | 102 102 103 105 107 106 | 102 106 104 106 105 102 | 90 78 66 62 58 56 | | | |
| | Md | 60 58 63 | 93 99 100 103 105 105 | 108 108 108 108 108 108 | 109 108 111 111 111 110 | 112 111 113 110 112 110 | 102 78 66 63 58 57 | | | |
| | 03 | 61 62 66 | 95 99 102 103 106 106 | 110 108 108 111 111 111 | 110 112 113 112 111 111 | 113 114 114 114 115 114 | 108 86 69 66 60 60 | | | |
| | A> | 78 86 84 | 96 108 102 108 112 114 | 114 111 108 114 113 111 | 111 112 114 115 117 114 | 116 116 114 117 117 117 | 111 108 96 90 90 93 | | | |
| T2 | A< | 56 54 60 | 88 92 88 92 96 96 | 99 99 99 100 102 102 | 101 102 100 102 100 102 | 103 102 100 101 103 102 | 93 70 65 58 54 51 | | | |
| | 01 | 58 58 62 | 93 96 96 99 102 108 | 104 104 106 104 107 105 | 105 106 107 105 105 108 | 108 108 107 108 108 108 | 93 75 72 68 62 58 | | | |
| | Md | 65 62 67 | 94 96 96 103 106 108 | 106 105 107 106 108 106 | 107 107 109 107 107 108 | 109 111 109 110 110 108 | 99 77 72 69 63 60 | | | |
| | 03 | 72 66 72 | 94 96 96 107 109 108 | 108 107 108 108 108 107 | 108 108 111 108 108 108 | 110 114 110 111 111 108 | 104 78 72 70 64 62 | | | |
| | A> | 78 66 72 | 97 102 100 108 111 110 | 109 111 108 110 108 110 | 108 111 112 110 109 114 | 117 117 114 114 112 115 | 111 102 93 81 84 63 | | | |

Tabela C15 : Comportamento da frequência cardíaca em batimentos por minuto, em valor absoluto 30 segundos antes, 4 minutos durante e 1 minuto após esforço físico dinâmico, em atletas do sexo masculino, segundo mediana, 1º e 3º quartis e amplitudes maior e menor, na potência de 150 Watts, nas condições controle (C), pós treinamento inespecífico (T1) e pós treinamento específico (T2).

| | | repouso | | | exercício | | | | | exercício | | | | | exercício | | | | | recuperação | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|---------|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| C | A< | 72 | 64 | 69 | 102 | 106 | 110 | 112 | 114 | 112 | 120 | 116 | 116 | 123 | 126 | 125 | 128 | 125 | 124 | 130 | 126 | 129 | 129 | 131 | 126 | 132 | 131 | 133 | 120 | 110 | 99 | 99 | 125 | |
| | Q1 | 86 | 78 | 78 | 103 | 110 | 119 | 123 | 123 | 123 | 124 | 126 | 130 | 132 | 129 | 130 | 132 | 132 | 132 | 133 | 129 | 132 | 132 | 132 | 130 | 132 | 132 | 133 | 121 | 111 | 110 | 101 | 127 | |
| | Me | 87 | 93 | 87 | 116 | 121 | 121 | 125 | 129 | 132 | 134 | 135 | 141 | 143 | 143 | 143 | 145 | 146 | 147 | 147 | 151 | 154 | 153 | 154 | 150 | 153 | 154 | 155 | 153 | 141 | 124 | 124 | 128 | |
| | Q3 | 88 | 96 | 101 | 120 | 126 | 125 | 132 | 132 | 138 | 138 | 142 | 145 | 150 | 150 | 150 | 155 | 156 | 158 | 159 | 161 | 161 | 158 | 159 | 161 | 162 | 160 | 162 | 156 | 144 | 143 | 132 | 133 | |
| | A> | 104 | 100 | 102 | 122 | 144 | 147 | 144 | 144 | 144 | 144 | 145 | 151 | 150 | 150 | 153 | 156 | 159 | 159 | 160 | 161 | 162 | 160 | 162 | 163 | 162 | 164 | 162 | 158 | 150 | 144 | 138 | 138 | |
| T1 | A< | 56 | 54 | 50 | 85 | 91 | 97 | 103 | 108 | 110 | 112 | 115 | 115 | 119 | 117 | 118 | 120 | 120 | 120 | 119 | 121 | 119 | 117 | 118 | 120 | 120 | 120 | 120 | 108 | 99 | 76 | 70 | 67 | 62 |
| | Q1 | 57 | 57 | 43 | 87 | 108 | 108 | 114 | 114 | 120 | 120 | 123 | 123 | 120 | 120 | 120 | 120 | 121 | 122 | 120 | 124 | 120 | 120 | 120 | 121 | 125 | 126 | 126 | 117 | 100 | 93 | 86 | 72 | 69 |
| | Me | 63 | 60 | 69 | 96 | 112 | 114 | 120 | 120 | 120 | 126 | 128 | 129 | 132 | 132 | 132 | 133 | 132 | 135 | 134 | 135 | 138 | 138 | 138 | 138 | 135 | 135 | 138 | 126 | 105 | 99 | 87 | 73 | 72 |
| | Q3 | 69 | 72 | 72 | 98 | 114 | 120 | 120 | 120 | 126 | 127 | 128 | 129 | 138 | 138 | 135 | 133 | 138 | 137 | 138 | 141 | 141 | 141 | 138 | 138 | 138 | 141 | 140 | 129 | 117 | 101 | 99 | 85 | 90 |
| | A> | 69 | 86 | 90 | 108 | 126 | 126 | 126 | 129 | 129 | 129 | 132 | 132 | 138 | 138 | 136 | 141 | 144 | 146 | 148 | 144 | 150 | 149 | 149 | 147 | 149 | 150 | 148 | 144 | 132 | 126 | 123 | 123 | 120 |
| T2 | A< | 60 | 54 | 58 | 96 | 110 | 108 | 116 | 120 | 122 | 126 | 124 | 126 | 126 | 126 | 128 | 126 | 132 | 130 | 132 | 130 | 132 | 133 | 134 | 130 | 132 | 132 | 132 | 116 | 103 | 87 | 80 | 82 | 66 |
| | Q1 | 63 | 56 | 59 | 96 | 111 | 110 | 117 | 120 | 123 | 126 | 127 | 126 | 126 | 127 | 130 | 129 | 132 | 133 | 134 | 132 | 132 | 136 | 136 | 131 | 133 | 132 | 132 | 120 | 104 | 94 | 87 | 89 | 77 |
| | Me | 66 | 58 | 60 | 96 | 112 | 111 | 117 | 120 | 123 | 126 | 129 | 126 | 126 | 128 | 132 | 132 | 132 | 135 | 135 | 133 | 132 | 138 | 137 | 132 | 133 | 132 | 132 | 123 | 104 | 100 | 93 | 94 | 87 |
| | Q3 | 69 | 67 | 72 | 99 | 114 | 113 | 120 | 121 | 125 | 126 | 129 | 131 | 129 | 130 | 132 | 135 | 135 | 136 | 138 | 137 | 135 | 141 | 140 | 137 | 137 | 138 | 137 | 128 | 111 | 107 | 101 | 102 | 96 |
| | A> | 72 | 75 | 84 | 102 | 115 | 115 | 122 | 121 | 126 | 126 | 129 | 135 | 132 | 132 | 132 | 138 | 138 | 138 | 140 | 140 | 138 | 144 | 143 | 141 | 141 | 144 | 141 | 132 | 117 | 114 | 109 | 108 | 105 |

Tabela C16 : Comportamento da frequência cardíaca (bpm) em valor absoluto, 30 segundos antes, 4 minutos durante e 1 minuto após esforço físico dinâmico, em atletas do sexo masculino, segundo ordenação dos valores em amplitude menor (A<), primeiro quartil (Q1), mediana (Md), terceiro quartil (Q3) e amplitude maior (A>) na potência de 200 Watts (W), nas condições controle (C1), pós treinamento inespecífico (T1) e pós treinamento específico (T2).

181

| | Repouso | | | Exercício 1' | | | | | Exercício 2' | | | | | Exercício 3' | | | | | Exercício 4' | | | | | Recuperação | | | | | | | | | | | |
|----|---------|-----|-----|--------------|-----|-----|-----|-----|--------------|-----|-----|-----|-----|--------------|-----|-----|-----|-----|--------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| C | A< | 77 | 84 | 78 | 117 | 120 | 130 | 133 | 134 | 138 | 144 | 144 | 146 | 146 | 155 | 150 | 156 | 154 | 156 | 158 | 159 | 162 | 160 | 162 | 162 | 166 | 166 | 167 | 156 | 143 | 135 | 132 | 132 | 132 | |
| | Q1 | 99 | 85 | 96 | 120 | 127 | 131 | 139 | 139 | 145 | 147 | 150 | 150 | 154 | 156 | 156 | 159 | 156 | 157 | 159 | 162 | 162 | 162 | 165 | 162 | 168 | 168 | 168 | 158 | 156 | 149 | 141 | 132 | 132 | |
| | Md | 105 | 94 | 101 | 123 | 134 | 140 | 148 | 150 | 153 | 154 | 158 | 159 | 161 | 165 | 165 | 166 | 167 | 165 | 169 | 170 | 171 | 170 | 172 | 171 | 174 | 174 | 174 | 168 | 162 | 156 | 148 | 141 | 138 | |
| | Q3 | 111 | 104 | 106 | 126 | 142 | 150 | 157 | 162 | 162 | 162 | 167 | 169 | 169 | 174 | 174 | 174 | 178 | 174 | 179 | 178 | 180 | 179 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 178 | 169 | 164 | 156 | 150 | 144 | |
| | A> | 120 | 125 | 121 | 138 | 165 | 168 | 168 | 168 | 168 | 168 | 171 | 171 | 174 | 174 | 177 | 177 | 180 | 179 | 180 | 183 | 182 | 181 | 183 | 180 | 183 | 183 | 185 | 180 | 171 | 164 | 156 | 150 | 150 | |
| T1 | A< | 66 | 58 | 58 | 93 | 108 | 112 | 117 | 124 | 128 | 135 | 132 | 134 | 133 | 134 | 141 | 140 | 141 | 141 | 144 | 141 | 135 | 135 | 141 | 141 | 141 | 144 | 147 | 136 | 123 | 117 | 108 | 100 | 96 | |
| | Q1 | 67 | 65 | 69 | 99 | 108 | 113 | 120 | 126 | 128 | 135 | 133 | 136 | 135 | 137 | 142 | 141 | 144 | 143 | 147 | 144 | 142 | 141 | 146 | 145 | 146 | 148 | 150 | 137 | 124 | 119 | 114 | 105 | 100 | |
| | Md | 68 | 72 | 80 | 105 | 108 | 114 | 123 | 129 | 129 | 135 | 135 | 138 | 138 | 141 | 144 | 143 | 147 | 146 | 150 | 148 | 150 | 148 | 151 | 150 | 152 | 153 | 154 | 138 | 126 | 121 | 120 | 111 | 104 | |
| | Q3 | 84 | 85 | 87 | 108 | 120 | 123 | 130 | 138 | 139 | 142 | 142 | 146 | 148 | 148 | 150 | 149 | 154 | 154 | 157 | 156 | 158 | 158 | 159 | 159 | 160 | 160 | 162 | 150 | 138 | 129 | 126 | 118 | 113 | |
| | A> | 100 | 99 | 94 | 111 | 132 | 132 | 138 | 147 | 150 | 150 | 150 | 154 | 158 | 156 | 156 | 156 | 162 | 162 | 165 | 165 | 167 | 168 | 167 | 168 | 169 | 168 | 171 | 162 | 150 | 138 | 132 | 126 | 123 | |
| T2 | A< | 58 | 60 | 66 | 99 | 100 | 103 | 108 | 114 | 114 | 119 | 126 | 123 | 123 | 123 | 128 | 126 | 126 | 126 | 123 | 123 | 126 | 126 | 120 | 123 | 124 | 123 | 123 | 111 | 96 | 90 | 84 | 81 | 73 | |
| | Q1 | 60 | 60 | 66 | 102 | 112 | 112 | 121 | 126 | 129 | 138 | 135 | 138 | 138 | 144 | 144 | 142 | 144 | 145 | 146 | 147 | 147 | 150 | 150 | 150 | 151 | 150 | 152 | 132 | 114 | 114 | 108 | 96 | 84 | |
| | Md | 66 | 66 | 70 | 102 | 120 | 123 | 130 | 133 | 135 | 140 | 140 | 144 | 144 | 145 | 144 | 150 | 150 | 150 | 150 | 147 | 150 | 150 | 150 | 156 | 150 | 152 | 152 | 154 | 144 | 132 | 117 | 112 | 99 | 93 |
| | Q3 | 68 | 69 | 78 | 102 | 122 | 129 | 135 | 135 | 138 | 141 | 147 | 144 | 145 | 146 | 146 | 150 | 150 | 153 | 153 | 150 | 150 | 150 | 156 | 156 | 157 | 159 | 159 | 155 | 150 | 132 | 120 | 119 | 108 | 108 |
| | A> | 75 | 78 | 81 | 106 | 123 | 130 | 135 | 141 | 141 | 147 | 147 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 153 | 155 | 154 | 153 | 156 | 156 | 156 | 159 | 162 | 160 | 163 | 162 | 150 | 138 | 132 | 126 | 123 | |

Tabela C17: Incrementos da frequência cardíaca (bpm) ao exercício físico dinâmico, nos intervalos de 0-10 segundos (s), 1-4 minutos (min), 0-4 min e do término do esforço até o 1º min de recuperação (4 min. esf. - 60 s rec.), em atletas do sexo masculino, nas condições: controle (C), pós treinamento inespecífico (T1) e pós treinamento específico (T2), de acordo com ordenação dos dados em amplitude menor (A<), 1º quartil (Q1), Mediana (Md), 3º quartil (Q3) e amplitude maior (A>).

| | 0-10 s | | | | | 1-4 min | | | | | 0-4 min | | | | | 4 min. esf. - 60 s rec. | | | | |
|--------------|--------|----|----|----|----|---------|----|----|----|----|---------|----|----|----|----|-------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | A< | Q1 | Md | Q3 | A> | A< | Q1 | Md | Q3 | A> | A< | Q1 | Md | Q3 | A> | A< | Q1 | Md | Q3 | A> |
| 25 W | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | 6 | 19 | 20 | 23 | 26 | -5 | -4 | -4 | 3 | 3 | 2 | 4 | 12 | 15 | 18 | -28 | -20 | -18 | -15 | -10 |
| T1 | 14 | 24 | 25 | 27 | 38 | -5 | -3 | 0 | 6 | 8 | 9 | 9 | 12 | 17 | 25 | -28 | -27 | -21 | -19 | -18 |
| T2 | 8 | 26 | 29 | 30 | 32 | -7 | -5 | -2 | 0 | 0 | 5 | 10 | 11 | 14 | 15 | -18 | -15 | -13 | -13 | -9 |
| 50 W | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | 11 | 18 | 18 | 23 | 31 | -7 | -2 | -2 | 1 | 5 | 11 | 21 | 22 | 26 | 27 | -25 | -25 | -24 | -24 | -21 |
| T1 | 7 | 21 | 22 | 23 | 32 | -24 | -5 | 0 | 3 | 7 | 17 | 21 | 26 | 34 | 39 | -38 | -37 | -31 | -30 | -10 |
| T2 | 21 | 27 | 28 | 30 | 30 | -6 | -5 | -1 | 2 | 2 | 21 | 22 | 24 | 26 | 32 | -40 | -32 | -29 | -26 | -21 |
| 100 W | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | 10 | 16 | 25 | 32 | 35 | 7 | 7 | 7 | 13 | 20 | 32 | 43 | 50 | 52 | 57 | -43 | -41 | -40 | -30 | -20 |
| T1 | 5 | 28 | 31 | 34 | 39 | -5 | 3 | 4 | 4 | 15 | 31 | 38 | 44 | 48 | 61 | -60 | -55 | -42 | -34 | -17 |
| T2 | 21 | 27 | 28 | 29 | 37 | 0 | 2 | 4 | 6 | 7 | 38 | 43 | 43 | 43 | 55 | -52 | -51 | -50 | -50 | -50 |
| 150 W | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | 14 | 19 | 22 | 28 | 34 | 10 | 18 | 21 | 23 | 24 | 52 | 53 | 65 | 68 | 75 | -39 | -36 | -34 | -25 | -17 |
| T1 | 16 | 25 | 25 | 32 | 47 | 6 | 9 | 10 | 20 | 22 | 64 | 66 | 67 | 69 | 77 | -71 | -58 | -54 | -48 | -28 |
| T2 | 25 | 30 | 35 | 36 | 38 | 9 | 9 | 10 | 12 | 15 | 64 | 67 | 71 | 72 | 74 | -66 | -55 | -45 | -40 | -36 |
| 200 W | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | 12 | 16 | 20 | 24 | 39 | 17 | 18 | 20 | 22 | 30 | 63 | 74 | 74 | 74 | 87 | -36 | -36 | -36 | -35 | -35 |
| T1 | 13 | 32 | 32 | 32 | 32 | -2 | 18 | 19 | 21 | 26 | 73 | 73 | 74 | 83 | 93 | -51 | -50 | -50 | -45 | -40 |
| T2 | 24 | 31 | 34 | 39 | 42 | 9 | 16 | 18 | 23 | 28 | 55 | 85 | 89 | 90 | 91 | -68 | -61 | -51 | -50 | -40 |

Tabela C18 : Comportamento individual da ventilação pulmonar (\dot{V} =l/min) em repouso e nas diferentes potências em atletas do sexo masculino, nas condições: controle (C), pós treinamento inespecífico (T1) e pós treinamento específico (T2).

| Individuo | Repouso | | | 25 W | | | 50 W | | | 100 W | | | 150 W | | | 200 W | | |
|-----------|---------|----|----|------|----|----|------|----|----|-------|----|----|-------|----|----|-------|-----|-----|
| | C | T1 | T2 | C | T1 | T2 | C | T1 | T2 | C | T1 | T2 | C | T1 | T2 | C | T1 | T2 |
| WRRM | 11 | - | 12 | 20 | - | 20 | 27 | - | 25 | 45 | - | 50 | 60 | - | 60 | 83 | - | 82 |
| JLB | 10 | 12 | 12 | 21 | 24 | 23 | 27 | 31 | 30 | 41 | 48 | 48 | 47 | 66 | 69 | 83 | 93 | 84 |
| HGD | 12 | 10 | 8 | 18 | 15 | 18 | 26 | 20 | 24 | 43 | 37 | 31 | 64 | 48 | 49 | 99 | - | 62 |
| WDS | 12 | 14 | 13 | 22 | 24 | 22 | 28 | 29 | 28 | 40 | 44 | 39 | 50 | 60 | 55 | 78 | 84 | 78 |
| KN | 14 | 8 | 19 | 22 | 29 | 23 | 31 | 36 | 37 | 50 | 59 | 47 | 77 | 84 | 73 | - | 120 | 100 |

| Individuo | 225 W | | | 250 W | | | 275 W | | | 300 W | | | 325 W | | | 350 W | | |
|-----------|-------|----|----|-------|-----|-----|-------|-----|-----|-------|-----|----|-------|----|----|-------|-----|----|
| | C | T1 | T2 | C | T1 | T2 | C | T1 | T2 | C | T1 | T2 | C | T1 | T2 | C | T1 | T2 |
| WRRM | - | - | - | 125 | - | 113 | - | - | 159 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| JLB | 132 | - | - | 134 | - | - | - | - | - | 191 | 176 | - | 226 | - | - | - | - | - |
| HGD | 151 | - | - | - | 104 | 127 | - | 138 | - | 147 | 161 | - | - | - | - | - | - | - |
| WDS | - | - | - | 99 | - | 110 | 133 | - | 146 | - | 144 | - | - | - | - | - | 186 | - |
| KN | 148 | - | - | - | - | 181 | - | 184 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Tabela C19 : Comportamento da ventilação pulmonar (\dot{V} =l/min) em repouso e nas potências de 25, 50, 100, 150 e 200 "Watts" (W), em atletas do sexo masculino, condições: controle (C), pós treinamento inespecífico (T1) e pós treinamento específico (T2) de acordo com ordenação dos dados em amplitude menor (A<), 1º quartil (Q1), Mediana (Md), 3º quartil (Q3), amplitude maior (A>).

| | Repouso | | | 25 W | | | 50 W | | | 100 W | | | 150 W | | | 200 W | | |
|----|---------|----|----|------|----|----|------|----|----|-------|----|----|-------|----|----|-------|-----|-----|
| | C | T1 | T2 | C | T1 | T2 | C | T1 | T2 | C | T1 | T2 | C | T1 | T2 | C | T1 | T2 |
| A< | 10 | 8 | 8 | 18 | 15 | 18 | 26 | 20 | 24 | 40 | 37 | 31 | 47 | 48 | 49 | 78 | 84 | 62 |
| Q1 | 11 | 10 | 12 | 20 | 24 | 20 | 27 | 29 | 25 | 41 | 44 | 39 | 50 | 60 | 55 | 83 | 88 | 96 |
| Md | 12 | 11 | 12 | 21 | 24 | 22 | 27 | 30 | 28 | 43 | 46 | 43 | 60 | 63 | 60 | 83 | 93 | 82 |
| Q3 | 12 | 12 | 13 | 22 | 24 | 23 | 28 | 31 | 30 | 45 | 48 | 47 | 64 | 66 | 69 | 83 | 106 | 84 |
| A> | 14 | 14 | 19 | 22 | 29 | 23 | 31 | 36 | 37 | 50 | 59 | 48 | 77 | 84 | 73 | 99 | 120 | 100 |

Tabela C20 : Variação da Frequência Respiratória em ciclos/minuto no repouso (R) e final (Fm) de cada potência, em atletas do sexo masculino nas condições: controle (C), pós treinamento inespecífico (T1) e pós treinamento específico (T2) de acordo com a ordenação de valores em: amplitude menor (A<), 1º quartil (Q1), Mediana (Md), 3º quartil (Q3) e amplitude maior (A>).

| | | 25 W | 50 W | 100 W | 150 W | 200 W | | | | | |
|-----------|----|------|------|-------|-------|-------|-----|----|----|----|----|
| | | R | Fin | R | Fin | R | Fin | | | | |
| C | A< | 12 | 14 | 14 | 18 | 7 | 23 | 11 | 22 | 16 | 28 |
| | Q1 | 14 | 18 | 17 | 21 | 18 | 27 | 17 | 28 | 16 | 39 |
| | Md | 15 | 23 | 18 | 23 | 18 | 28 | 19 | 28 | 16 | 40 |
| | Q3 | 18 | 24 | 20 | 25 | 18 | 30 | 22 | 30 | 17 | 42 |
| | A> | 26 | 24 | 24 | 28 | 26 | 36 | 26 | 43 | 24 | 44 |
| T1 | A< | 9 | 7 | 6 | 7 | 13 | 15 | 13 | 18 | 14 | 25 |
| | Q1 | 11 | 16 | 13 | 18 | 14 | 18 | 14 | 20 | 16 | 33 |
| | Md | 14 | 20 | 14 | 20 | 14 | 26 | 14 | 30 | 18 | 41 |
| | Q3 | 18 | 26 | 16 | 22 | 15 | 27 | 15 | 33 | 20 | 42 |
| | A> | 19 | 29 | 24 | 26 | 22 | 35 | 16 | 36 | 22 | 43 |
| T2 | A< | 11 | 14 | 13 | 16 | 11 | 10 | 11 | 14 | 10 | 19 |
| | Q1 | 12 | 15 | 14 | 18 | 15 | 19 | 12 | 20 | 11 | 25 |
| | Md | 14 | 19 | 15 | 19 | 16 | 23 | 14 | 27 | 14 | 31 |
| | Q3 | 18 | 22 | 15 | 21 | 16 | 27 | 15 | 29 | 16 | 37 |
| | A> | 18 | 24 | 17 | 28 | 21 | 28 | 17 | 31 | 17 | 43 |