

FELIPE AUGUSTO BENVENUTTI

**BENEFÍCIOS FISIOLÓGICOS CAUSADOS PELOS EXERCÍCIOS AERÓBICOS
EM GERAL E PELOS EXERCÍCIOS ANAERÓBICOS NA MUSCULAÇÃO**

**Monografia apresentada à Disciplina Seminário de
Monografia como requisito parcial para conclusão
do curso de Licenciatura em Educação Física, do
Departamento de Educação, Setor de Ciências
Biológicas, da Universidade Federal do Paraná.**

ORIENTADORA: MARIA GISELE DOS SANTOS

Agradeço a DEUS principalmente, a minha futura esposa Cristiane. E também a minha família que sempre me apoiou e fez de mim a pessoa que sou hoje...

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	V
LISTA DE TABELAS.....	VI
RESUMO.....	VII
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 PROBLEMA.....	2
1.2 OBJETIVO GERAL.....	2
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 SISTEMAS ENERGÉTICOS PREDOMINANTES.....	4
2.1.1 NO SISTEMA AERÓBICO.....	4
Fontes energéticas.....	4
2.1.2 NO SISTEMA ANAERÓBICO.....	6
Fontes energéticas.....	6
Ácido láctico.....	8
2.2 NÍVEIS DE TRIGLICERÍDEOS E COLESTEROL.....	8
2.2.1 EM RESPOSTA AOS EXERCÍCIOS AERÓBICOS.....	8
2.2.2 EM RESPOSTA AOS EXERCÍCIOS ANAERÓBICOS.....	9
2.3 BENEFÍCIOS FISIOLÓGICOS PARA O SISTEMA CARDIO-CIRCULATORIO.....	10
2.3.1 CAUSADOS PELOS EXERCÍCIOS AERÓBICOS.....	10
Peso e o volume do coração.....	10
Débito cardíaco.....	11
Pressão arterial.....	12
Volume de ejeção ou volume sistólico.....	13
Frequência-cardíaca.....	14
2.3.2 CAUSADOS PELOS EXERCÍCIOS ANAERÓBICOS.....	15
Peso e volume do coração.....	15
Pressão arterial.....	16
Frequência-cardíaca.....	17
Débito cardíaco.....	18
2.4 BENEFÍCIOS FISIOLÓGICOS PARA O SISTEMA RESPIRATÓRIO.....	19
2.4.1 CAUSADOS PELOS EXERCÍCIOS AERÓBICOS.....	19
Eficiência respiratória.....	19
Volume pulmonar.....	20
Ventilação máxima.....	21
Volume residual.....	21
Volume corrente.....	22
Volume inspiratório.....	23
Volume expiratório.....	23
Capacidade vital.....	23
Mitocôndrias.....	24
Consumo máximo de oxigênio (VO ₂ max).....	27
2.4.2 CAUSADOS PELOS EXERCÍCIOS ANAERÓBICOS.....	29

VO2Máx.....	29
2.5 BENEFÍCIOS FISIOLÓGICOS PARA O SISTEMA ENDÓCRINO	30
2.5.1 CAUSADOS PELOS EXERCÍCIOS AERÓBICOS	30
Insulina.....	30
Glucagon	31
Hormônio do crescimento (GH).....	32
Córtex adrenal	32
Hormônios tireóideos.....	33
ACTH.....	33
ADH.....	34
2.5.2 CAUSADOS PELOS EXERCÍCIOS ANAERÓBICOS	34
Testosterona e hormônio do crescimento	35
2.6 EFEITOS FISIOLÓGICOS NO SISTEMA NERVOSO	36
2.6.1 CAUSADOS PELOS EXERCÍCIOS AERÓBICOS	36
Frequência cardíaca	36
2.6.2 CAUSADOS PELOS EXERCÍCIOS ANAERÓBICOS	38
Massa muscular	38
Motoneurônios.....	38
2.7 BENEFÍCIOS FISIOLÓGICOS PARA O SISTEMA MUSCULO –ESQUELÉTICO	40
2.7.1 CAUSADOS PELOS EXERCÍCIOS AERÓBICOS	40
Composição corporal	40
Irrigação sanguínea dos músculos	41
2.7.2 CAUSADOS PELOS EXERCÍCIOS ANAERÓBICOS	42
Composição corporal	42
Frequência cardíaca	45
3 DISCUSSÃO	46
4 CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - MODELO HIPOTÉTICO PARA A ADAPTAÇÃO A UM TREINAMENTO DE RESISTÊNCIA AERÓBICA.....	26
--	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – FORNECIMENTO DE ENERGIA DE ACORDO COM A FUNÇÃO DA MUSCULATURA ESTRIADA.....	5
TABELA 2 – PRINCIPAIS MÚSCULOS RESPIRATÓRIOS UTILIZADOS DURANTE O REPOUSO E O EXERCÍCIO.....	20

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo verificar as melhoras ocorridas a níveis fisiológicos, decorrentes dos exercícios aeróbicos em geral e dos exercícios anaeróbicos na musculação. Foram analisados os seguintes sistemas: o cardio-circulatório, o respiratório, o endócrino, o nervoso e o músculo-esquelético. Observou-se que os exercícios aeróbicos ocasionam adaptações relevantes principalmente aos sistemas cárdio-circulatório e respiratório; enquanto os exercícios anaeróbicos melhoram, consideravelmente as funções fisiológicas do sistema músculo-esquelético. Esta pesquisa, também pode trazer como resultado positivo dos exercícios aeróbicos, uma melhora da pressão arterial, principalmente a sistólica em repouso e no exercício, e uma redução do percentual de gordura, visto que os exercícios aeróbicos de longa duração conseguem catabolizar os ácidos graxos livres do organismo. Especificamente, os exercícios anaeróbicos causam adaptações positivas à nível muscular, ósseo e articular, uma vez que ajudam a corrigir problemas articulares ou em último caso minimizá-los, principalmente se o exercício anaeróbico, for do tipo musculação, onde são utilizadas sobrecargas, as quais farão com que haja um aumento da massa muscular e também da massa óssea, prevenindo as doenças ósteo-articulares, como por exemplo a osteoporose.

1 INTRODUÇÃO

Na presente pesquisa bibliográfica, será abordada a questão fisiológica do exercício. Uma área fascinante, que pode trazer várias informações para o entendimento dos benefícios que a atividade física traz ao ser humano.

Especificamente, este trabalho levará aos profissionais de Educação Física e aos da área de saúde, uma análise sobre os exercícios aeróbicos e anaeróbicos, bem como as suas adaptações fisiológicas.

O mesmo trabalho apresenta uma divisão dos sistemas de funcionamento do corpo, onde será dada ênfase para os sistemas cardíaco - circulatório e respiratório, nos exercícios aeróbicos em geral, e no caso dos chamados exercícios anaeróbicos na musculação, o sistema músculo - esquelético é o que será abordado com mais ímpeto. Também serão estudados os sistemas endócrino e nervoso.

O estudo tentará passar o maior número de informações sobre estes dois tipos de exercícios, procurando passar o que há de melhor em cada, isto, levando em consideração a adaptação fisiológica ao exercício.

Sabendo destes benefícios, os leitores poderão usufruir deste conhecimento científico na área da fisiologia do exercício, e poderão ter melhores condições de por em prática estes conceitos em suas atividades profissionais. Contribuindo para um melhor esclarecimento também, sobre estes dois tipos de atividade física.

1.1 PROBLEMA

Atualmente está cada vez mais comum estudar os exercícios anaeróbicos e aeróbicos no âmbito da Educação Física, justamente pelos benefícios que estes trazem aos seres humanos.

Os dois exercícios são considerados por vários autores como grandes modificadores da composição corporal, e também são muito utilizados por programas de emagrecimento, fortalecimento muscular e pelos demais programas de exercícios físicos, sendo indicados e promovidos pelos atletas em geral.

Sabendo desta importância, esta pesquisa bibliográfica enfatizará justamente o estudo destes dois exercícios físicos, tentando responder a seguinte pergunta:

- Quais são os efeitos fisiológicos, que acontecem em decorrência dos exercícios aeróbicos (em geral) e anaeróbicos (musculação) nos indivíduos que as praticam?

1.2 OBJETIVO GERAL

Estudar os efeitos fisiológicos dos exercícios aeróbicos (em geral) e anaeróbicos (na musculação).

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar os efeitos fisiológicos no Sistema Córdio-Circulatório
- Estudar os efeitos fisiológicos no Sistema Respiratório
- Estudar os efeitos fisiológicos no Sistema Endócrino
- Estudar os efeitos fisiológicos no Sistema Nervoso
- Estudar os efeitos fisiológicos no Sistema Músculo-Esquelético

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SISTEMAS ENERGÉTICOS PREDOMINANTES

2.1.1 NO SISTEMA AERÓBICO

- Fontes energéticas

Em relação à utilização de energia durante o treinamento aeróbico, Counsilman (1975) apud TUBINO (1993), relata que há uma melhor utilização do ATP, isto o comparando com o treinamento anaeróbico, pois a glicose gera muito mais energia por molécula/grama utilizando o oxigênio.

VILLIGER et al (1995) coloca que através do exercício aeróbico, o organismo utiliza uma fonte energética na qual é necessária a oxidação dos substratos (hidratos de carbono, gorduras e proteínas) para transformar em energia, no caso aeróbica. Para melhor ilustrar a questão das fontes energéticas, é necessária a observação da tabela 1.

Para o mesmo autor, com o aumento da atividade das enzimas responsáveis pela mobilização das gorduras, o músculo treinado-aerobicamente será capaz de armazenar, mobilizar e oxidar maiores quantidades de gordura. Por causa disto, a pessoa treinada nestas condições, produzirá mais energia mediante a decomposição de ácidos graxos livres, numa solicitação submáxima de exercício.

TABELA 1 – FORNECIMENTO DE ENERGIA DE ACORDO COM A FUNÇÃO DA MUSCULATURA ESTRIADA

Modo de Ação	Tensão em Percentual de contração máxima			
Estático	-15%	15-30%	30-50%	>50%
Dinâmico	-30%	30-50%	50-70%	>70%
Fontes Energéticas	Aeróbicas Anaeróbicas	Aeróbicas Dominante	Anaeróbicas Dominante	

Fonte: (segundo ZINTL), citada por VILLIGER et al (1995).

SHARKEY (1998) comenta que há um aumento na concentração de enzimas aeróbicas, que são proteínas que fazem reações metabólicas, ajudando a quebrar o carboidrato e a gordura para que estes sejam utilizados pelos músculos como energia na forma de ATP.

De acordo com McARDLE et al (1998), as fontes energéticas mais utilizadas nos exercícios aeróbicos, podem ser as gorduras.

FLECK & KRAEMER (1999) colocam que os exercícios aeróbicos utilizam o oxigênio para a produção energética. E este sistema, também chamado de fosforilação oxidativa, pode metabolizar carboidratos (açúcar) e gorduras.

Segundo os mesmos autores durante períodos prolongados de exercício, no caso o aeróbico, cerca de 10% do ATP necessário pode ser obtido da metabolização da proteína. E durante o exercício físico aeróbico máximo, o metabolismo utiliza quase 100% dos carboidratos, se estes forem suficientes.

WEINECK (1999), afirma que há um aumento de 300% (valor numérico) para o número de partículas lipídicas neutras nas fibras ST por causa do treinamento de resistência aeróbica.

Para WEINECK (1999), FLECK & KRAEMER (1999) e BARROS (2002), o treinamento de resistência acarreta num aumento dos reservatórios energéticos, o que pode ser chamado de supercompensação, esta supercompensação pode ser originada devido ao esvaziamento e a recarga constante destes reservatórios. Vale destacar, que o mesmo considera estes efeitos fisiológicos, de grande importância para pessoas que treinam regularmente o desenvolvimento da resistência aeróbica, portanto devem ser considerados, como fundamentais para pessoas que necessitem perder peso de gordura.

De acordo com os mesmos, um treinamento aeróbico faz com que exista uma grande participação de enzimas oxidativas ou aeróbicas e aumenta a velocidade da reação. Com isso, também haverá uma melhoria no fornecimento de energia e um aumento da resistência contra o cansaço.

BARROS (2002) relata que, andar, pedalar, correr e dançar à velocidades moderadas são exemplos de atividade aeróbicas, sendo que as mesmas são aeróbicas, pois utilizam fundamentalmente o oxigênio como fonte energética.

2.1.2 NO SISTEMA ANAERÓBICO

- Fontes energéticas

De acordo com FOX (1991), TUBINO (1993), VILLIGER et al (1995), POWERS & HOWLEY (2000) e ROBERGS & ROBERTS (2001), existem dois

sistemas energéticos utilizados em exercícios anaeróbicos, estes são: (1) o sistema dos fosfagênios (ATP-PC); e (2) a glicólise anaeróbica.

De acordo com FOX (1991) há uma maior capacidade do músculo em oxidar glicogênio e um aumento no volume de glicogênio, armazenado no músculo após o treinamento anaeróbico. Esta maior oxidação fará o músculo esquelético aumentar a sua capacidade para desintegrar o glicogênio na falta de oxigênio, produzindo ATP, e com isso o músculo terá sua capacidade anaeróbica de produção de energia melhorada.

O mesmo autor salienta que maiores capacidades da glicólise anaeróbicas foram observadas com o treinamento com pesos. Já esta modificação é explicada pela maior utilização de energia ou ATP derivada do sistema do ácido láctico, que conseqüentemente terá uma maior capacidade glicolítica após o treinamento anaeróbico e mostrado pela "habilidade" de acumular quantidades muito maiores de ácido láctico sanguíneo após um treinamento altamente anaeróbico.

Segundo TUBINO (1993), nos processos de utilização energética em jovens praticantes de atletismo, mais especificamente na prova de 100 metros rasos, foram verificados os seguintes valores no tempo máximo de 14,2 segundos: 64% da energia utilizada foram responsáveis pelo processo glicolítico, 21% das reações foram feitas pela PC, e o processo aeróbico chegou a 15%. Com isso, para o mesmo autor, uma maior parte da energia utilizada nos 100 metros rasos foi feita por processos anaeróbicos.

Concordando com VILLIGER et al (1995), POWERS & HOWLEY (2000) e ROBERGS & ROBERTS (2001), no caso do exercício ser do tipo anaeróbico, o

fornecimento de energia dispensa o uso do oxigênio, resultando do uso da glicólise anaeróbica e da decomposição dos fosfatos ricos em energia.

- Ácido láctico

Para FOX (1991), SHARKEY (1998), MAUGHAN et al (2000) e WILMORE & COSTILL (2001), os exercícios anaeróbicos são importantes ao ser humano, pois os mesmos acreditam que estes melhoram os músculos para suportarem altos níveis de acidose láctica no sangue. Os mesmos autores denotam que esta acidose seria prejudicial à performance atlética. Os exercícios Anaeróbicos, segundo MAUGHAN et al (2000), geram um acúmulo de ácido láctico sanguíneo, principalmente em exercícios de força.

2.2 NÍVEIS DE TRIGLICERÍDEOS E COLESTEROL

2.2.1 EM RESPOSTA AOS EXERCÍCIOS AERÓBICOS

FOX (1991), HOUSTON (2001) relatam que há uma evidente melhora na diminuição dos triglicerídeos, como forma de adaptação fisiológica aos exercícios de resistência aeróbica.

Para este tipo de exercício, VILLIGER et al (1995) coloca que haverá uma diminuição dos níveis de triglicerídeos, e também do colesterol do tipo LDL. Isto

ocorrerá de uma forma natural de resposta fisiológica, pois o LDL diminuirá em virtude da utilização do HDL, para metabolizá-lo.

Uma evidente melhora para SANTAREM (1998), é a diminuição tanto do colesterol-LDL, quanto dos triglicerídeos, em resposta aos exercícios de resistência aeróbica, diminuindo, portanto, a quantidade de gordura nas artérias.

WILMORE & COSTILL (2001), também descrevem uma possível melhora causada pelos exercícios aeróbicos, praticados regularmente é a diminuição das taxas de triglicerídeos e do colesterol-HDL, pois, para os mesmos, se estas taxas estiverem altas, prejudicaram as funções do sistema cardiovascular, em sua irrigação sangüínea.

2.2.2 EM RESPOSTA AOS EXERCÍCIOS ANAERÓBICOS

FOX (1991), VILLIGER et al (1995) e SANTAREM (1998), relatam que as adaptações do ser humano aos exercícios anaeróbicos são uma diminuição dos níveis de triglicerídeos, porém não tão evidentes quanto às melhoras promovidas pelo sistema aeróbico de energia. Esta diminuição está relacionada com o aumento da massa muscular, que aumentará o gasto calórico total, e a menor quantidade de gordura nos vasos sangüíneos, o que faz o organismo ter uma melhor hemodinâmica dentro destes vasos.

Para FLECK & KRAEMER (1999), os exercícios anaeróbicos farão a diminuição dos triglicerídeos, porém não da mesma forma que os de cunho aeróbico,

justamente porque os exercícios aeróbicos conseguem catabolizar mais gordura durante o exercício.

WILMORE & COSTILL (2001) citam em sua obra a diminuição das taxas de triglicerídeos, como modificações vantajosas às pessoas que praticam atividades anaeróbicas regularmente.

Segundo HOUSTON (2001) haverá uma diminuição dos triglicerídeos através de exercícios anaeróbicos, e também os níveis de LDL – colesterol podem diminuir, enquanto o HDL tende a aumentar. Este HDL, em maior quantidade, faz com que diminua o LDL, pois segundo o mesmo autor, o chamado colesterol bom pode diminuir o LDL, como resposta aos exercícios anaeróbicos.

2.3 BENEFÍCIOS FISIOLÓGICOS PARA O SISTEMA CARDIO-CIRCULATÓRIO

2.3.1 CAUSADOS PELOS EXERCÍCIOS AERÓBICOS

- Peso e volume do coração

Para FOX (1991), TUBINO (1993), VILLIGER et al (1995), McARDLE et al (1998), MAUGHAN et al (2000), POWERS & HOWLEY (2000) e WILMORE & COSTILL (2001) o treinamento aeróbico acarreta num maior volume do coração, o que conseqüentemente aumentará o seu peso, devido à hipertrofia cardíaca, onde o miocárdio (parte muscular do coração) é aumentado. E segundo os mesmos autores,

todas estas modificações propiciarão uma circulação sanguínea mais eficiente, tanto à nível arterial quanto venoso.

Sobre esta hipertrofia, para McARDLE et al (1998) há um ligeiro aumento cardíaco, com os exercícios aeróbicos, sendo que essa adaptação se caracteriza pelo aumento da cavidade ventricular esquerda e um espaçamento moderado de suas paredes. Para o mesmo, em decorrência do destreinamento, há uma redução desta hipertrofia. Segundo os mesmos autores, durante algum tempo, a hipertrofia cardíaca ou coração de atleta, era considerada como um estado patológico, mas felizmente hoje se sabe que esta hipertrofia do miocárdio é uma adaptação normal e saudável em resposta ao treinamento de endurance.

HOUSTON (2001) analisa a melhora das cavidades cardíacas, como o aumento do peso e volume do coração sendo uma adaptação cardiovascular essencial para os exercícios chamados aeróbicos.

- Débito cardíaco

FOX (1991) comenta que há um maior débito cardíaco máximo em atletas de endurance altamente treinados, como o mesmo já esperava. Por tanto, é afirmável que com o treinamento aeróbico haverá uma melhora neste débito cardíaco, melhorando a hemodinâmica dos vasos.

Para VILLIGER et al (1995), um indivíduo treinado aeróbicamente durante 8 semanas, aumentará sensivelmente o volume de seu ventrículo esquerdo, isto em comparação com um indivíduo treinado anaeróbicamente, acarretando num maior

débito cardíaco, pois o coração, conseguirá ejetar mais sangue. Esta ejeção será mais aprofundada nos tópicos subseqüentes.

McARDLE et al (1998) demonstra que há um aumento do débito cardíaco em atletas campeões de endurance, estes comparados com atletas bem treinados aeróbicamente e (ou) pessoas que não praticavam nenhum tipo de atividade física.

Segundo MAUGHAN et al (2000), os exercícios aeróbicos promovem, além da hipertrofia miocárdica, um maior débito cardíaco, ou seja, uma maior quantidade de sangue será ejetada pelo ventrículo esquerdo, em uma menor quantidade de tempo, pois o coração será mais eficiente e economizará batimentos, concordando com o autor.

WILMORE & COSTILL (2001) relata que nas pessoas que se submeterem a exercícios aeróbicos regulares ocorrerá um maior débito cardíaco e isto melhorará o sistema cardiovascular. Por isso, os exercícios de resistência aeróbica devem ser utilizados para que os indivíduos tenham uma melhor circulação sanguínea.

HOUSTON (2001) cita que o aumento do débito cardíaco como fator resultante da hipertrofia miocárdica e do aumento do volume sistólico.

- Pressão arterial

OSIECKI (2001) classifica as atividades de cunho aeróbico como importantes meios modificadores das funções cardio-circulatórias e metabólica geral, e realizando esta atividade aeróbica com regularidade, pode-se diminuir o risco a doenças cardiovasculares e também diminuir a pressão arterial, tanto sistólica quanto diastólica.

De acordo com OSIECKI (2001), em análise dos efeitos do exercício e treinamento em homens e mulheres idosos com hipertensão essencial, destaca-se que parece ser o treinamento aeróbico um fator importantíssimo para a queda da pressão arterial sistólica e diastólica em indivíduos acima de sessenta anos.

FOX (1991), POLLOCK (1993), VILLIGER et al (1995), MCARDLE et al (1998), POWERS & HOWLEY (2000), WILMORE & COSTILL (2001), ROBERGS & ROBERTS (2001) e HOUSTON (2001) afirmam que em virtude da utilização dos exercícios aeróbicos, pode ocorrer uma diminuição da pressão arterial em repouso. E também segundo estes autores, os indivíduos com hipertensão arterial, mostram reduções significativas tanto na pressão sistólica, quanto na diastólica, sendo mais evidente a diminuição da pressão arterial sistólica. Com isso, melhorando contundentemente o fluxo sanguíneo do indivíduo.

- Volume de ejeção ou volume sistólico

O volume de ejeção aumenta com os exercícios de resistência aeróbica, tanto no exercício, quanto em repouso, segundo (FOX 1991).

Para POLLOCK (1993), em virtude do treinamento aeróbico constante haverá uma maior demanda sanguínea, principalmente pelo aumento do volume sistólico que estes exercícios promovem.

Em relação a este tópico, VILLIGER et al (1995) descrevem as melhorias adaptativas do sistema cardio-circulatório, principalmente no que diz respeito a um maior volume sistólico, ou de ejeção, tanto em repouso quanto em esforço físico.

MCARDLE et al (1998), HOUSTON (2001) e WILMORE & COSTILL (2001) denotam, que há um aumento de ejeção do coração em repouso e na atividade física, no caso dos exercícios aeróbicos. Uma possível resposta para este aumento é a maior contratibilidade ventricular e o aumento do volume muscular citado anteriormente.

Conforme o aumento do volume de ejeção POWERS & HOWLEY também concordam com esse efeito após o exercício aeróbico.

- Freqüência cardíaca

FOX (1991) descreve que o exercício aeróbico provoca uma diminuição da freqüência cardíaca, pois o coração, em virtude de seu aumento muscular, conseguirá suprir o organismo com menos batimentos, numa mesma quantidade de sangue.

Para VILLIGER et al (1995), devido a um maior volume sistólico de ejeção do sangue, haverá uma melhor adaptação do trabalho miocárdico durante o exercício submáximo, diminuindo os batimentos cardíacos neste estágio de esforço e também em repouso. O que caracteriza uma importante economia nos batimentos cardíacos em repouso.

Segundo McARDLE et al (1998), em decorrência do exercício aeróbico há uma diminuição da freqüência cardíaca tanto no exercício aeróbico quanto em repouso. No entanto, POWERS & HOWLEY (2000), também observaram que a freqüência cardíaca de repouso sofre uma diminuição, como adaptação cardio-circulatória aos exercícios aeróbicos. Esta diminuição é mais evidente em pessoas destreinadas, quando se submetem á estes exercícios freqüentemente.

Em acordo com MAUGHAN et al (2000), a frequência cardíaca é uma das principais variáveis que sofreram mudanças provocadas pelos exercícios aeróbicos, pois a mesma é diminuída, em repouso. Isto porque os exercícios aeróbicos aumentarão os calibres dos vasos sanguíneos, e melhorarão o suprimento circulatório para os órgãos e as demais regiões do corpo.

WILMORE & COSTILL (2001), também estudaram os efeitos fisiológicos dos exercícios de endurance na frequência cardíaca e observaram que há uma diminuição da frequência cardíaca de repouso e também na mesma taxa de trabalho absoluta nas pessoas que são submetidas aos treinos aeróbicos, comparando-os com pessoas não-treinadas.

2.3.2 CAUSADOS PELOS EXERCÍCIOS ANAERÓBICOS

- Peso e volume do coração

Segundo POLLOCK (1993) e DANTAS (1998), os exercícios anaeróbicos provocam uma série de mudanças fisiológicas nos indivíduos que os praticam, onde o peso e o volume do coração aumentam significativamente.

Para McARDLE et al (1998) e SHARKEY (1998) ocorrerá um aumento da massa muscular do coração com o treinamento anaeróbico constante.

FLECK & KRAEMER (1999), WILMORE & COSTILL (2001) e BOMPA (2002) consideram uma das maiores adaptações cardio-circulatórias ao exercício

anaeróbico, o aumento da massa muscular do coração, o deixando mais eficiente em suas contrações.

- Pressão arterial

Outro efeito fisiológico que é melhorado, através dos exercícios anaeróbicos é a pressão arterial, pois segundo FOX (1991) e SANTAREM (1998), a pressão arterial de repouso de pessoas treinadas com pesos tende a redução.

Conforme POLLOCK (1993), VILLIGER et al (1995), ocorre uma diminuição da pressão arterial de repouso, provocada pelos exercícios anaeróbicos. Os mesmos descrevem que esta diminuição é significativa, porém não tanto quanto à diminuição ocasionada pelos exercícios aeróbicos.

FLECK & KRAEMER (1999), também colocam que, em virtude do treinamento anaeróbico, especificamente de força, haverá uma diminuição da pressão arterial de repouso. Por isso, os autores, acreditam que estes tipos de atividade física devem ser levados em consideração, na prescrição de exercícios, porém, no caso de pessoas hipertensas, a apnéia deve ser evitada ao máximo. Devida esta causar uma elevação abrupta da pressão arterial e da frequência cardíaca e respiratória.

Segundo ROBERGS & ROBERTS (2001), há uma considerável diminuição da pressão arterial de repouso, com os exercícios anaeróbicos.

Para WILMORE & COSTILL (2001), há uma redução na pressão arterial de repouso, em resposta ao treinamento de força (quase puramente anaeróbico). Essas alterações parecem depender destas características: (1) volume de treinamento; (2)

intensidade de treinamento; (3) duração do treinamento; (4) duração dos períodos de repouso entre as séries e (5) da quantidade de massa muscular utilizada.

- **Frequência cardíaca**

Conforme POLLOCK (1993), há uma diminuição da frequência cardíaca de repouso, como adaptação circulatória aos exercícios resistidos, ou com peso.

VILLIGER et al (1995) relatam que com os exercícios anaeróbicos, os batimentos cardíacos sofrem uma redução, principalmente em repouso, sendo que são vistos com mais regularidade em pessoas sedentárias que começam a fazer este tipo de atividade física. Para os mesmos, ocorrerá também, uma diminuição da frequência cardíaca, no caso dos exercícios submáximos anaeróbicos.

McARDLE et al (1998), FLECK & KRAEMER (1999), ROBERGS & ROBERTS (2001) e WILMORE & COSTILL (2001) relatam que, provavelmente haja uma bradicardia de repouso, em resposta aos treinamentos anaeróbicos, e também em esforço submáximo. E segundo os mesmos a frequência cardíaca geralmente aumenta mais em pessoas destreinadas, em comparação com indivíduos que praticam exercícios anaeróbicos.

- Débito cardíaco

VILLIGER et al (1995) citam que os exercícios anaeróbicos fazem com que haja a necessidade do organismo ter um maior débito cardíaco, pois haverá um maior volume sistólico, e uma maior demanda sangüínea.

DANTAS (1998) coloca que haverá um maior débito cardíaco total, em resposta ao treinamento anaeróbico, feito regularmente. O mesmo autor, também nos lembra a importância deste fato, devido este ser um dos fatores da diminuição da pressão arterial, principalmente a sistólica, já comentada anteriormente.

Para McARDLE et al (1998), a função cardiovascular que tem a principal melhora, é o aumento do débito cardíaco, em decorrência do treinamento anaeróbico. Isto é causado, devido á um maior volume de ejeção do coração, e o mesmo causará uma ligeira diminuição da frequência cardíaca máxima.

SHARKEY (1998), FLECK & KRAEMER (1999), e WILMORE & COSTILL (2001) citam também um maior débito cardíaco, em resposta cardio-circulatória aos exercícios anaeróbicos, principalmente nos exercícios de força, que podem ser considerados quase totalmente anaeróbicos.

2.4 BENEFÍCIOS FISIOLÓGICOS PARA O SISTEMA RESPIRATÓRIO

2.4.1 CAUSADOS PELOS EXERCÍCIOS AERÓBICOS

- Eficiência respiratória

Há, segundo FOX (1991), uma maior eficiência ventilatória (ou respiratória), com o treinamento de endurance. Esta eficiência ventilatória mais elevada significa que a quantidade de ar ventilada para o mesmo nível de consumo de oxigênio será menor que nos indivíduos destreinados, ocorrendo então, um importante ganho a nível respiratório.

VILLIGER et al (1995), WILMORE & COSTILL (2001), e BOMPA (2002), também verificaram o aumento da eficiência respiratória, mediante a exercícios físicos do tipo aeróbicos. Isto em virtude da diminuição do espaço morto anatômico e do volume respiratório médio do pulmão. O espaço morto anatômico (ou volume residual) será colocado em questão a seguir.

Segundo SHARKEY (1998), outra melhora promovida pelos exercícios aeróbicos é a melhor eficiência dos músculos da respiração, os quais podem ser vistos na tabela 2, página (21), estes músculos tracionam para cima a parte anterior da caixa torácica melhora esta função vital.

TABELA2 - PRINCIPAIS MÚSCULOS RESPIRATÓRIOS

FASE RESPIRATÓRIA	MÚSCULOS EFETORES NO REPOUSO	AÇÃO	MÚSCULOS EFETORES NO EXERCÍCIO
INSPIRAÇÃO	Diafragma	Achata-se	Diafragma
	Intercostais externos	Levantam as costelas	Intercostais externos
		Elevam a primeira e a segunda costela Elevam o esterno	Escalenos
EXPIRAÇÃO	Nenhum	Abaixam as costelas	Esternocleidomastóideos
		Deprimem as costelas inferiores e forçam o diafragma para dentro do tórax	Intercostais internos Abdominais

FONTE: adaptado de FOX (1991).

- Volume pulmonar

FOX (1991), cita as mesmas melhoras promovidas pelos exercícios aeróbicos para com o sistema respiratório, relatando as seguintes melhorias: uma maior ventilação pulmonar, melhores volumes pulmonares e a capacidade de difusão de gases.

De acordo com GUYTON & HALL (1997), através dos exercícios de resistência aeróbica haverá uma melhor mecânica ventilatória, ou ventilação pulmonar, isto provavelmente pelo aumento das mitocôndrias e dos alvéolos pulmonares.

No entanto, SHARKEY (1998), McARDLE et al (1998), WILMORE & COSTILL (2001) e BOMPA (2002) explicam que os exercícios aeróbicos melhoram a

difusão de oxigênio dos pulmões para o sangue, sendo assim, o indivíduo possuirá uma boa ventilação e fluxo adequado de sangue nos capilares.

- Ventilação máxima

Segundo FOX (1991), a ventilação – minuto máxima aumenta após o treinamento aeróbico. O mesmo, afirma que a ventilação não é um fator limitante para o VO_{2max} , por isso ela deve ser considerada como secundária ao consumo máximo de oxigênio, e o aumento na ventilação – minuto máxima é ocasionado pelos aumentos do volume corrente e da frequência respiratória.

VILLIGER et al (1995), McARDLE et al (1998), WEINECK (1999) e WILMORE & COSTILL (2001) comentam que aumentando o volume pulmonar e a eficiência respiratória, necessariamente aumentará ventilação – minuto máxima do indivíduo que praticar regularmente exercícios aeróbicos.

SHARKEY (1998) coloca que as pessoas treinadas aeróbicamente conseguem mover mais ar com menos respirações, inclusive são capazes de mover mais ar numa ventilação máxima, de 150 litros/min. E contra 120 ou menos litros/min. para as pessoas destreinadas.

- Volume residual ou espaço morto anatômico

Segundo TUBINO (1993), o espaço morto anatômico equivale ao que sobrou da respiração, e quanto maior for este espaço, pior será a respiração da pessoa. Os

exercícios aeróbicos diminuem o espaço morto anatômico, para que haja uma eficiente respiração.

VILLIGER (1995), SHARKEY (1998), McARDLE et al (1998) e WILMORE & COSTILL (2001) explicam sobre o espaço morto do pulmão, onde o mesmo é diminuído, em resposta ao treinamento de resistência aeróbica, pois a inspiração (inalação do oxigênio), e a expiração (“expulsão” do gás carbônico) serão melhoradas.

WEINECK (1999) coloca que para haja uma melhor ventilação máxima, no exercício aeróbico, é necessário que também o espaço morto anatômico, descrito anteriormente, seja minimizado, para uma melhor utilização do ar inalado.

- Volume corrente

HOUSTON (2001), cita que este volume nada mais é do que o volume de ar que entra e sai das vias respiratórias.

FOX (1991), POLLOCK (1993), VILLIGER et al (1995), MCARDLE et al (1998), POWERS & HOWLEY (2000), WILMORE & COSTILL (2001), ROBERGS & ROBERTS (2001) e HOUSTON (2001) denotam que é aumentado o volume corrente em resposta ao treinamento aeróbico, pois com este exercício, a pessoa terá a necessidade de fazer mais trocas gasosa.

- Volume inspiratório

Em acordo com COSTA (2002), o volume inspiratório se caracteriza pela quantidade de ar que entra pelas vias respiratórias até chegar ao pulmão, sendo que este fará as trocas gasosas devidas.

Para McARDLE et al (1998), MAUGHAN et al (2000), POWERS & HOWLEY (2000) e COSTA (2002), os exercícios aeróbicos promovem várias adaptações pulmonares ao organismo humano, dentre as quais esta o aumento do volume inspiratório. Este volume será responsável pela retirada de CO₂ dos pulmões.

- Volume expiratório

COSTA (2002) coloca que o volume expiratório, nada mais é que a quantidade de CO₂ que é expelida pelas vias aéreas.

E para MAUGHAN et al (2000), POWERS & HOWLEY (2000) e COSTA (2002), os exercícios aeróbicos promovem um aumento do volume expiratório, justamente pelo aumento das trocas gasosas, tão necessárias aos exercícios aeróbicos.

- Capacidade vital

A capacidade vital (CV), segundo COSTA (2002) consiste na quantidade de ar que somos capazes de exalar após inspirar ao máximo, ou o que é igual a quantidade de ar respiratório, mais a de ar complementar, mais a de ar de reserva.

Para McARDLE et al (1998), MAUGHAN et al (2000), POWERS & HOWLEY (2000) e WILMORE & COSTILL (2001) esta CV é aumentada quando se pratica exercícios aeróbicos constantes, pois melhora a capacidade de trocas gasosas, numa exalação de ar sendo feita logo após uma inspiração máxima.

- Mitocôndrias

Em relação ao número de mitocôndrias, FOX (1991) coloca que haverá uma maior quantidade destas, por causa do treinamento aeróbico, e também o seu tamanho terá um aumento relativo.

Segundo POLLOCK (1993), VILLIGER et al (1995), SHARKEY (1998) e McARDLE et al (1998), os exercícios de resistência aeróbica trarão como resposta fisiológica, um aumento no número e no tamanho das mitocôndrias, as quais são responsáveis pela respiração celular.

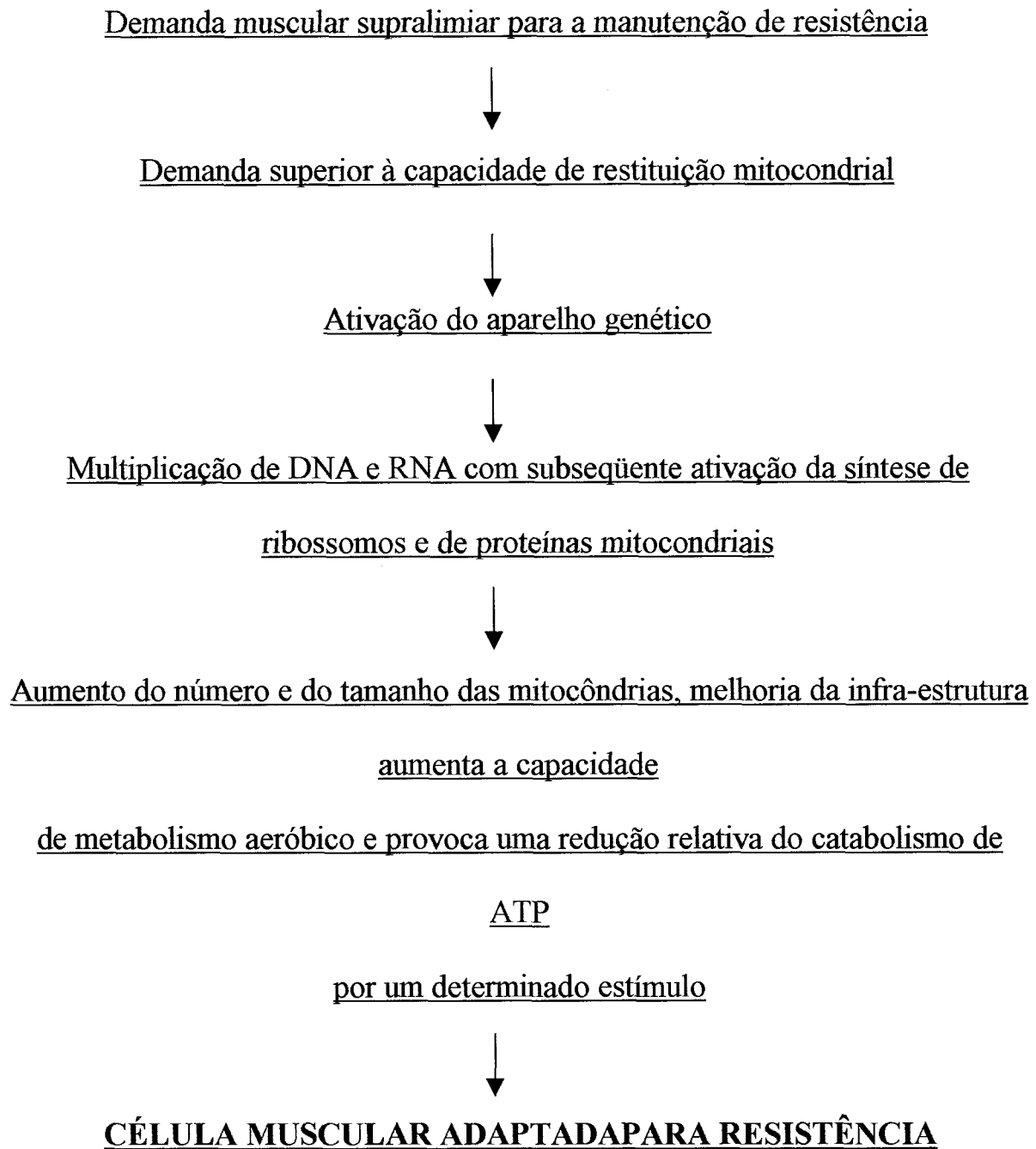
Com relação a esse assunto, WEINECK (1999) relata que o treinamento de resistência aeróbica faz com que aumente o tamanho ou o número das mitocôndrias (de 2 a 3 vezes). Esta melhora é importante, pois as mitocôndrias são responsáveis pela respiração celular, segundo o mesmo. E consecutivamente melhoraria a oxigenação para as células e para os músculos.

Para WEINECK (1999), uma pessoa que se submete a um treino aeróbico, após 6 semanas de treinamento, já terá um aumento considerável nas mitocôndrias.

Ainda, para WEINECK (1999) existe um modelo hipotético para a adaptação a um treinamento de resistência aeróbica, ver fig.1 página (27). Onde neste, fica caracterizada a melhora da capacidade de trocas gasosas, pois é evidente o aumento do número e do tamanho das mitocôndrias nesta figura, o que já foi citado anteriormente, como melhora respiratória para o organismo.

WILMORE & COSTILL (2001) citaram o aumento das mitocôndrias como grandes modificações celulares ocorridas pela prática dos exercícios aeróbicos constantes, pois, são estas as responsáveis pela respiração celular, melhorando a oxigenação das mesmas, o que ajudará no aumento da performance física nos exercícios citados. Este aumento, é importante, segundo o mesmo autor, pois fará com que as células oxigenadas se tornem mais eficientes no que diz respeito a produção de energia e consumo da mesma. Contudo, o organismo “ aprenderá ” a ser mais econômico e eficiente, para realizar tarefas diárias. Então, ele (o organismo) saberá aonde e porque gastar mais ou menos energia para a realização desta.

FIGURA 1 – MODELO HIPOTÉTICO PARA A ADAPTAÇÃO A UM TREINAMENTO DE RESISTÊNCIA AERÓBICA



FONTE: MODIFICADO DE Meerson 1973, SEGUNDO WEINECK (1999).

- Consumo máximo de oxigênio (VO_{2max})

FOX (1991) considera o consumo máximo de oxigênio importante para a mensuração do potencial aeróbico de atletas, e de pessoas consideradas normais. Pois o VO_{2max} pode ser melhorado com a atividade aeróbica constante.

VILLIGER et al (1995) afirma que o VO_{2max} é o melhor indicador para avaliar se a resistência é aeróbica ou anaeróbica. Pois segundo o mesmo, a captação máxima de oxigênio (VO_{2max}) é o denominador mais abrangente para os fatores cardiorespiratórios e metabólicos que afetam a capacidade do organismo de captar, transportar e consumir oxigênio.

VILLIGER (1995) demonstra que o treinamento específico dos músculos respiratórios é capaz de melhorar sensivelmente a capacidade aeróbica e o VO_{2max} em pessoas tanto treinadas como em pessoas não treinadas.

Em acordo com FILHO (1995) pode-se afirmar que o aumento do potencial aeróbico é decorrente de uma atividade física, onde está justamente o VO_{2max} , sendo utilizado em maior quantidade. E este aumento, segundo o mesmo, pode ser explicado pelo aumento da capacidade das mitocôndrias em oxidar moléculas de ácido pirúvico, com isso aumentando a velocidade das reações químicas do ciclo de Krebs e da Cadeia Respiratória.

GUYTON & HALL (1997) citam que o VO_{2max} de um atleta de maratona é cerca de 4% maior, comparando com uma pessoa não treinada. Porém, os mesmos afirmam que esta porcentagem, provavelmente se dá, pelo fato de que o potencial

aeróbico dos maratonistas é favorecido geneticamente. Através de um treinamento de resistência aeróbica progressiva de 13 semanas, foram verificados em um grupo de indivíduos um aumento de 10% no VO_{2max} . Portanto os autores concluíram que houve um aumento da potência máxima aeróbica.

POWERS & HOWLEY (2000), cita que existem estudos populacionais sobre a questão das adaptações respiratórias ao sistema aeróbico de exercício físico. Os mesmos evidenciam uma correlação positiva entre o aumento do ventrículo esquerdo, citado anteriormente com a melhora do VO_{2max} portanto, quanto maior for o ventrículo esquerdo, maior será o VO_{2max} .

Com relação a esse assunto, WILMORE & COSTILL (2001), citam que há uma importante efeito fisiológico causado ao sistema respiratório, ocasionados por exercícios aeróbicos constantes, que é justamente o aumento do VO_{2max} , sendo que este geralmente é correlacionado ao sistema respiratório, devido a sua importância para o potencial respiratório.

Para BOMPA (2002), o treinamento de resistência ou aeróbico acarreta nas seguintes melhoras no sistema respiratório: eleva a capacidade respiratória e a taxa respiratória aumenta o transporte de oxigênio pelo sangue, o qual também eleva o VO_{2max} . Vale lembrar que a maioria dos autores, sempre relaciona o VO_{2max} com o exercício aeróbico, o tornando assim, um componente importante para se verificar se uma atividade física é aeróbica, ou não.

2.4.2 CAUSADOS PELOS EXERCÍCIOS ANAERÓBICOS

- Consumo máximo de oxigênio (VO_{2max})

O treinamento anaeróbico não parece trazer consigo, grandes melhoras ao sistema respiratório. E comprovando o que foi dita acima, segundo FOX (1991) foram feitos estudos comparativos, que analisaram pessoas em três diferentes grupos, 1- pessoas treinadas aeróbicamente; 2 - pessoas treinadas anaeróbicamente e 3 - pessoas treinadas nas duas formas de exercício. Foram observadas melhoras no VO_{2max} nas pessoas treinadas aeróbicamente e também quando as pessoas eram submetidas aos dois treinamentos, ficando evidente que os exercícios anaeróbicos não ocasionam praticamente nenhuma melhoria ao sistema respiratório.

Conforme POLLOCK (1993), SHARKEY (1998), McARDLE et al (1998) e WEINECK (1999), os exercícios anaeróbicos não trazem alguma melhoria significativa no que diz respeito ao sistema respiratório, por isso acabam não melhorando o VO_{2max} , e se forem trabalhados exclusivamente, sem a presença dos exercícios aeróbicos, podem até piorar este consumo máximo de oxigênio.

WILMORE & COSTILL (2001) relatam que os exercícios de resistência anaeróbica não acarretam em adaptações respiratórias relevantes, como é o caso dos exercícios aeróbicos, o que comprova o que foi dito anteriormente.

2.5 BENEFÍCIOS FISIOLÓGICOS PARA O SISTEMA ENDÓCRINO

2.5.1 CAUSADOS PELOS EXERCÍCIOS AERÓBICOS

Primeiramente, é necessário o conhecimento deste sistema, que por sua vez é de grande importância para o organismo. O sistema endócrino, segundo SHARKEY (1998) possui muitas glândulas que são responsáveis por secretar substâncias chamadas hormônios, e estas agem através da circulação sanguínea.

Para FONSECA (2002), os hormônios são substâncias que trabalham como mensageiros químicos e, sua principal tarefa é auxiliar o sistema nervoso na manutenção da homeostasia orgânica.

- Insulina

FOX (1991) afirma que quando são necessários, tanto a glicose, quanto os ácidos graxos livres como combustíveis metabólicos, como é o caso dos exercícios de resistência aeróbica, os níveis de insulina diminuem, para que isto ocorra. Por tanto, sendo uma benfeitoria a nível endócrino.

Para SHARKEY (1998), McARDLE et al (1998) e MAUGHAN et al (2000) os exercícios aeróbicos causam uma diminuição da necessidade de insulina, isto, pois o músculo melhora a sua capacidade de utilizar o açúcar durante o exercício, mesmo sem a presença de insulina.

De acordo BISQUOLO (2002), o exercício físico pode aumentar a sensibilidade à ação da insulina, conseqüentemente aumentando a captação de glicose, por isso a diminuição da insulina se torna necessária.

- Glucagon

Ao contrário da insulina, de acordo com FOX (1991), quando são necessários metabólicos aeróbicos, os níveis de glucagon aumentam. Isto foi comprovado, segundo Gyntelberg et al apud FOX (1991), em um exercício de 60 minutos numa bicicleta ergométrica, foram medidos durante 4 sessões de treinamento, em 10 semanas, os níveis de insulina e glucagon de pessoas normais, pedalando à uma intensidade de exercício de 60% do VO_{2max} de cada um. E chegou a seguinte conclusão, que os níveis de glucagon aumentaram sensivelmente após este período de treinamento aeróbico.

Em relação ao glucagon, para McARDLE et al (1998) há um menor aumento nos níveis de glicose durante o exercício de endurance para cargas de trabalho absolutas e relativas em suas intensidades.

Para FLECK & KRAEMER (1999) e WEINECK (1999), os níveis de glucagon aumentam em resposta aos exercícios aeróbicos, fazendo com que se utilize mais gordura como fonte de energia.

- Hormônio do crescimento (GH)

FOX (1991) verificou em uma pesquisa feita numa bicicleta ergométrica, que o hormônio do crescimento pode desempenhar uma importante função de mobilizar o metabolismo dos ácidos graxos livres, pois de acordo com o mesmo, se o exercício for de alta intensidade aeróbica, este hormônio aumentará em até 35 vezes a sua liberação, porém este aumento não será feito durante o exercício mas gradativamente com o passar do tempo.

Para SHARKEY (1998), FLECK & KRAEMER (1999) e WEINECK (1999), este hormônio terá um aumento considerável, em decorrência dos exercícios aeróbicos, melhorando assim, a captação de gorduras para o organismo utilizar como fonte de energia no exercício, e em repouso.

- Córtex adrenal

De acordo com DANTAS (1998), através dos exercícios aeróbicos, haverá uma hipertrofia do córtex adrenal, sendo que esta fará com que aumente a produção e o armazenamento de corticóides; também propiciará uma possível adaptação das glândulas hipófise e tireóide para com o exercício.

Para FLECK & KRAEMER (1999), MAUGHAN et al (2000) e WILMORE & COSTILL (2001), com os exercícios de cunho aeróbico, haverá um aumento do córtex adrenal, e isto será um efeito fisiológico para o sistema endócrino, pois de acordo com

os mesmos, aumentará em consequência desta hipertrofia, a manutenção dos níveis normais de açúcar no sangue e aumentará o metabolismo das gorduras

- Hormônios tireóideos

Para FOX (1991), os hormônios tireoidianos, tiroxina e triiodotironina aumentam durante um exercício prolongado extenuante, considerado aeróbico. Porém se o exercício aeróbico for de baixa intensidade, não haverá mudança nos níveis destes hormônios dentro das 24 horas subseqüentes.

Em contrapartida os hormônios T4 e o T3, que são respectivamente, tiroxina e tridotironina, T3 sofre uma redução e T4 um aumento, sendo que tanto T3 quanto T4 tem uma maior renovação durante o exercício (McARDLE et al 1998).

SANTAREM (1998), FLECK & KRAEMER (1999) e MAUGHAN et al (2000) colocam que o hormônio tireóideo tiroxina aumentará, com os exercícios aeróbicos regulares.

- ACTH

Segundo FLECK & KRAEMER (1999), este hormônio estimula a liberação de glicocorticóides do córtex adrenal no organismo, e também pode ser chamado de Hormônio adrenocorticotrófico.

Para FOX (1991), FLECK & KRAEMER (1999), McARDLE et al (1998) e SANTAREM (1998), os níveis de ACTH no plasma venoso, aumentam de 2 a 5 vezes

acima dos níveis de repouso, respectivamente, após 20 minutos de corrida com o VO_{2max} de 80%, sendo que o exercício é aeróbico, mas quase chegou ao seu limite, ou limiar anaeróbico.

- ADH

Em relação a este hormônio, FLECK & KRAEMER (1999) colocam que há um aumento da contração do músculo liso e a reabsorção de água pelos rins, e comumente é chamado de Hormônio antidiurético.

Para McARDLE et al (1998), o treinamento aeróbico causa uma ligeira redução de ADH *-ou, também chamado de vasopressina. Já para SANTAREM os níveis de ADH podem ser aumentados com o treinamento aeróbico de exercício.

2.5.2 CAUSADOS PELOS EXERCÍCIOS ANAERÓBICOS

Para FONSECA (2002), o sistema neuroendócrino tem se mostrado muito sensível as adaptações agudas e crônicas provocadas pelo treinamento de força. E a magnitude destas adaptações está relacionada ao tipo de estímulo, a idade, a treinabilidade e ao sexo do indivíduo.

- Testosterona e hormônio do crescimento (GH)

De acordo com FOX (1991), devido a um maior volume muscular com o treinamento de força, ocorre uma maior liberação de testosterona ou hormônio masculino na corrente sanguínea. E em treinamentos com pesos para mulheres, foram constatadas maiores quantidades de testosterona, o que foi chamado de efeito masculinizante. Estes estudos foram feitos posteriormente em homens adultos, e também se verificou um nível alto de testosterona no sangue após treinamentos com pesos, porém em repouso, esses níveis voltavam a baixar, não podendo, contudo afirmar que haja um aumento efetivo e duradouro de testosterona em indivíduos treinados anaerobicamente.

Segundo SANTAREM (1998) há indícios de que a testosterona libera o GH e interage com o sistema nervoso. Estas funções poderiam ser mais importantes que os efeitos anabólicos diretos da testosterona. E, o mesmo autor também acredita que existem maiores níveis de testosterona no sangue, após se fazer exercícios com peso.

McARDLE et al (1998) relatam que em resposta ao treinamento anaeróbico (mais especificamente os exercícios resistidos, tendo como referência para o presente estudo) existe um aumento da secreção de testosterona e do GH, além deste, também aumenta a sua frequência de liberação intra-sanguínea, gerando um ambiente hormonal mais favorecido ao crescimento muscular.

DANTAS (1998), POWERS & HOWLEY (2000) e WILMORE & COSTILL (2001) colocam que haverá uma maior quantidade significativa de testosterona no

sangue de pessoas que praticaram exercícios de resistência anaeróbica. Isto é melhor verificado, segundo os mesmos, após sessões de treinamento de força na musculação.

2.6 BENEFÍCIOS FISIOLÓGICOS PARA O SISTEMA NERVOSO

2.6.1 CAUSADOS PELOS EXERCÍCIOS AERÓBICOS

- **Frequência cardíaca**

Segundo WILMORE & COSTILL (2001), no exercício aeróbico, o sistema parassimpático, com sua inervação generalizada aumenta a secreção de catecolaminas sobre a musculatura cardíaca estimulando-a e aumentando a frequência de batimentos, elas aceleram a despolarização do nodo sinoatrial induzindo o coração a bater mais rápido. Elas ainda aumentam a força de contração miocárdica. Os mesmos também chamam esta aceleração de taquicardia.

POLLOCK (1993), SHARKEY (1998), McARDLE et al (1998), POWERS & HOWLEY (2000) e WILMORE & COSTILL (2001) colocam que o que causa esta diminuição da frequência cardíaca de repouso, provavelmente seja o aumento da atividade parassimpática no coração e, ao mesmo tempo, diminui a atividade simpática em resposta ao treinamento de endurance ou aeróbico.

De acordo com SHARKEY (1998), o treinamento aeróbico causa pequenas modificações no sistema nervoso, porém estas mudanças são importantes, pois

diminuem a frequência cardíaca no exercício aeróbico. Isto foi constatado, quando em 1977, Saltin apud SHARKEY (1998) publicou um experimento simples, onde sujeitos treinaram aeróbicamente somente com uma perna numa bicicleta ergométrica, sendo que a outra era de controle. Com esta pesquisa, foram constatados menores valores significativos na F.C (Frequência Cardíaca) medidos nas pessoas treinadas, isto em comparação com as controle, o que levou a conclusão da diminuição da F.C com o exercício aeróbico. O mesmo autor cita que é o sistema nervoso, o controlador da F.C, onde o mesmo manda mensagens intraneurais para que ocorra a constrição e o relaxamento dos vasos sanguíneos. Esta diminuição pode ser considerada como uma grande modificação no sistema nervoso, pois faz com que as pessoas que praticam exercícios aeróbicos possam reduzir seus batimentos cardíacos no decorrer da vida.

Finalizando esta parte, WILMORE & COSTILL (2001) colocaram que o sistema parassimpático, através do nervo vago (atividade colinérgica) faz uma hiperpolarização das células do nodo, tornando-as menos excitáveis e diminuindo a frequência de disparo. Aumenta o tônus vagal, o número de impulsos transmitido pelo vago (estimulando o parassimpático) ao miocárdio é maior. Como o parassimpático diminui a FC teremos, por aumento do tônus vagal, a diminuição da Frequência Cardíaca, isto em exercício de resistência aeróbica.

2.6.2 CAUSADOS PELOS EXERCÍCIOS ANAERÓBICOS

- Massa muscular

Segundo FOX (1991), as modificações anaeróbicas promovidas ao sistema nervoso dão indícios de que as alterações no sistema nervoso central agem como estímulos para aumentos tanto na força quanto na endurance (que não é o caso neste momento).

McARDLE et al (1998), FLECK & KRAEMER (1999), POWERS & HOWLEY (2000) e WILMORE & COSTILL (2001) descrevem uma importante modificação nervosa, decorrente do treinamento de força (anaeróbico), que é a ativação com mais eficiência da massa muscular efetora do movimento nestas condições. E isto servirá para o indivíduo que pratica este tipo de atividade física, melhore sensivelmente o seu desempenho motor.

- Motoneurônios

De acordo com FOX (1991), os motoneurônios são mais exigidos em atividades de cunho anaeróbico com pesos, pois estes motoneurônios necessitam nestas condições de mais codificações cerebrais para contrair os músculos ativos ao exercício.

Conforme ACSM (1994) notou-se que existe um aumento significativo na frequência de descargas de motoneurônios, um presente aumento no recrutamento de unidades motoras e uma redução da inibição dos motoneurônios, isto em decorrência de treinamentos com peso ou exercícios anaeróbicos.

McARDLE et al (1998), POWERS & HOWLEY (2000) e WILMORE & COSTILL (2001) afirmam que o treinamento anaeróbico acarreta em uma melhor utilização dos motoneurônios existentes, e passa também a utilizar uma gama maior destes.

FLECK & KRAEMER (1999) colocam que apenas as unidades motoras recrutadas em um exercício, no caso anaeróbico, produzem força, portanto sofrerão os efeitos das mudanças adaptativas com o treinamento de exercício. As quais, levam em consideração a “lei do tudo ou nada”, onde a ativação das fibras musculares ocorre envolvendo todas as fibras musculares, ou então nenhuma. Porém os mesmos, relataram que algumas unidades motoras podem ser ativadas no músculo, enquanto outras não. Isto se explica, pois sem este fenômeno, não haveria controle da quantidade de força muscular sobre o movimento corporal.

2.7 BENEFÍCIOS FISIOLÓGICOS PARA O SISTEMA MUSCULO ESQUELÉTICO

2.7.1 CAUSADOS PELOS EXERCÍCIOS AERÓBICOS

- Composição corporal

FOX (1991) relata que os exercícios de resistência aeróbica causam uma importante modificação na composição corporal, porque conseguem utilizar como combustível energético as gorduras, estocadas em nosso organismo como forma de proteção, caso haja um escasso de energia para nossas funções vitais. Porém, o acúmulo excessivo destas gorduras prejudicará o organismo humano, podendo causar entupimento de artérias evoluindo em doenças cardiovasculares, como a hipertensão arterial e outras que são consideradas como problemas mundiais de saúde.

Conforme ACSM (1994) descrevem que haverá uma diminuição do % Gordura, quando se faz atividades físicas do tipo aeróbicas, pois estes exercícios utilizam os ácidos graxos livres para metabolizar as gorduras, e, por conseguinte diminuindo as mesmas.

Para VILLIGER et al (1995), os exercícios aeróbicos contribuem para a adaptação metabólica de diversos tipos de fibras musculares, ao mesmo tempo em que aumenta o potencial aeróbico das fibras, pode-se aumentar o tamanho das fibras do tipo I ou (de contração Lenta-CL), as custas das fibras tipo II ou (de contração rápida-CR).

SHARKEY (1998) coloca que aumenta o tamanho e as capacidades oxidativas das fibras de contração lenta (CL), ou também chamadas de fibra aeróbicas e de resistência. Ele cita que também aumenta a capilarização sangüínea, que irá servir as fibras musculares, em maior quantidade as CL, pela sua necessidade, e por fim aumentará a taxa de mioglobina nas fibras musculares, a qual tem a função de transportar o oxigênio da membrana celular para as mitocôndrias.

Para FLECK & KRAEMER (1999), o treinamento de endurance ou aeróbico de longa duração faz com que haja muitas modificações à nível de composição corporal, pois atuam diretamente no problema das pessoas que queiram perder peso, “queimando” calorías utilizando as gorduras como fontes energéticas.

POWERS & HOWLEY (2000), também citam a diminuição do % Gordura como uma importante adaptação muscular sofrida pelo organismo humano, quando um indivíduo é introduzido num programa de exercícios aeróbicos constantes.

- Irrigação sangüínea dos músculos

FOX (1991) descrevem que os exercícios aeróbicos melhoram a capilarização sangüínea para os músculos, fazendo então, com que o organismo seja mais bem oxigenado, principalmente para os músculos ativos ao exercício.

Outra melhora significativa para o sistema-músculo esquelético, através dos exercícios aeróbicos é o aumento da vascularização da musculatura, que é evidenciado pela neoformação de capilares nesta região, (VILLIGER et al, 1995, p.37).

SHARKEY (1998), também cita a melhora da capilarização para os músculos ativos ao exercício aeróbico, deixando o mesmo mais nutrido, pois haverá um aumento do plasma sanguíneo.

Para FLECK & KRAEMER (1999) e WILMORE & COSTILL (2001), a irrigação sanguínea para os músculos é melhorada com os exercícios aeróbicos, pois aumenta o calibre dos vasos, e torna o mecanismo circulatório mais eficaz.

2.6.2 CAUSADOS PELOS EXERCÍCIOS ANAERÓBICOS

- Composição corporal

Para FOX (1991), uma evidente melhora no rendimento ao exercício anaeróbico, é justamente um aumento da massa muscular, também chamado de hipertrofia.

Em relação a composição corporal, POLLOCK (1993) analisou os efeitos fisiológicos dos exercícios anaeróbicos, e concluiu que a massa muscular tende a um aumento significativo, e por conseqüência, a diminuição do percentual de gordura geral da pessoa que pratica esta atividade física regularmente.

VILLIGER et al (1995) e DANTAS (1998), comentam que os exercícios anaeróbicos causam uma importante melhora para a composição corporal, pois ocasionam um aumento da massa muscular ou hipertrofia, e também diminuem o percentual de gordura geral.

Segundo SANTAREM (1998), a sobrecarga da gravidade nos exercícios pode ocorrer pelo aumento do peso suportado pelos ossos, como é o caso da maioria dos exercícios com pesos ou pelo mecanismo do impacto. O impacto é entendido como a desaceleração rápida do corpo em movimento, como por exemplo, a ação do solo na corrida e nos saltos. Os exercícios com pesos são indicados para pessoas diabéticas, com osteoporose e doenças reumáticas, e inclusive, o autor acredita que tal atividade é a mais indicada também para pessoas obesas. Isto é verdadeiro, pois a atividade anaeróbica geralmente aumenta a massa muscular e óssea das pessoas que estão praticando.

Em relação às fibras musculares, segundo McARDLE et al (1998) há uma modificação que diz respeito ao aumento na quantidade e também na atividade das enzimas chaves que fazem o controle da fase anaeróbica e o fracionamento da glicose. Estas alterações podem ser vistas na função das enzimas anaeróbicas e no aumento do tamanho das fibras de contração rápida, pois as mesmas não são resistentes à fadiga, sendo o oposto das fibras mais utilizadas nos exercícios aeróbicos (as de contração lenta).

De acordo com De Ballor, D.L. et al apud McARDLE et al (1998), em um estudo feito com 10 mulheres obesas, as quais foram submetidas a um treinamento de resistência com peso verificaram a composição corporal das mesmas antes e após o período de treinamento. Este treinamento consistia em uma rotina de oito estações, realizada num aparelho hidráulico de múltiplas opções de exercícios. As 10 mulheres realizavam três séries de 10 repetições de exercícios como supino, pressão de perna invertida, inclinação lateral, rosca de bíceps braquial, extensão do tríceps braquial,

elevação da panturrilha, extensão da perna e roscas dos músculos posteriores da coxa ou (bíceps femural). A força avaliada no exercício supino, era de 1-RM, e aumentava 5,0Kg, indo de 30 a 40Kg.

Mesmo considerando a duração do treinamento curta, os autores colocaram que houve um aumento impressionante de 4,9% na circunferência do bíceps, isso aconteceu provavelmente pelo aumento de 6,0% na área de corte transversal do músculo-mais-osso. Esse valor foi medido por um exame radiográfico do braço. Com isso, também concluíram que ocorreu uma correspondente redução de 5,3% na área em corte transversal na gordura do braço. Também houve algumas mudanças favoráveis na composição corporal, tais como: (1) a diminuição da massa de gordura; (2) o percentual de gordura diminuiu e (3) o peso magro (massa magra) aumentou.

Portanto, para McARDLE et al (1998), se uma pessoa for submetida a um treinamento de resistência com peso, a mesma apoiada por uma dieta aumentará substancialmente a sua massa muscular e, por conseguinte a força muscular, sendo que as duas são muito importantes para as atividades normais diárias.

Conforme SHARKEY (1998), WEINECK (1999), WILMORE & COSTILL (2001) e BOMPA (2002), o que mais sofre adaptações músculo-esqueléticas aos exercícios com peso, é justamente a composição corporal, porque ocorre uma significativa diminuição do percentual de gordura, um aumento da massa óssea e também o que é característico dos exercícios com peso, que é o aumento da massa magra.

- **Frequência cardíaca**

Segundo SANTAREM (1998), a maioria dos casos de elevação da pressão e frequência cardíaca em idosos, é ocasionada por exercícios relativamente fáceis, como levantar uma janela, ou subir uma escada. Então a atividade anaeróbica poderia ajudar como fator preventivo, atuando na base do problema, que é geralmente a falta de força. Portanto, com a utilização dos exercícios anaeróbicos, a tendência é que a frequência dos batimentos cardíacos diminua em repouso, devido a este menor esforço no decorrer das atividades diárias.

Para VILLIGER et al (1995), a diminuição da frequência cardíaca pode também ser considerada como adaptação músculo-esquelética, pois com uma maior quantidade de massa magra, e conseqüentemente de força, uma pessoa não precisará elevar muito a sua frequência cardíaca e/ou pressão arterial para as atividades diárias. Contudo, esta é uma adaptação importante para a qualidade de vida dos seres humanos.

De acordo com McARDLE et al (1998), a tendência é que os exercícios chamados anaeróbicos provoquem uma melhora da irrigação sanguínea periférica, com isso diminuindo a frequência cardíaca de repouso, como forma de adaptação músculo-esquelética e cardio-circulatória.

FLECK & KRAEMER (1999) e WEINECK (1999), também colocaram a importância dos exercícios resistidos, para a diminuição da frequência cardíaca, pois acreditam que com uma melhor condição anaeróbica, as pessoas terão uma maior facilidade nas atividades que necessitem um pouco de força muscular, e também o controle desta musculatura.

3 DISCUSSÃO

Para o entendimento desta pesquisa, pudemos perceber várias palavras chave, como: Aeróbico, Anaeróbico, Sistema Cardio-circulatório, Sistema Respiratório e Sistema Músculo-Esquelético.

As adaptações ao exercício aeróbico, norteiam os Sistemas Cardio-circulatório, com a diminuição da pressão arterial, a diminuição da frequência cardíaca e uma melhor distribuição sangüínea e também o sistema Respiratório, ocorrendo várias modificações positivas para o funcionamento dos mesmos, melhorando as trocas gasosas, aumentando o volume corrente, pulmonar e diminuindo o espaço morto anatômico. Também é necessário, citar que, o Sistema Endócrino aparece com mudanças significativas para os hormônios da insulina e glucagôn, e, por conseguinte para o GH, o que não tínhamos como foco central de pesquisa.

Em relação as adaptações fisiológicas, para os exercícios de resistência anaeróbica, observamos, os sistemas que mais aparecem com melhoras relevantes, são o Músculo-Esquelético, com o aumento da massa muscular, óssea e diminuição do percentual de gordura e o Sistema Cardio-circulatório. Este aparece como secundário, pois as suas melhoras não se comparam com as dos exercícios aeróbicos, mas também tem algumas adaptações que merecem destaque, como a diminuição da pressão arterial de repouso e no exercício e também a melhora da circulação sangüínea periférica, melhorando com isso a hemodinâmica dos vasos.

4 CONCLUSÃO

Com esse estudo, chegou-se a conclusão de que as duas formas de atividade física, Aeróbica e Anaeróbica são de suma importância para os seres humanos, pois atuam na causa do problema dos dias atuais, que sem dúvida é a falta da prática de exercícios físicos, já que as máquinas cada vez mais realizam o trabalho, que antes era feito por “nós”. E além da falta de exercícios, tem a questão, dos problemas articulares, e de osteoporose, que podem ser combatidos e em último caso minimizados através de exercícios resistidos, ou musculação, devidamente orientados por profissionais de Educação Física.

Espera-se que este estudo ajude as pessoas, a entender a importância dos exercícios aeróbicos para uma melhor utilização do coração e dos pulmões, e também da importância dos exercícios anaeróbicos para a prevenção de doenças osteoarticulares, e para a manutenção da força, principalmente para indivíduos acima de sessenta anos, ou da terceira idade, considerados assim nos países em desenvolvimento, que é o caso do Brasil.

Considerando que os dois tipos de atividade física causam melhorias à nível de perda de gordura, diminuição da pressão arterial e frequência cardíaca, e uma melhor circulação sanguínea periférica, pode-se afirmar que o interessante é praticar os dois exercícios, para se ter uma saúde adequada e diminuir o risco de doenças crônico-degenerativas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACMS. **Prova de esforço & prescrição de exercício.** Rio de Janeiro : Revinter, 1994.
- BARROS, T.L. **O programa das 10 semanas : uma proposta para trocar gordura por músculos e saúde.** São Paulo : Manole, 2002.
- BISQUOLO, V.A.F. **Exercícios físicos X diabetes.** Disponível em <http://www.faverobisquolo.hpg.ig.com.br/exerc> .
- BOMPA, T. O. **Periodização: teoria e metodologia do treinamento.** 4.ed. São Paulo : Phorte, 2002.
- COSTA, M. S. **Respiração e Exercício.** Disponível em <http://sites.uol.com.br/mclocosta> .
- DANTAS, E.H.M. **A prática da preparação física.** 4. ed. Rio de Janeiro : Shape, 1998.
- FILHO, L.A.D. **Triathlon.** Rio de Janeiro: Sprint, 1995.
- FLECK, S.J , KRAEMER, W.J. **Fundamentos do treinamento de força muscular.** Porto Alegre : Artmed, 1998.
- FONSECA, I. **Revista On-Line - Ano 2 nº 04** . Disponível em http://www.phorte.com.br/On_Line/004/art5.htm .
- FOX, E.L. & Cols. **Bases Fisiológicas da Educação Física e dos desportos.** 4. ed. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1991.
- GUYTON, A.C. & HALL, J.E. **Tratado de fisiologia médica.** 9.ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1997
- HOUSTON, M.E. **Bioquímica Básica da Ciência do Exercício.** São Paulo: Rocca, 2001.
- MAUGHAN et al **Bioquímica do Exercício e do Treinamento.** São Paulo : Manole, 2000.
- Mc ARDLE et al. **Fisiologia do Exercício, Energia, Nutrição e Desempenho Humano.** Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1998.

OSIECK, R. **Efeitos do exercício físico aeróbico sobre aspectos hemodinâmicos e bioquímicos em ratos espontaneamente hipertensos (SHR)**, Tese (Doutorado em Ciência do movimento humano – fisiologia do exercício). Santa Maria : 2001.

POLLOCK, M et al. **Exercícios na Saúde e na Doença: avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação**. 2.ed. Rio de Janeiro : Medsi, 1993.

POWERS, S.K. & HOWLEY, E.T. **Fisiologia do Exercício: Teoria e aplicação ao condicionamento físico e ao desempenho**. São Paulo : Manole , 2000.

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

SANTAREM, JM. **Treinamento de força e potência em Ghorayeb N. e Barros T.L. O Exercício**, 1^a ed. Cap. 4, São Paulo, Editora Atheneu, 1.999

SHARKEY, B.J. **Condicionamento físico e saúde**. 4.ed. Porto Alegre : Artmed, 1998.

TUBINO, M.J.G. **Metodologia científica do treinamento desportivo**. 11.ed. São Paulo: IBRASA, 1984.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Normas para apresentação de documentos científicos: Teses, Dissertações, Monografias e Trabalhos Acadêmicos**. v. 2 Curitiba: Editora UFPR, 2001.

VILLIGER et al. **Resistência**. São Paulo : Santos Livraria, 1995.

WEINECK, J. **Treinamento ideal : instruções técnicas sobre o desempenho fisiológico, incluindo considerações específicas de treinamento infantil e juvenil**. 9.ed. São Paulo : Manole. 1999.

WILLMORE, J. H. & COSTILL, D. L. **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. São Paulo: Manole, 2001.