

**LUIZ FELIPE TRINDADE QUEIROZ**

**ASPECTOS DO TREINAMENTO PARA EQUIPES  
DE CORRIDA DE AVENTURA**

Monografia apresentada como requisito parcial para conclusão do curso de Licenciatura em Educação Física, do Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná.  
Turma T - Professor: Iverson Ladewig, PhD

**Orientador: Prof. Dr. Raul Osiecki**

Este trabalho é dedicado à todos os aventureiros que estão por aí no mundo, com suas mochilas, seu conhecimento, sua curiosidade e sua coragem, trilhando os caminhos de um mundo melhor.

## AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas participaram, de alguma forma, desta caminhada para que hoje eu tenha chego onde cheguei! Agradeço à meus pais e minha família, que sempre estiveram e sempre vão estar comigo. Agradeço a todos os amigos que se aventuraram comigo nos caminhos da vida; agradeço em especial aos corredores de aventura e amigos Fernando Geraldi, Júlio Camargo e Raphael Contin pelas conversas e pela força no processo da monografia. Agradeço também ao meu professor e orientador Raul Osiecki pelo conhecimento das aulas, pela confiança em meu trabalho e pela amizade, e também ao professor Iverson Ladewig pela paciência e apoio neste trabalho. E agradeço à Deus pela possibilidade de me aventurar na vida!

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<i>viii</i>
<b>LISTA DE GRÁFICOS</b> .....	<i>viii</i>
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	<i>ix</i>
<b>LISTA DE FOTOS</b> .....	<i>x</i>
<b>RESUMO</b> .....	<i>xi</i>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	01
1.1 – IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA .....	03
1.2 – JUSTIFICATIVA .....	03
1.3 – OBJETIVOS .....	04
1.3.1 – Objetivo Geral.....	04
1.3.2 – Objetivos Específicos.....	04
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	05
2.1 – ASPECTOS DO TREINAMENTO DESPORTIVO.....	05
2.1.1 – Preparação Desportiva .....	07
2.1.1.1 – Preparação Técnico-Tática.....	08
2.1.1.2 – Preparação Psicológica.....	09
2.1.1.3 – Preparação Física.....	10
2.2 – ASPECTOS BIOLÓGICOS DO ORGANISMO.....	11
2.2.1 – Bioenergética.....	14
2.2.2 – Macronutrientes.....	15
2.2.2.1 – Carboidratos.....	16
2.2.2.2 – Gorduras.....	21
2.2.2.3 – Proteínas .....	23
2.2.3 – Bioenergética do Exercício.....	26
2.3 – ASPECTOS DO SISTEMA CÁRDIO-RESPIRATÓRIO.....	30
2.3.1 – Sistema Cardiovascular.....	31
2.3.1.1 – Respostas ao Exercício.....	33
2.3.2 – Sistema Respiratório.....	37
2.3.2.1 – Respostas ao Exercício.....	40
2.4 – ASPECTOS DO SISTEMA NEURO-MUSCULAR.....	41

2.4.1 – Estrutura do Músculo Esquelético.....	41
2.4.2 – Composição Muscular.....	43
2.4.3 – Irrigação Sangüínea.....	43
2.4.4 – Ultra-estrutura do Músculo.....	43
2.4.5 – Controle Neural do Movimento.....	44
2.4.6 – Tipos de Fibras Musculares.....	46
2.4.7 – Mecanismo de Contração.....	47
2.5 – ADAPTAÇÕES AO TREINAMENTO.....	50
2.5.1 – Adaptações Bioquímicas.....	50
2.5.2 – Adaptações Sistêmicas .....	52
2.5.3 – Outras Alterações.....	52
2.6 – VALÊNCIAS FÍSICAS.....	54
2.6.1 – Aspectos Coordenativos.....	54
2.6.2 – Aspectos Condicionais.....	55
2.6.3 – Aspectos Articulares.....	60
2.7 – PRINCÍPIOS DO TREINAMENTO.....	61
2.7.1 – Princípio do Desempenho Individual.....	61
2.7.2 – Princípio dos Estímulos Ideais.....	62
2.7.3 – Princípio da Supercompensação .....	63
2.7.4 – Princípio da Interdependência VolumeXIntensidade.....	65
2.7.5 – Princípio da Adaptação .....	65
2.8 – MÉTODOS DE TREINAMENTO.....	69
2.8.1 – Métodos para Movimentações Cíclicas.....	69
2.8.1.1 – Método Contínuo.....	69
2.8.1.2 – Método Fartlek.....	70
2.8.1.3 – Método Intervalado.....	72
2.8.1.4 – Método Fracionado.....	72
2.8.2 – Métodos para Movimentações Acíclicas.....	73
2.8.2.1 – Método de Circuito .....	73
2.8.2.2 – Método de Repetição.....	73
2.9 – PERIODIZAÇÃO DO TREINAMENTO.....	76
2.9.1 – Macroциclo .....	78

2.9.2 – Mesociclo .....	80
2.9.3 – Microciclo .....	81
2.9.4 – Sessão de Treino.....	82
2.9.5 – Periodização das Valências Físicas.....	84
2.10 – ANÁLISE DAS PROVAS DE CORRIDA DE AVENTURA.....	85
2.10.1 – Perfil do Atleta.....	93
2.10.2 – Aspectos da Preparação Desportiva.....	95
2.10.2.1 – Aspecto Técnico-Tático.....	95
2.10.2.2 – Aspecto Psicológico.....	97
2.10.2.3 – Aspecto Social.....	99
2.10.2.4 – Aspecto Físico.....	100
2.11 – PROPOSTA PARA ELABORAÇÃO DE PROGRAMAS DE TREINAMENTO.....	101
2.11.1 – Escolha do Macrocycle.....	102
2.11.2 – Objetivos do Treinamento .....	103
2.11.2.1 – Resistência Aeróbica e Muscular Localizada.....	104
2.11.2.2 – Força Muscular.....	107
2.11.2.3 – Deficiências Individuais.....	109
<b>3. CONCLUSÃO.....</b>	<b>111</b>
<b>4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>113</b>

<b>LISTA DE FIGURAS</b>		<b>PÁGINA</b>
FIGURA 01	– NÍVEIS DE ORGANIZAÇÃO DO ORGANISMO.....	11
FIGURA 02	– CÉLULA ANIMAL TÍPICA.....	12
FIGURA 03	– DIAGRAMA SIMPLIFICADO DO METABOLISMO DOS MACRONUTRIENTES.....	16
FIGURA 04	– INTEGRAÇÃO DO METABOLISMO ENERGÉTICO.....	25
FIGURA 05	– DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DO SISTEMA CARDIO- RESPIRATÓRIO.....	30
FIGURA 06	– A) ANATOMIA DO CORAÇÃO; ..... – B) ELETROCARDIOGRAMA	32
FIGURA 07	–SISTEMA RESPIRATÓRIO.....	37
FIGURA 08	–EXPIROGRAMA.....	39
FIGURA 09	–ESTRUTURA DO MÚSCULO .....	42
FIGURA 10	– ULTRA-ESTRUTURA DO MÚSCULO.....	44
FIGURA 11	– MECANISMO DE CONTRAÇÃO MUSCULAR.....	49
FIGURA 12	–SUPERCOMPENSAÇÃO.....	64
FIGURA 13	–PROCESSO DE ADAPTAÇÃO.....	66
FIGURA 14	–EFEITO DA EFICÁCIA SOMADA.....	67
FIGURA 15	– RETROCESSO DO DESEMPENHO POR ESTÍMULOS EXCESSIVOS.....	67
FIGURA 16	– MODELO DE PERIODIZAÇÃO SIMPLES.....	79

### **LISTA DE GRÁFICOS**

GRÁFICO 01	– EVOLUÇÃO DAS DISTÂNCIAS NAS COMPETIÇÕES DE ENDURANCE.....	06
GRÁFICO 02	– INTER-RELAÇÃO DAS FONTES ENERGÉTICAS.....	28

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 – ESPORTES E SUAS FONTES ENERGÉTICAS.....	28
QUADRO 02 – TIPOS DE FIBRAS MUSCULARES.....	47
QUADRO 03 – INTERDEPENDÊNCIA ENTRE VOLUME E INTENSIDADE.....	56
QUADRO 04 – VOLUME, INTENSIDADE E ERGOGÊNESE.....	57
QUADRO 05 – VALÊNCIAS FÍSICAS.....	59
QUADRO 06 – LIMITANTES DA FLEXIBILIDADE.....	60
QUADRO 07 – NÍVEIS DE INTENSIDADE DOS ESTÍMULOS.....	63
QUADRO 08 – RECUPERAÇÃO APÓS O EXERCÍCIO.....	68
QUADRO 09 – TEMPO DE FORMAÇÃO ESPORTIVA.....	77
QUADRO 10 – COMPOSIÇÃO DOS DIVERSOS TIPOS DE MESOCICLO.....	81
QUADRO 11 – COMBINAÇÃO DAS CARGAS DE DIVERSAS ORIENTAÇÕES.....	83
QUADRO 12 – DISTRIBUIÇÃO DAS CARGAS AO LONGO DO MACROCICLO.....	84
QUADRO 13 – VALORES DE GORDURA CORPORAL PARA DIFERENTES ESPORTES.....	93
QUADRO 14 – MÉDIAS DE $VO_{2MÁX}$ DE ATLETAS DE ALTO NÍVEL.....	94
QUADRO 15 – CORRELAÇÃO ENTRE TIPO DE DESPORTO E NÚMERO DE PEAKS ANUAL.....	102

## LISTA DE FOTOS

FOTO 01	- CAMINHADA EM LEITO DE RIOS.....	87
FOTO 02	- CAMINHADA EM TRECHOS ABERTOS.....	87
FOTO 03	- CAMINHADA EM MONTANHAS.....	88
FOTO 04	- MOUNTAIN BIKE EM DIVERSOS TERRENOS.....	88
FOTO 05	- RAFTING EM CORREDEIRAS.....	89
FOTO 06	- CAIAQUE.....	89
FOTO 07	- ASCENÇÃO POR CORDAS.....	90
FOTO 08	- TIROLESA.....	90
FOTO 09	- ORIENTAÇÃO.....	91
FOTO 10	- UTILIZAÇÃO DE ANIMAIS.....	91
FOTO 11	- EMBARCAÇÕES DIFERENTES.....	92
FOTO 12	- MODALIDADES COMBINADAS.....	92
FOTO 13	- NAVEGAÇÃO POR MAPAS.....	96
FOTO 14	- EMPURRA BIKE.....	98
FOTO 15	- TRAVESSIA DE RIOS.....	100

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo fazer uma revisão dos conhecimentos da Ciência do Treinamento Desportivo e apresentar suas contribuições para a elaboração de programas de treinamento para as provas de Corrida de Aventura. Assim, procurou-se analisar os aspectos fisiológicos, anatômicos e bioquímicos do organismo humano, e os aspectos da periodização desportiva, bem como os fatores determinantes do desempenho nas provas de Corrida de Aventura. Estas são competições por equipes que devem realizar um percurso definido pela organização da prova por dias e noites ininterruptos, orientando-se por mapas e utilizando-se de diferentes meios de transporte não motorizados. Pela análise da literatura, percebemos que a movimentação humana nas suas diferentes formas baseia-se na inter-relação dos sistemas de produção de energia e que, juntamente com aspectos de percentual da carga máxima e tipo de movimentação, vão determinar as diferentes valências físicas. Estas valências são trabalhadas em ciclos de ganho de condição, estabilização do ganho e redução da carga, numa periodização que permite desempenhos superiores no momento das grandes competições. A comparação das Corridas de Aventura com os diferentes esportes permitiu identificar como capacidades físicas prioritárias a resistência aeróbica e a resistência muscular localizada, baseadas na obtenção de energia de forma aeróbica e principalmente através da utilização de ácidos graxos como combustível; é necessário também níveis consistentes de força, pois ocorrem situações de grande intensidade. Concluiu-se que a elaboração de programas de treinamento que abranjam aspectos da preparação física, técnico-tática, psicológica e social realmente vão levar os praticantes desta modalidade a alcançarem seus melhores desempenhos com diminuição dos riscos de lesão.

## 1. INTRODUÇÃO

Desde sua origem primitiva, seja por necessidades sazonais de busca de abrigo e alimentos, seja pelo espírito desbravador e aventureiro, os homens lançam-se em jornadas pelo mundo, percorrendo bosques e florestas, subindo e descendo montanhas, atravessando rios e lagos, cruzando desertos, numa vida de provações e desafios.

Em tempos antigos, a história retrata a saga de conquistadores, cientistas e exploradores que com seus mapas, suas mochilas, seu conhecimento e sua coragem cruzavam oceanos e atravessavam continentes, em longas e incertas jornadas.

Em tempos modernos, os desafios e provações de resistência encontram-se nos esportes: os enduros, a clássica prova de corrida da Maratona, as travessias a nado de águas abertas, os longos percursos de estrada de bicicleta.

E, em todos os tempos, sempre existiram visionários capazes de se aventurar pioneiramente em novos desafios. E, como cita FILHO (1995), o ano de 1978 foi o marco de uma nova era de desafios. Numa conversa entre marinheiros num bar de Honolulu, Hawaí, surgiu a questão: Qual a prova havaiana que representava o maior desafio de resistência? Seriam os 3.800 metros de natação da tradicional Waikiki Rough Water Swim? Ou os 180 km de ciclismo da famosa Around the Island Bike Race? Ou ainda os intermináveis 42.195 metros da maratona de Honolulu?

A resposta veio na maior prova de desafio realizada até então, o IRONMAN (Homem de Ferro) do Hawaí, prova multi-esportiva que englobou as três provas mais difíceis da ilha juntas e em seqüência, desafio este que inaugurou a história de um novo esporte: o triatlon.

Tomando conhecimento deste novo esporte, em 1980 surgiu o primeiro evento multi-esportivo da Nova Zelândia, o Alpine Ironmam, uma competição que reunia esqui, corrida e caiaque em águas brancas, prova nos moldes do Ironmam havaiano e também realizada em um dia. (MANN & SCHAAD, 2001)

Ainda em 1980 surge uma prova que apresentou um desafio ainda maior; uma prova com as modalidades de caiaque em águas brancas, corrida em montanhas e ciclismo de estrada, a Cost to Cost, com um percurso total de 242 km e com o diferencial de ser completada em dois dias ininterruptos de atividades.

Posteriormente, novas provas multi-esportivas foram surgindo. E, em 1989, foi realizada uma prova com características especiais de distância e modalidades, o RAID GAULOISES. Esta prova possuía as modalidades de orientação, rafting, canoa, cavalgada e montanhismo, com um percurso total de 500 km. Esta prova é considerada, como citam CALDWELL & SIFF (2001; p.08), a primeira Corrida de Aventura dentro dos formatos que conhecemos hoje.

O autor cita que a definição clássica para corridas de aventura é uma corrida multi-esportiva, com equipes autônomas de três a cinco integrantes e que dura vários dias, possuindo também o aspecto de ocorrer em lugares isolados e muitas vezes inóspitos.

De acordo com FERREIRA (1999; p.240), o termo *aventura* vem do latim (*adventura*) e significa o que está por vir. Isto representa bem o espírito destas competições, onde cada prova é uma prova única, onde a orientação e a navegação precisam descobrir o melhor caminho e situações inesperadas podem acontecer a qualquer momento.

Baseado no Raid Gauloises, em 1990 surge também na Nova Zelândia o Southern Traverse, que acontece anualmente e é uma das provas mais famosas. Desde então, outros países criaram suas versões, como a Eco-Challenge nos EUA, a Raid the North no Canadá, o Elf Authentique na França e outras.

No Brasil, em 1998 foi criada a Sociedade Brasileira de Corridas de Aventura, que organizou a primeira corrida de aventura brasileira, a Expedição Mata Atlântica – EMA. Atualmente, o Brasil possui muitas provas isoladas alguns circuitos permanentes com várias etapas, como o Circuito Chauás de Aventura, o Circuito Ultimate Adventure, o Aclive Adventure, o Circuito Raid Brasil, o Carioca Adventure, o EcoGerais, o Circuito Potiguar de Corridas de Aventura, o Circuito Paraense, o Circuito Centro-Oeste de Corridas de Aventura, a Copa Ametur de Corrida de Aventura e o Circuito ExtremAventura-PR. (ADVENTUREMAG, 2004)

## 1.1 – IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

As corridas de aventura são competições de resistência recentes e que englobam diversas qualidades físicas.

Assim, na preparação física de equipes para provas de Corrida de Aventura, quais os aspectos de valências físicas prioritárias, métodos de treinamento e sistemas de periodização mais indicados para seu desenvolvimento?

## 1.2 – JUSTIFICATIVA

A Corrida de Aventura é um esporte recente e ainda em desenvolvimento, onde modelos de prova estão se consolidando, circuitos permanentes sendo desenvolvidos, grupos estaduais e nacionais sendo organizados.

A grande e recente divulgação pelos meios de comunicação dos esportes radicais e das práticas esportivas realizadas na natureza gerou um grande aumento na realização das provas de Corrida de Aventura e certa popularização da sua prática por diversos esportistas.

As exigências esportivas próprias que possuem estas competições e o fato das provas realizarem-se em situações abertas na natureza geram a necessidade de uma bem orientada planificação do treinamento a fim de se diminuir o risco de lesões e de sobretreinamento.

Assim, faz-se necessário estudos específicos para a identificação das qualidades determinantes da preparação desportiva e que orientem para programas de treinamento mais específicos.

### 1.3– OBJETIVOS

#### 1.3.1 – Objetivo Geral

Apresentar as contribuições que a Ciência do Treinamento Desportivo pode trazer para a organização e adequação do treinamento para as recentes provas de Corrida de Aventura.

#### 1.3.2 – Objetivos Específicos

- a) Determinar os aspectos de treinamento de uma preparação desportiva;
- b) Analisar os mecanismos bioquímicos para a obtenção de energia;
- c) Analisar fisiológica e anatomicamente os sistemas circulatório e respiratório;
- d) Examinar a estrutura e os mecanismos fisiológicos do sistema neuro-muscular;
- e) Definir as valências físicas corporais;
- f) Identificar os princípios do treinamento desportivo;
- g) Analisar os ciclos de periodização do treinamento;
- h) Identificar as adaptações ocorridas com o treinamento;
- i) Examinar os métodos de treinamento;
- j) Identificar aspectos da preparação desportiva das provas de corrida de aventura;
- k) Analisar os aspectos da elaboração de ciclos de treinamento para corredores de aventura

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 – ASPECTOS DO TREINAMENTO DESPORTIVO

O termo “treinar” pode ser aplicado em vários contextos, sendo sinônimo de trabalhar, praticar, ensaiar, exercitar e outros; e todos estes termos referem-se ao ato intencional, organizado e direcionado de se aprender e se aperfeiçoar na prática de alguma tarefa, atividade, habilidade.

Na área do esporte, diversos autores têm dado sua contribuição na definição de Treinamento Desportivo; TUBINO (1984; p.34) cita autores como Hollman, que define como a “soma de solicitações corporais repetidas, executadas em espaços de tempo determinados, destinados a aumentar o rendimento, as quais levam a modificações morfológicas e funcionais no organismo”; e Bayer, que define como um “meio encaminhado a exercitar e coordenar as funções fisiológicas dos diferentes grupos musculares do organismo”. Mais contemporaneamente, DANTAS (1998; p.24) chama de Treinamento Desportivo ao “conjunto de procedimentos e meios utilizados para se conduzir o atleta à sua plenitude física, técnica e psicológica dentro de um planejamento racional, visando executar uma performance máxima num período determinado”.

A área do Treinamento Desportivo é relativamente recente, mas possui referências através dos tempos, passando por diferentes períodos até chegar aos dias atuais. DANTAS (1998; p.23) sugere atualizar a divisão de Pereira da Costa e separa sua evolução nos seguintes períodos:

- Período da Arte, que vai da 1ª Olimpíada da Antiga Grécia (778 a.C.) até a 1ª Olimpíada da Era Moderna (Atenas – 1896);
- Período da Improvisação, que vai da 1ª Olimpíada da Era Moderna (Atenas – 1896) até as VII Olimpíadas (Antuérpia – 1920);
- Período do Empirismo, das VII Olimpíadas (Antuérpia – 1920) até as XV Olimpíadas (Helsinque –1952);
- Período Pré-Científico, das XV Olimpíadas (Helsinque –1952) até as XVIII Olimpíadas (Tóquio – 1964);
- Período Científico, das XVIII Olimpíadas (Tóquio – 1964) até as XXII Olimpíadas (Moscou –1980);

- Período Tecnológico, das XXII Olimpíadas (Moscou –1980) até as XXV Olimpíadas (Barcelona – 1992);
- Período do Marketing, a partir das XXV Olimpíadas (Barcelona – 1992).

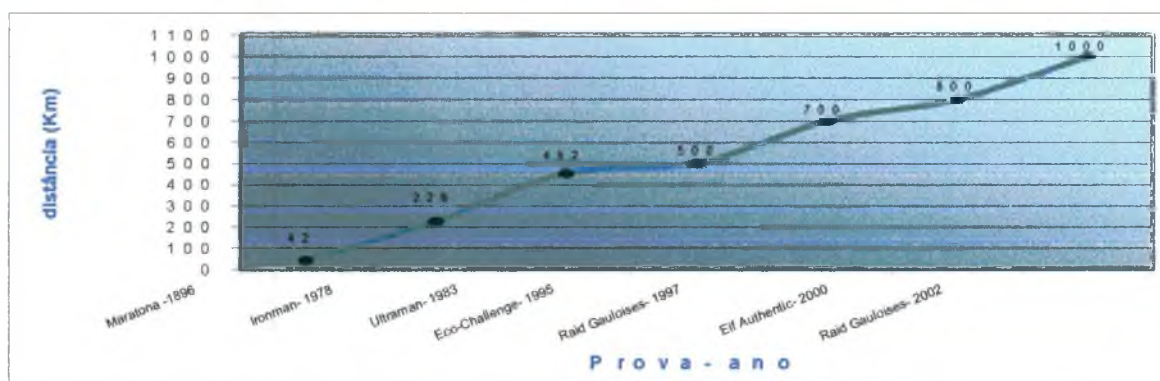
Durante os períodos da Arte e da Improvisação, os vencedores das competições eram aqueles que possuíam maiores recursos inatos; no Período do Empirismo o enfoque começa a mudar e passa-se a aceitar que um desempenho de alto nível é fruto do correto planejamento do treinamento; no Período Pré-Científico são criados métodos de musculação e sistemas de treinamento e os países socialistas e capitalistas passaram a ver no esporte um eficaz meio de propaganda de seus sistemas políticos.

A determinação política e o enorme volume de recursos gastos em pesquisas no desporto de alto nível causaram uma verdadeira revolução no Período Científico, onde subáreas como fisiologia, cinesiologia, anatomia, nutrição, psicologia, entre outras, passaram a atuar mais efetivamente, gerando a necessidade de se criar equipes multidisciplinares para se planejar o treinamento.

Depois das Olimpíadas de Moscou, em 1980, ocorreram grandes mudanças na motivação do desporto de alto rendimento. Empresas passaram a investir grandes quantias de dinheiro no treinamento de atletas e equipes, tornando o esporte-espetáculo o ápice do processo, e o lucro que pode ser gerado o principal motivo de preocupação, principais características dos períodos Tecnológico e de Marketing.

O gráfico a seguir mostra a evolução das distâncias das competições de endurance no decorrer destes períodos.

GRÁFICO 01 – EVOLUÇÃO DAS DISTÂNCIAS NAS COMPETIÇÕES DE ENDURANCE



FONTE: CONTIN (2003; p.11)

### 2.1.1 - Preparação Desportiva

O conhecimento dos diversos fatores que influenciam no desempenho esportivo foi se acumulando ao longo dos diversos períodos de evolução do Treinamento Desportivo. As muitas descobertas que cada período trouxe, muitas vezes através de tentativa-e-erro, se somaram e formam um corpo de conhecimento próprio, abrangendo conhecimentos de várias disciplinas e exigindo a participação ativa de diversos profissionais.

TUBINO (1984; p.120) cita o belga Mollet como o primeiro a considerar o Treinamento Desportivo dentro de sua totalidade ao propor as seguintes partes para o Treinamento Total:

- a) desenvolvimento da potência orgânica;
- b) desenvolvimento da potência neuromuscular;
- c) aquisição da técnica;
- d) mobilização da força psíquica;
- e) treinamento invisível (alimentação, hábitos de vida e recuperação);
- f) atividades de medicina desportiva;
- g) intervenção social.

O conhecimento acumulado pelas Ciências do Esporte ao longo do tempo possibilitou identificar valências que influenciam no desempenho esportivo, que respondem a estímulos e podem ser melhorados com o treinamento. WEINECK (1999; p.23) cita os seguintes objetivos do treinamento:

- a) Objetivos Psicomotores: que compreendem por um lado os fatores condicionais que dizem respeito às capacidades de trabalho dos sistemas neuromuscular, cardio-respiratório e articular, e por outro a capacidade coordenativa e de habilidade;
- b) Objetivos Cognitivos: que se referem não só aos conhecimentos técnicos e táticos das diferentes situações e práticas desportivas, mas também envolvem conhecimentos básicos para otimização e aumento da eficácia dos treinamentos;
- c) Objetivos Afetivos: representados pela força de vontade, autoconfiança, autocontrole, e que envolve o desenvolvimento de atitudes e estados emocionais desejáveis, respostas a estados estressantes, sociabilização, adequação da ansiedade, motivação etc.

Em termos organizacionais, um modelo muito utilizado (TUBINO, 1984; BARBANTI, 1979; DANTAS, 1998) de análise das valências é formado por três níveis de preparação:

- a) Preparação Psicológica;
- b) Preparação Técnico-Tática;
- c) Preparação Física.

Juntamente com estes três enfoques, existe uma Preparação Invisível, ou Complementar, que dará as devidas condições no processo e é expressa por uma alimentação adequada, por um descanso recuperador e por hábitos de vida que gerem tranquilidade emocionais e espirituais.

Apesar de distintas didaticamente, as preparações expressam interdependência em diversos níveis nas práticas e nos treinos. Esta distinção serve de orientação para a identificação de prioridades a serem trabalhadas e permite que objetivos parciais específicos sejam estabelecidos, direcionando para uma nova situação que inclui novas etapas a serem cumpridas.

#### 2.1.1.1 - Preparação Técnico-Tática

Baseado em BOMPA (2002) e TUBINO (1984), poderíamos definir a técnica como um modo específico de realizar um movimento, com base num posicionamento e numa coordenação corporal específicos, de modo a desempenhar determinadas habilidades com o mínimo de desgaste e o máximo de sucesso e eficiência.

Ao se visar à perfeição do modelo técnico e a obtenção do automatismo na sua execução, estão sendo fornecidos ao atleta fundamentos que possibilitarão que ele utilize eficientemente seu potencial funcional e, posteriormente, desenvolva um estilo pessoal.

Para Matvéiev, citado por TUBINO (1984; p.158), a preparação técnica deverá ter como propósitos:

- a) a assimilação e a ampliação da teoria do desporto em questão;
- b) a ampliação do arsenal de destrezas e hábitos motores favoráveis para o aperfeiçoamento do desporto eleito;

c) o aperfeiçoamento dos gestos desportivos específicos da modalidade em preparação.

Baseado em DANTAS (1998; p.29), entende-se tática como a arte e a estratégia de organizar os recursos dos atletas nos diferentes momentos da prática desportiva, de modo a maximizar o trabalho da equipe e distribuir mais eficientemente a energia; a tática é organizada dentro dos limites do regulamento e da desportividade, levando-se em conta, por um lado, as qualidades e particularidades dos nossos atletas, e por outro, as condições e características dos adversários.

Matvéiev, citado por DANTAS (1998; p.29), estabelece os seguintes propósitos num prepara tático:

- a) assimilação dos fundamentos teóricos do desporto em questão;
- b) estudo das possibilidades dos adversários e das prováveis condições da competição;
- c) assimilação dos recursos táticos e de suas combinações e variações;
- d) desenvolvimento do pensamento tático, visando à elaboração de soluções táticas a serem adotadas em situações imprevistas.

TUBINO (1984; p.157) ressalta que as linhas de ação da preparação técnico-tática variam nos diferentes esportes, dependendo diretamente de suas características.

#### 2.1.1.2 - Preparação Psicológica

No treinamento visando o rendimento o esportista é muitas vezes sobrecarregado com uma grande carga psicofísica. O treinamento exaustivo, a limitação das horas de lazer, o controle dos hábitos de vida, a concorrência acirrada, a constante auto-superação, são fatores que conferem aos atletas exigências próprias.

Para Vanek, citado por TUBINO (1984; p.343), a preparação psicológica é a "totalidade das medidas, métodos e meios que influenciam diretamente ou tangencialmente sobre os desportistas, fortalecendo as reações, as qualidades e as atitudes necessárias para um treinamento bem orientado e para obter o êxito na competição em conformidade com o regulamento desportivo e a moral social".

Este autor ainda estabelece os seguintes propósitos principais para a preparação psicológica:

- a) modelagem dos atletas;
- b) variação e graduação do stress;
- c) regulação das tensões psicológicas;
- d) abordagens psicológicas individuais;
- e) socialização dos atletas.

O preparo psicológico propiciará ao atleta suportar o treinamento e atingir o máximo de suas potencialidades, procurando dar uma consistência às performances e superando ocasiões difíceis com força de vontade, persistência, disciplina, decisão, liderança, cooperação, honra, tranqüilidade, confiança, audácia e domínio de si.

#### 2.1.1.3 - Preparação Física

DANTAS (1998; p. 37) diz que a “preparação física constitui-se pelos métodos e processos de treino, utilizados de forma seqüencial em obediência aos princípios da periodização e que visam levar o atleta ao ápice de sua forma física específica, a partir de uma base geral ótima.” Vemos, portanto, que visa o desenvolvimento dos diversos sistemas do organismo, e principalmente dos sistemas cárdio-respiratório, neuromuscular e articular, dando os recursos orgânicos para a realização adequada do gesto técnico.

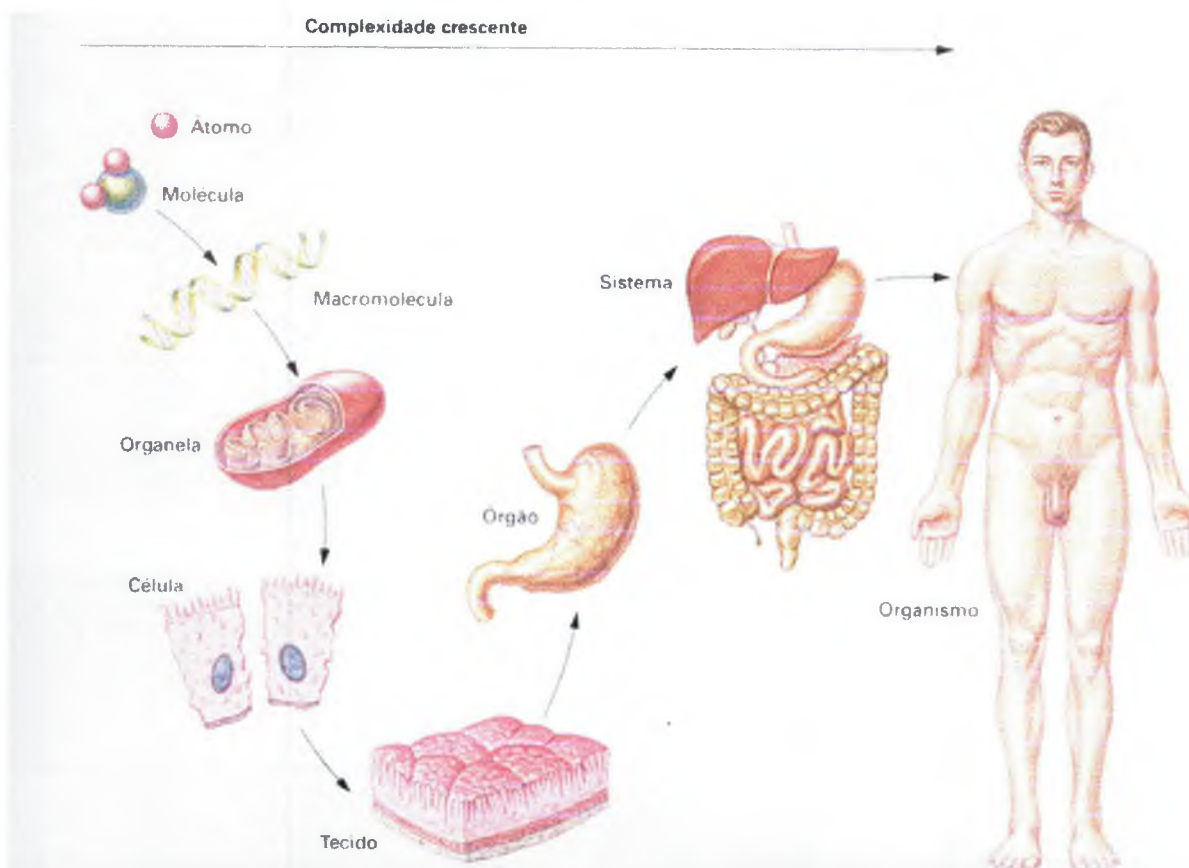
TUBINO (1984; p.177) enfatiza que cada desporto envolve-se com determinadas qualidades físicas e a identificação e a adequação dessas valências aos objetivos formulados é o passo fundamental para o êxito de uma preparação física.

Assim, para a compreensão da aplicação de uma metodologia científica de treinamento desportivo, é necessário o conhecimento dos principais aspectos anatômicos, fisiológicos e bioquímicos e das adaptações surgidas nos atletas durante o andamento progressivo da preparação planejada.

## 2.2 - ASPECTOS BIOLÓGICOS DO ORGANISMO

O organismo humano é uma unidade que apresenta uma organização progressiva em complexidade e possui um equilíbrio interno em relação ao meio chamado homeostasia.

FIGURA 1 – NÍVEIS DE ORGANIZAÇÃO DO ORGANISMO

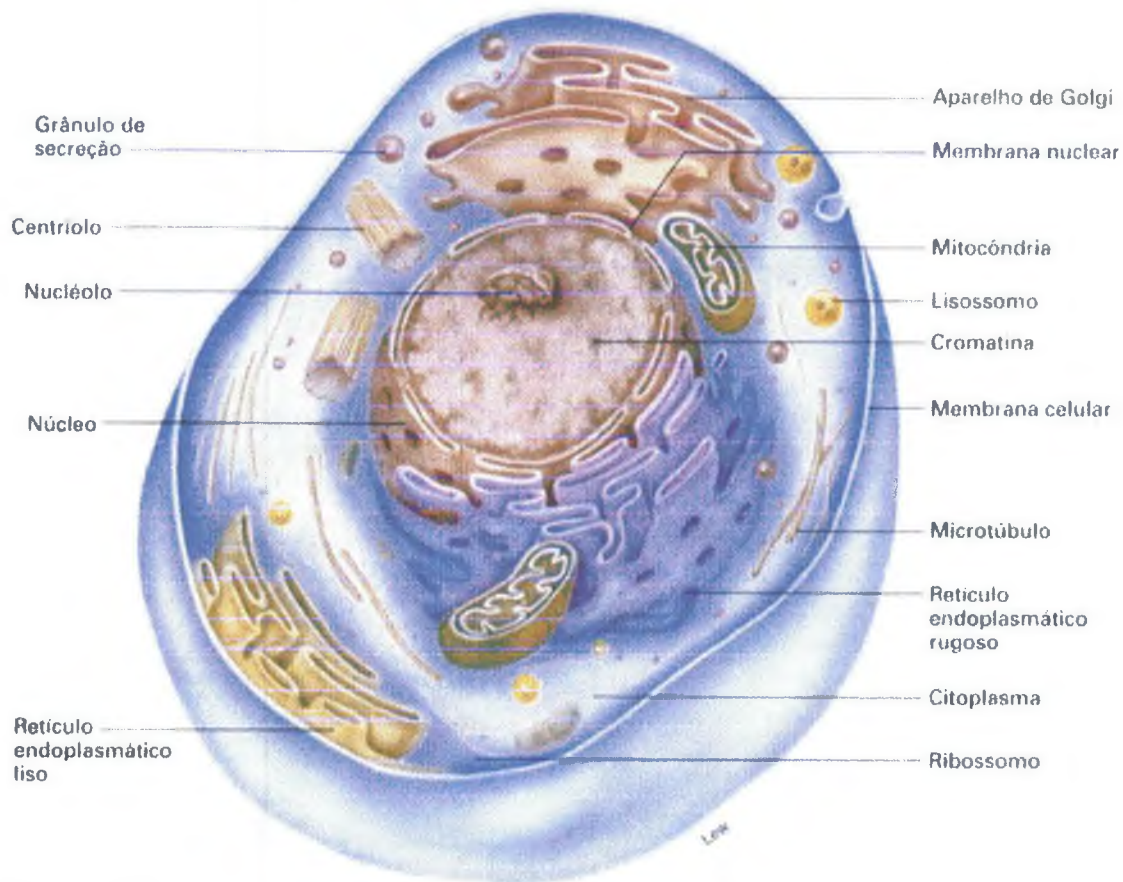


FONTE: VAN DE GRAAFF (2003; p.29)

A célula é o componente estrutural e funcional básico da vida. É a nível celular que as funções de metabolismo, crescimento, irritabilidade (resposta a estímulos), reparo e replicação são executados.

VAN DE GRAAFF (2003; p.28) explica que as células são constituídas por moléculas, estruturas formadas pelos átomos, partículas que formam a matéria e que se ligam entre si formando estruturas maiores. Certas moléculas, por sua vez, agrupam-se em arranjos específicos e formam estruturas denominadas organelas, sendo que cada organela desempenha uma função específica.

FIGURA 2 – CÉLULA ANIMAL TÍPICA



FONTE: VAN DE GRAAFF (2003; p.54)

VAN DE GRAAFF (2003; p.53) cita os seguintes componentes da célula:

- membrana celular: dá forma e controla a passagem de materiais para dentro e para fora da célula;
- citoplasma: serve de substância matriz na qual ocorrem as reações químicas;
- retículo endoplasmático: fornece a armação de suporte dentro do citoplasma, transporta materiais e fornece ligação para os ribossomos;
- ribossomos: sintetizam proteínas;
- aparelho de Golgi: sintetiza carboidratos, acondiciona moléculas para secreção e secreta lipídios e glicoproteínas;
- mitocôndrias: liberam energia das moléculas de alimentos e transformam energia em ATP utilizável;
- lisossomos: digerem moléculas estranhas e células lesadas;

- h) peroxissomos; contém enzimas que desintoxicam as moléculas prejudiciais e destroem o peróxido de hidrogênio;
- i) centrossomo: ajuda a organizar as fibras do fuso e distribui os cromossomos durante a divisão celular;
- j) vacúolos: armazenam e liberam várias substâncias dentro do citoplasma;
- k) fibrilas e microtúbulos: suportam o citoplasma e transportam substâncias para seu interior;
- l) cílios e flagelos: movimentam partículas ao longo da superfície celular ou movimentam a célula;
- m) membrana nuclear: dá suporte ao núcleo e controla a passagem de substâncias entre o citoplasma e o núcleo;
- n) nucléolo: forma ribossomos;
- o) cromatina: contém o código genético que determina quais proteínas (especialmente enzimas) devem ser feitas pela célula.

Células especializadas em desempenhar determinadas funções juntam-se em grupos, formando os Tecidos. JUNQUEIRA & CARNEIRO (1995) explicam que existem, nos animais, quatro tecidos fundamentais:

- a) Tecido Epitelial: que apresenta células justapostas, intimamente unidas e que tem por funções proteger e revestir o organismo, e em alguns casos, secretar substâncias;
- b) Tecido Conjuntivo: é um tecido de sustentação, onde as células encontram-se separadas por um líquido intercelular, e tem a função de unir os órgãos, preenchendo os espaços entre eles;
- c) Tecido Muscular: possui células alongadas chamadas fibras, que possuem as propriedades de tonicidade, contractilidade e elasticidade, tornando possível o movimento;
- d) Tecido Nervoso: sua característica é perceber e produzir estímulos, possuindo células estreladas e geralmente longas chamadas neurônios, altamente especializadas de acordo com o sentido onde atua.

Um tecido ou um grupo de tecidos diferentes que trabalham em conjunto para realizar uma determinada tarefa são chamados Órgãos. São exemplos de órgãos o coração, o fígado, os rins, o estômago, o pâncreas, os pulmões etc.

O conjunto de vários órgãos diferentes que desempenham funções comuns ou inter-relacionadas forma os Sistemas, como o sistema digestivo, o sistema respiratório, o sistema locomotor, o sistema reprodutor etc. O corpo humano é formado por um conjunto de sistemas. Uma das funções mais importantes de qualquer sistema de controle fisiológico consiste em manter a homeostasia do organismo, regulando para que certas variáveis permaneçam em níveis ótimos. Os sistemas atuam nas funções vitais de: Nutrição, que compreende a digestão, a respiração, a circulação e a excreção; Relação, que se compõe da locomoção e dos sentidos e relacionam o indivíduo com o meio em que vive; Reprodução, que objetiva a conservação da espécie, atuando através dos sistemas genitais masculinos e femininos; e Coordenação, que representa o controle de todos os órgãos e sistemas e compreendem grupos controladores como o sistema nervoso e o sistema endócrino.

Esta divisão ajuda-nos a compreender o organismo humano, mas sempre sabendo que este existe como uma unidade, onde cada função desempenhada por um sistema, um órgão, um tecido ou uma célula, apresenta uma total interdependência com as outras estruturas.

### 2.2.1 – Bioenergética

Toda função biológica necessita de energia. MCARDLE *et al.* (1998; p.85) colocam que "é difícil definir energia em termos concretos de dimensões, formas ou massa. ...O termo energia implica um estado dinâmico, uma condição de mudança, pois a presença de energia é revelada somente quando ocorre uma mudança... Dentro deste contexto, energia pode ser definida como a capacidade de realizar trabalho", sendo este definido como a aplicação de uma força através de uma distância. Assim, energia e trabalho são conceitos inseparáveis.

FOSS & KETEVIAN (2000; p.18) citam que existem seis formas de energia: nuclear, luminosa, térmica, elétrica, química e mecânica, sendo que as leis físicas da termodinâmica preceituam que a energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada de uma forma para outra, onde qualquer redução em uma forma de energia corresponde a um aumento equivalente em outra forma.

Os autores citam ainda que toda energia em nosso sistema solar tem origem na energia nuclear do Sol. Parte desta energia alcança a Terra na forma de energia luminosa. Esta energia luminosa é armazenada na forma de energia química pelas plantas ao elaborar moléculas energéticas e estruturais a partir de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), num processo chamado fotossíntese.

Ao nos alimentarmos das plantas e de outros animais, decompomos o alimento em suas moléculas constituintes e posteriormente as desintegramos, num processo metabólico chamado respiração celular.

### 2.2.2 – Macronutrientes

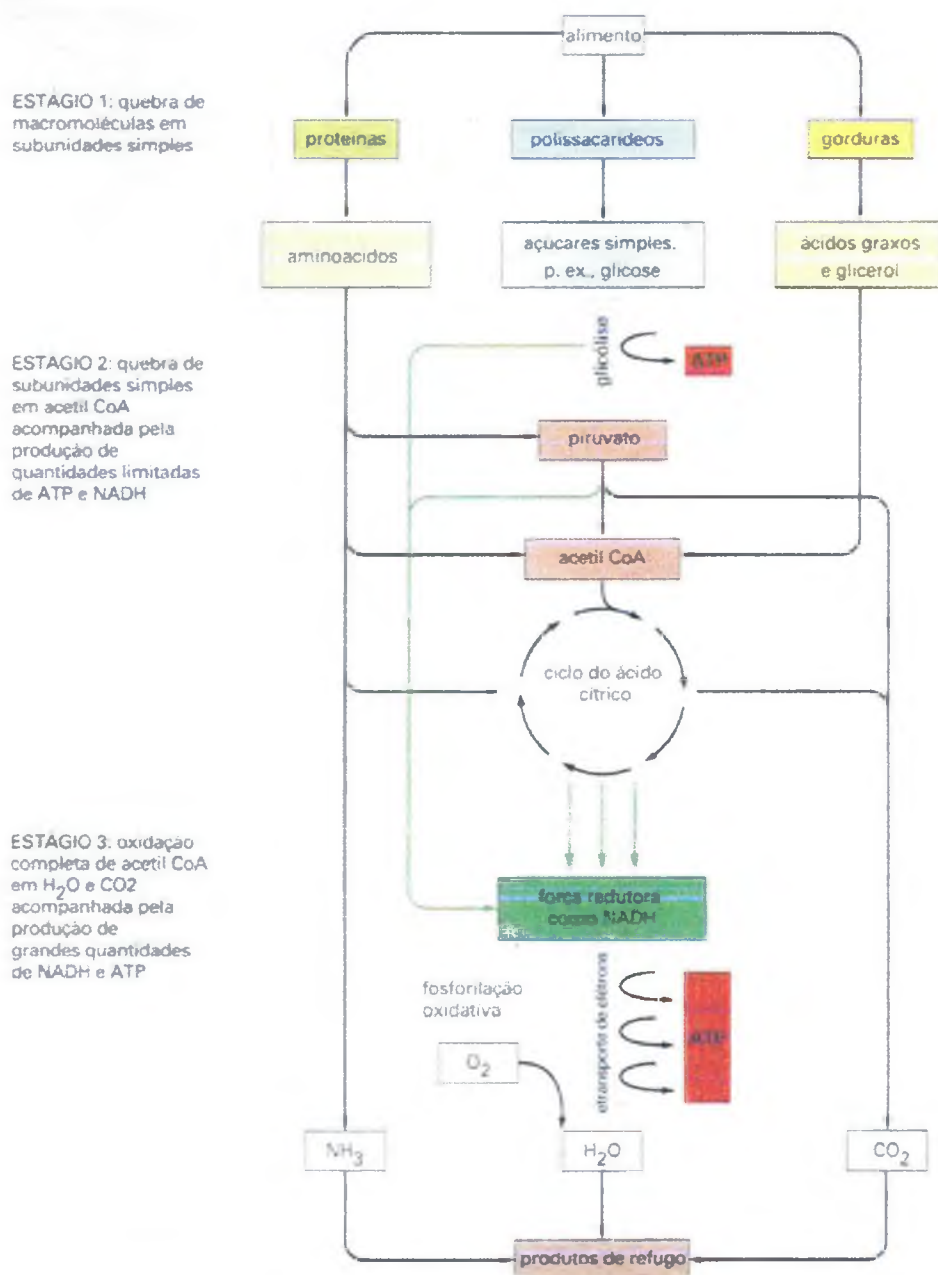
Os nutrientes representados por carboidratos, gorduras e proteínas, chamados macronutrientes, são absorvidos na alimentação e fornecem a energia necessária para manter as funções corporais em repouso e durante as várias formas de atividade física.

A energia derivada da oxidação do alimento não é utilizada diretamente para realizar trabalho; ela é extraída em pequenas quantidades durante reações controladas enzimaticamente, e é recolhida e conduzida como uma forma acessível de energia química através do composto rico em energia química ATP. O ATP (adenosina trifosfato) é a fonte de energia utilizada por nossas células e está sempre em constante produção e desintegração a partir de seus constituintes: adenosina difosfato (ADP) e fósforo inorgânico (Pi).

A figura 03 mostra um esquema da integração do metabolismo dos diversos macronutrientes, processo esse que pode ser entendido, segundo ALBERTS *et al.* (1997) e LEHNINGER (1995), em três etapas.

No estágio 1, denominado digestão, as grandes moléculas poliméricas são quebradas em suas unidades constituintes e disponibilizadas às células; o estágio 2 ocorre no citoplasma, depois que as moléculas produzidas no estágio 1 entram nas células e corresponde à quebra destas moléculas menores; o estágio 3 ocorre no interior das mitocôndrias e é onde é produzida a maior parte da energia do organismo.

FIGURA 03 – DIAGRAMA SIMPLIFICADO DO METABOLISMO DOS MACRONUTRIENTES



FONTE: ALBERTS *et al.* (1997; p. 67).

### 2.2.2.1 – Carboidratos / Glicídeos

Os carboidratos são compostos orgânicos formados essencialmente por Carbono, Oxigênio e Hidrogênio, possuindo a fórmula geral  $C_nH_{2n}O_n$ . Os carboidratos possuem primordialmente funções energéticas. Diversos autores

(BURTON, 1979; WILSON, 1982; MAHAN & STUMP, 1998) citam que de acordo com a complexidade relativa da molécula, podem ser subdivididos em:

a) Monossacarídeos: incluem uma série de aldeídos e cetonas agrupadas de acordo com o número de átomos de carbono na cadeia: trioses, tetroses, pentoses, hexoses e heptoses. As hexoses Glicose, Frutose e Galactose são os monossacarídeos de maior importância dietética. (WILSON, 1982)

A glicose é o principal produto formado pela hidrólise\* de carboidratos mais complexos na digestão e a forma de açúcar normalmente encontrada na corrente sanguínea. É oxidada nas células como uma fonte primária de energia e armazenada no fígado e nos músculos na forma de glicogênio. Sob condições normais, o Sistema Nervoso Central utiliza apenas a glicose como fonte de energia.

b) Dissacarídeos: são formados pela condensação de dois monossacarídeos; os principais dissacarídeos são:

- Sacarose = glicose + frutose
- Maltose = glicose + glicose
- Lactose = glicose + galactose

c) Polissacarídeos: são formados pela combinação de um grande número de monossacarídeos, onde os polissacarídeos energéticos primordiais são: o amido, principal forma de armazenamento de carboidrato nos vegetais, e glicogênio, principal forma de armazenamento nos animais.

O glicogênio corporal é encontrado no fígado e nos músculos. O glicogênio muscular, que representa cerca de dois-terços da reserva total, é utilizado somente nas células musculares, enquanto a glicose e o glicogênio hepático servem de fonte de energia para qualquer tipo de célula do organismo.

#### 2.2.2.1.1 – Digestão e absorção

BURTON (1979) explica que quando ingeridos, a maioria dos carboidratos está sob a forma de polissacarídeos, que necessitam ser hidrolisados em açúcares simples antes que possam ser absorvidos.

---

\*Hidrólise: processo pelo qual moléculas orgânicas complexas, na presença de água, são degradadas em formas mais simples. (McArdle, 1998)

O processo de digestão tem início na boca com a quebra do amido sob ação da enzima amilase salivar. No estômago, a amilase salivar continua a agir até que a massa alimentar fique muito ácida, pela presença do ácido clorídrico do estômago. Nenhuma enzima digestora de carboidratos é secretada no estômago. No intestino delgado, a amilase pancreática termina de transformar o amido em maltose. (WILSON, 1982)

BURTON (1979) cita que a principal porção dos dissacarídeos não é hidrolisada em seus monos no lúmen intestinal, e sim absorvidos como tais pelas células da membrana mucosa do intestino delgado, ricas em enzimas maltase, sacarase e lactase, que hidrolisam os dissacarídeos e secretam os monossacarídeos resultantes na corrente sanguínea portal.

#### 2.2.2.1.2 – Metabolismo Energético

WILSON (1982) e BURTON (1979) citam que os monossacarídeos absorvidos no trato intestinal são transportados para o fígado pela circulação portal\*. No fígado, então, a frutose e a galactose são quantitativamente transformadas em glicose. Essa glicose pode ser liberada na corrente sanguínea para ser distribuída aos tecidos, ou ser polimerizada em glicogênio (glicogênese), a forma de armazenamento de carboidrato no organismo.

Outros tecidos além do fígado são também capazes de sintetizar glicogênio, como as musculaturas esquelética, cardíaca e lisa.

A concentração sanguínea de glicose deve permanecer em níveis ótimos. Uma concentração acima da normal (hiperglicemia) estimula a sua retirada, enquanto uma concentração abaixo da normal estimula sua produção.

WILSON (1982) cita que as fontes que fornecem glicose à corrente sanguínea são:

- a) os carboidratos da dieta;
- b) o glicogênio do fígado (glicogenólise);
- c) os aminoácidos glicogênicos (ciclo da alanina);
- d) o glicerol dos lipídeos;

---

\* Sistema que drena o sangue dos capilares do intestino, do pâncreas, do baço, do estômago e da vesícula biliar para os capilares do fígado. (Van de Graaff, 2003)

e) os ácidos pirúvico e láctico (ciclo de Cori).

A formação da glicose através das três últimas fontes citadas recebe o nome de neoglicogênese.

MCARDLE *et al.* (1998) explicam que quando o glicogênio funciona como fonte de glicose para a obtenção de energia, processo denominado glicogenólise, um componente da glicose é clivado de cada vez da molécula de glicogênio, processo esse regulado pela enzima glicogênio fosforilase, cuja atividade é grandemente influenciada pela ação da adrenalina.

Por outro lado, a glicose é retirada do sangue através das seguintes vias:

- a) sua apreensão e utilização pelas células do organismo como fonte de energia;
- b) sua conversão para glicogênio (glicogênese);
- c) sua conversão para gordura (lipogênese);
- d) sua incorporação nos compostos do organismo que contém carbonos;
- e) sua eliminação na urina quando excede o limite renal.

FOSS & KETEVIAN (2000) e MCARDLE *et al.* (1998) explicam que quando a molécula de glicose penetra na célula para ser utilizada como energia, sofre uma série de reações químicas denominadas coletivamente de glicólise. Durante este processo, que ocorre no citoplasma celular (citosol), dois pares de átomos de Hidrogênio são arrancados do substrato e seus elétrons são transferidos para moléculas carreadoras de hidrogênios, o  $\text{NAD}^+$  (nicotinamida adenina dinucleotídeo), a fim de formar NADH. Assim, o saldo final da glicólise é a produção de 2 ATPs, a formação de 2 NADH e a liberação de 2 moléculas de ácido pirúvico.

O destino do ácido pirúvico depende da presença ou não de Oxigênio. Na falta sua falta, o ácido pirúvico é convertido em ácido láctico, e este em lactato. WILMORE & COSTILL (2001) explicam que o ácido láctico e o lactato não são o mesmo componente. O ácido láctico é um ácido com a fórmula química  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ , enquanto o lactato é qualquer sal do ácido láctico. A glicólise anaeróbica produz o ácido láctico, mas ele rapidamente se dissocia e o sal é formado. Por esta razão, os termos são muitas vezes utilizados de forma intercambiável.

Em presença de oxigênio suficiente, o ácido pirúvico é convertido em piruvato, este é transformado em acetil, que forma o acetil-Coenzima A. Este metabólito intermediário é de grande importância porque, além de sua participação na oxidação dos carboidratos, ele é formado também durante o catabolismo de ácidos graxos e

de alguns aminoácidos, sendo um metabólito que relaciona o metabolismo de carboidratos, gorduras e proteínas.

A seguir, este composto intermediário penetra no interior das mitocôndrias e entra no segundo estágio de desintegração dos carboidratos, conhecido como Ciclo de Krebs, Ciclo do Ácido Tri-Carboxílico ou Ciclo do Ácido Cítrico.

Este processo consiste na seqüência de reações químicas onde a porção acetil ( $\text{CH}_3\text{CO}$ ) do acetil-CoA combina-se com o ácido oxalacético para formar o ácido cítrico. Durante os estágios sucessivos, diversas moléculas de água são acrescentadas, desdobrando o substrato inicial em moléculas de dióxido de carbono e átomos de hidrogênio, os últimos sendo ligados a dois tipos de carreadores, o NAD e o FAD (flavina adenina dinucleotídeo). O saldo final deste processo é a formação de 1 ATP, 4 NADH, 1  $\text{FADH}_2$  e 3 moléculas de  $\text{CO}_2$  por molécula de piruvato metabolizada.

Prosseguindo, os átomos de Hidrogênio liberados na glicólise e no Ciclo de Krebs seguem para as cristas mitocondriais para serem metabolizados, num processo denominado Cadeia Transportadora de Elétrons. Estes hidrogênios, então, são clivados em prótons e elétrons. Ao longo da membrana interna da mitocôndria, os elétrons são passados para a coenzima Q e, a seguir, para uma série de carreadores de elétrons ferro-proteína denominados citocromos.

GREENHAFF *et al.* (2000) explicam que a transferência de elétrons provoca o bombeamento dos íons de  $\text{H}^+$  da matriz interna da membrana da mitocôndria para um espaço entre as membranas interna e externa. A Alta concentração de carga positiva nessa região faz com que os íons  $\text{H}^+$  voltem para a matriz mitocondrial. Neste processo, os íons são transferidos de um nível de energia mais alta para um mais baixo. Essa energia acaba sendo utilizada para a formação de ATP, num processo chamado de fosforilação oxidativa. No final da cadeia, o  $\text{H}^+$  combina-se com o oxigênio para formar água. Assim, a Cadeia transportadora de elétrons possui um saldo final de 16 ATP e 6 moléculas de água por molécula de piruvato.

Assim, como cita MCARDLE *et al.* (1998, p.109), a desintegração completa de uma molécula de glicose no músculo esquelético representa a produção total de trinta e seis moléculas de ATP.

### 2.2.2.2 – Gorduras / Lipídeos

Os lipídeos constituem um grupo altamente heterogêneo de compostos, que contém carbono, Hidrogênio e Oxigênio, e alguns apresentam também Fósforo. Estes compostos exercem funções estruturais, energéticas, coenzimáticas e hormonais, apresentando em comum a propriedade de serem insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos como o éter e o clorofórmio.

Segundo diversos autores (BURTON, 1979; WILSON, 1982; MCARDLE *et al.*, 1998), os lipídeos podem ser classificados segundo sua estrutura em:

a) Lipídeos Simples: também chamado de gorduras neutras, são ésteres de ácidos graxos com vários álcoois, como a cera e os triglicerídeos. Estes são a principal forma de armazenamento de gordura no corpo (95%). A maior parte é armazenada no citoplasma das células brancas do tecido adiposo, embora o fígado e os músculos esqueléticos também contenham estoques de importância fisiológica.

A molécula de triglicerídeo (também chamada de triacilglicerol) é formada por uma molécula central de glicerol (com 3 Carbonos), conectada a três moléculas de ácidos graxos, cadeias de hidrocarbonetos com um grupo terminal de ácido carboxílico (-COOH). Há 24 ácidos graxos comuns que diferem na extensão da cadeia de carbonos, no grau e na natureza da saturação. (MAHAN & STUMP, 1998)

Segundo GREENHAFF *et al.* (2000), os ácidos palmítico (com 16 carbonos em sua cadeia) e oléico (com 18 Carbonos) são mais utilizados como fonte de energia.

b) Lipídeos Compostos: são constituídos de um lipídeo simples combinado a outras substâncias químicas. Os principais grupos são os Glicolipídeos, os Esfingolipídeos, os Fosfoglicerídeos e as Lipoproteínas.

As lipoproteínas são formadas sobretudo no fígado e na circulação e constituem a principal forma de transporte de gordura no sangue. Como os triglicerídeos isoladamente são quase insolúveis em água, a presença de um revestimento de proteínas é necessário para aumentar a solubilidade do lipídeo que eles envolvem.

GREENHAFF *et al.* (2000) citam que as lipoproteínas plasmáticas são classificadas segundo sua densidade em lipoproteínas de Alta Densidade (HDL),

que contém uma quantidade mínima de colesterol, lipoproteínas de Baixa Densidade (LDL) e lipoproteínas de Muito Baixa Densidade (VLDL)

c) Lipídeos Derivados: inclui substâncias derivadas da hidrólise dos lipídeos simples e compostos, como ácidos graxos, álcoois e álcoois esteróicos como o colesterol, presente em todas as células do organismo, constituinte das membranas celulares e um precursor essencial para a síntese de vitamina D e de hormônios esteróides, como o estrogênio, a testosterona e o cortisol.

#### 2.2.2.2.1 – Digestão e absorção

BURTON (1979) e WILSON (1982) explicam que os triglicerídeos constituem a maior parte dos lipídeos ingeridos. Em menor quantidade são ingeridos fosfolipídeos, colesterol e vitaminas lipossolúveis.

A hidrólise da gordura ingerida é iniciada quando o alimento mastigado entra em contato com a lipase faríngea na garganta. A região principal para a digestão e a absorção dos lipídeos é no intestino delgado, na região do jejuno, sendo que a lipase pancreática é a enzima mais importante ligada à digestão das gorduras.

Para que este processo ocorra, estas partículas de gorduras são emulsificadas pela ação detergente dos sais biliares da bile, que reduzem a tensão superficial das gotículas, expondo a superfície das moléculas à ação saponificante da lipase pancreática e ao suco alcalino intestinal.

Os triglicerídeos são transportados na linfa como quilomícrons, compostos complexos contendo proteínas, triglicerídeos, fosfolipídeos, colesterol e seus ésteres.

#### 2.2.2.2.2 – Metabolismo Energético

Como explica MCARDLE *et al.* (1998, p.109), as fontes para o catabolismo das gorduras incluem:

- a) triglicerídeos armazenados diretamente na célula muscular;
- b) triglicerídeos circulantes nos complexos lipoproteicos;
- c) ácidos graxos livres circulantes mobilizados a partir dos triglicerídeos no tecido adiposo.

Antes da liberação de energia pelas gorduras, a molécula de triglicerídeo é hidrolisada no citosol da célula em seus componentes: glicerol e três moléculas de ácidos graxos.

O glicerol é aceito na reação da glicólise, sendo degradado em piruvato, que pode seguir posteriormente para vias aeróbicas ou anaeróbicas.

O fracionamento dos ácidos graxos prossegue na mitocôndria em um processo denominado  $\beta$ -oxidação (beta-oxidação), onde as longas cadeias de carbono dos ácidos graxos (principalmente com 16 e 18 carbonos) são sucessivamente degradadas em fragmentos de acetil com duas unidades de carbono. O acetil combina-se com a Coenzima A para formar o acetil-CoA, que então segue pelas mesmas vias aeróbicas explicadas para os carboidratos.

### 2.2.2.3 – Proteínas / Protídeos

As proteínas, como as gorduras e os carboidratos, contém Carbono, Hidrogênio e Oxigênio, possuindo também Nitrogênio, juntamente com Enxofre (S) e algumas vezes outros elementos, tais como Ferro (Fe) e Cobalto (Co). (MAHAN & STUMP, 1998)

Funcionam como biocatalizadores (enzimas e hormônios), controlando processos como crescimento, digestão, absorção, transporte e metabolismo; são importantes na manutenção da pressão osmótica do sangue e de outros fluidos e na formação de anticorpos para a defesa imunológica. Funcionam ainda como elementos estruturais como na pele, ossos e músculos. (WILSON, 1982)

A base da estrutura da proteína é o aminoácido. Embora estes compostos variem consideravelmente em estrutura e tamanho molecular, possuem uma característica em comum: a presença de um grupo amina ( $\text{NH}_2$ ) e um grupo carboxila ( $\text{COOH}$ ) ligados ao mesmo carbono terminal da molécula.

São conhecidos 20 aminoácidos diferentes, onde o grupo amina de um liga-se ao grupo carboxila do outro, numa ligação peptídica que libera água. As proteínas são constituídas de centenas a milhares de aminoácidos estruturados de forma complexa.

Alguns aminoácidos são classificados como essenciais, pois a síntese do organismo não é suficiente para suprir as necessidades metabólicas e precisam ser fornecidas como uma parte da dieta.

#### 2.2.2.3.1 – Digestão e Absorção

Para serem absorvidas, as proteínas devem ser degradadas em seus aminoácidos constituintes. A hidrólise da proteína começa no estômago, que tem um tônus relativamente fraco e se distende para acomodar a refeição. A distensão do estômago provoca a liberação do hormônio gastrina, que por sua vez estimula a liberação do ácido clorídrico. Este tem duas funções: desnaturação da proteína para sua degradação e conversão do pepsinogênio em pepsina; a própria pepsina produzida é agora capaz de promover essa transformação, continuando a ativação. (BURTON, 1979)

As proteínas que deixam o estômago para o duodeno são agora uma mistura de proteínas não digeridas, polipeptídeos e cerca de 15% já como aminoácidos. (WILSON, 1982)

Com a mudança de pH, a pepsina tem sua ação bloqueada, pois o pH duodenal é favorável à ação das proteases do suco pancreático e da bile, que terminam de degradar as proteínas, possibilitando sua absorção pelas células mucosas do intestino.

Após a absorção, a maioria dos aminoácidos é transportada para o fígado pelo sistema portal, sendo que alguns podem também passar pelos vasos linfáticos. Cerca de 20% dos aminoácidos que entraram no fígado são liberados para a circulação sistêmica, de onde são retirados principalmente pelos músculos esqueléticos e pelos rins.

#### 2.2.2.3.2 – Metabolismo Energético

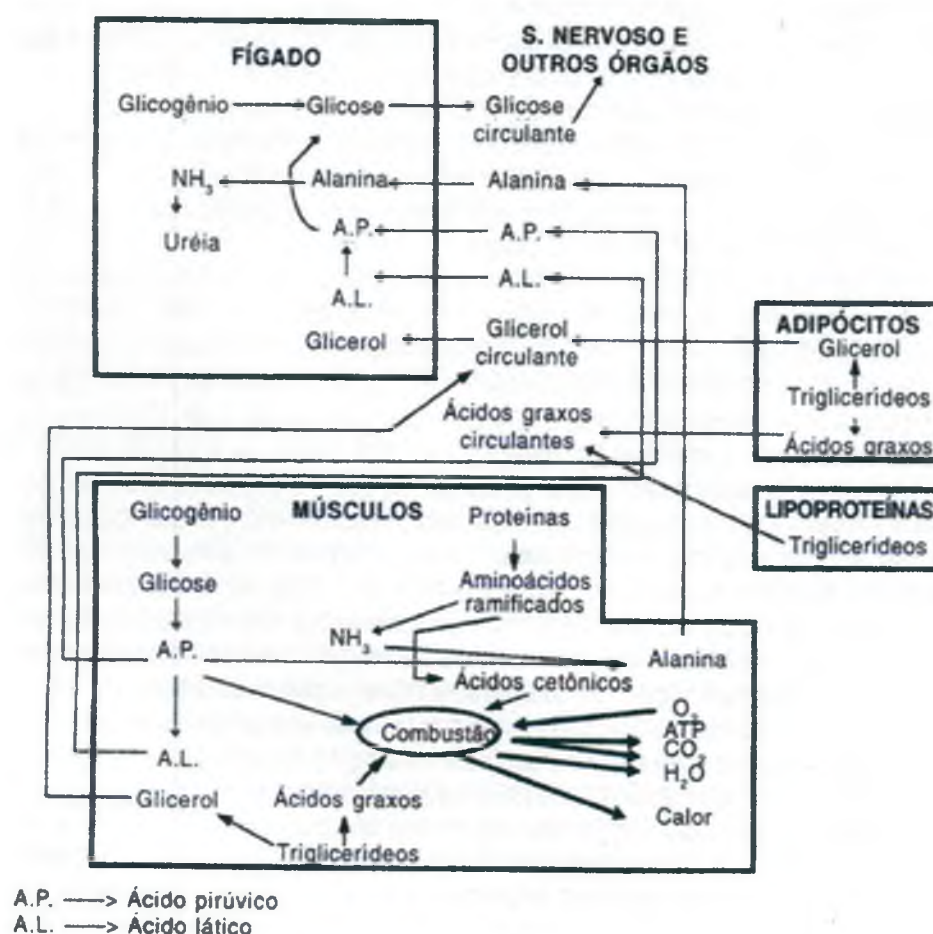
MCARDLE *et al.* (1998, p.112) explica que os aminoácidos, principalmente os de cadeia ramificada (leucina isoleucina e valina), além de glutamina e aspartato, podem entrar nas vias de produção de energia. Para isso, é necessário a remoção do grupamento amina ( $\text{NH}_2$ ) do aminoácido, num processo chamado desaminação.

Depois que o grupamento amina é removido do aminoácido, habitualmente o esqueleto de carbono residual é um dos compostos reativos no Ciclo de Krebs e pode contribuir para a formação de ATPs.

Quando a proteína é degradada, o grupo amina que contém nitrogênio deve ser eliminado do organismo dissolvidos na urina, na forma de uréia. Por esta razão, o catabolismo proteico excessivo eleva as necessidades hídricas do organismo.

A interação entre o metabolismo dos diversos macronutrientes forma um sistema bastante interessante e de importância primordial para o entendimento das fontes produtoras de energia. A figura abaixo sintetiza o referido modelo, baseado no comportamento dos principais combustíveis metabólicos: aminoácidos ramificados, ácidos graxos livres, glicose circulante e glicose muscular.

FIGURA 04: INTEGRAÇÃO DO METABOLISMO ENERGÉTICO



FONTE: MOREIRA (1996; p. 20)

### 2.2.3 – Bioenergética do Exercício

A energia liberada durante a quebra do ATP, segundo MCARDLE *et al.* (1998, p.88), é usada diretamente para a realização de trabalho biológico, podendo este ocorrer de três formas:

- trabalho mecânico da ação muscular;
- trabalho químico envolvendo a síntese de moléculas;
- trabalho de transporte que concentra várias substâncias nos líquidos intra e extracelular.

Como existe uma quantidade limitada de ATP dentro de cada célula, este precisa ser constantemente regenerado. É consenso entre diversos autores (FOSS & KETEYIAN, 2000; MCARDLE *et al.*, 1998; WILMORE & COSTILL, 2001) a existência de três sistemas de produção de energia para a elaboração de ATP:

- a) o Sistema ATP-PC (Sistema dos Fosfagênios), que utiliza a energia de um único composto, a fosfocreatina (PC), não necessita de oxigênio e tem uma produção de ATP muito rápida, porém pouca e limitada;
- b) a Glicólise Anaeróbica (Sistema do Ácido Lático), que usa carboidratos (glicogênio, glicose) para fornecer energia, não utiliza oxigênio e tem uma produção rápida e limitada, gerando como produto final o ácido lático;
- c) o Sistema do Oxigênio (Sistema Aeróbico), que utiliza prioritariamente carboidratos, gorduras e excepcionalmente proteínas, acontece na presença de oxigênio e possui uma produção mais lenta, porém muito grande de ATP, tendo como produtos finais CO<sub>2</sub> e água.

FOSS & KETEYIAN (2000; p.34) ressaltam que existem pelo menos três características importantes dos sistemas aeróbicos e anaeróbicos, em condições de repouso e de exercício, que merecem uma análise adicional:

- a) os tipos de nutrientes utilizados;
- b) os papéis de cada sistema;
- c) a produção e o acúmulo de ácido lático

Em condições de repouso, cerca de 2/3 (dois-terços) do combustível alimentar é fornecido pelas gorduras e o terço restante pelos carboidratos, sendo a participação das proteínas negligenciável. Como o sistema cardio-respiratório consegue suprir a demanda de oxigênio, o sistema aeróbico é o único sistema

energético em operação. Apesar disso, há uma quantidade pequena e constante de ácido láctico no sangue, mas este provém de reações em tecidos específicos e não influencia nos aspectos do treinamento.

Em relação ao exercício, os papéis relativos de produção de ATP dependem do tipo de exercício realizado, do estado de treinamento e da dieta do atleta.

Para começar, o autor separa os muitos tipos de exercícios em duas categorias:

- a) exercícios realizados por curtos períodos de tempo e com altas intensidades;
- b) exercícios realizados por períodos de tempo relativamente longos e com intensidades mais baixas.

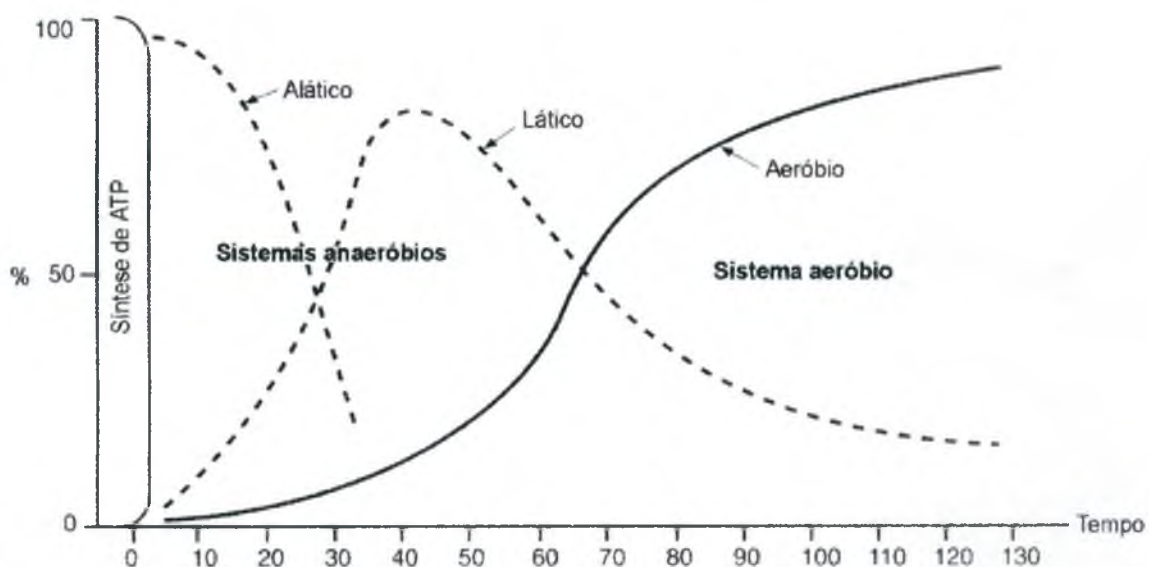
Nas primeiras condições, o principal combustível é representado pelos carboidratos, com as gorduras sendo participantes secundários e as proteínas como combustível negligenciável. O sistema energético predominante é o anaeróbico e o sistema aeróbico fornece uma pequena quantidade de energia. Assim sendo, o acúmulo de ácido láctico é crescente durante o esforço.

No caso de exercícios prolongados, os principais nutrientes são novamente os carboidratos e as gorduras, sendo que as proteínas chegam a ter alguma participação em situações extremas de esforço (muitas horas). O principal fornecedor de ATP é o sistema aeróbico, sendo que os sistemas do ATP-PC e do ácido láctico têm participação mais ativa nos momentos iniciais e no final da atividade. Por essa razão, a concentração sanguínea de ácido láctico não alcança níveis muito altos durante os exercícios que duram mais de uma hora.

Vimos estes dois casos extremos de tipos de esforços, mas existem muitas outras formas de esforços e que combinam em diversos níveis os metabolismos aeróbico e anaeróbico. FOSS & KETEVIAN (2000; p.39) se referem a esse aspecto como um contínuo energético.

O gráfico abaixo dá uma estimativa da contribuição percentual de diferentes combustíveis para a geração de ATP em relação ao tempo de atividade, mostrando o contínuo das inter-relações do processo.

GRÁFICO 02 – INTER-RELAÇÃO DAS FONTES ENERGÉTICAS



FONTE: BOMPA (2002; p.22)

A análise das proporções de utilização das fontes energéticas é de fundamental importância para a correta identificação das valências físicas e um bom direcionamento nos treinos de qualquer atividade física.

QUADRO 1 – ESPORTES E SUAS FONTES ENERGÉTICAS

Desporto	% das Fontes Energéticas		
	ATP-PC	Glicólise Anaeróbica	Sistema Aeróbico
Atletismo 100m	49,5	49,5	1
200m	38,27	56,68	5,05
400m	26,70	55,30	18
800m	18	31,40	50,60
1 500m	20	55	25
5 000m	10	20	70
10 000m	5	15	80
maratona*	0	0	100
ultramaratona 80 Km	0	0	100
Corrida de 24 horas	0	0	100
saltos	100	0	0
lançamentos	100	0	0

\* Em relação ao combustível utilizado: glicogênio muscular, glicogênio hepático e ácidos graxos, MCARDLE (p.125) cita os seguintes percentuais de participação: maratona: 75% – 05% – 20%; ultra-maratona: 35% – 05% – 60%; corrida de 24h: 10% – 02% – 88%.

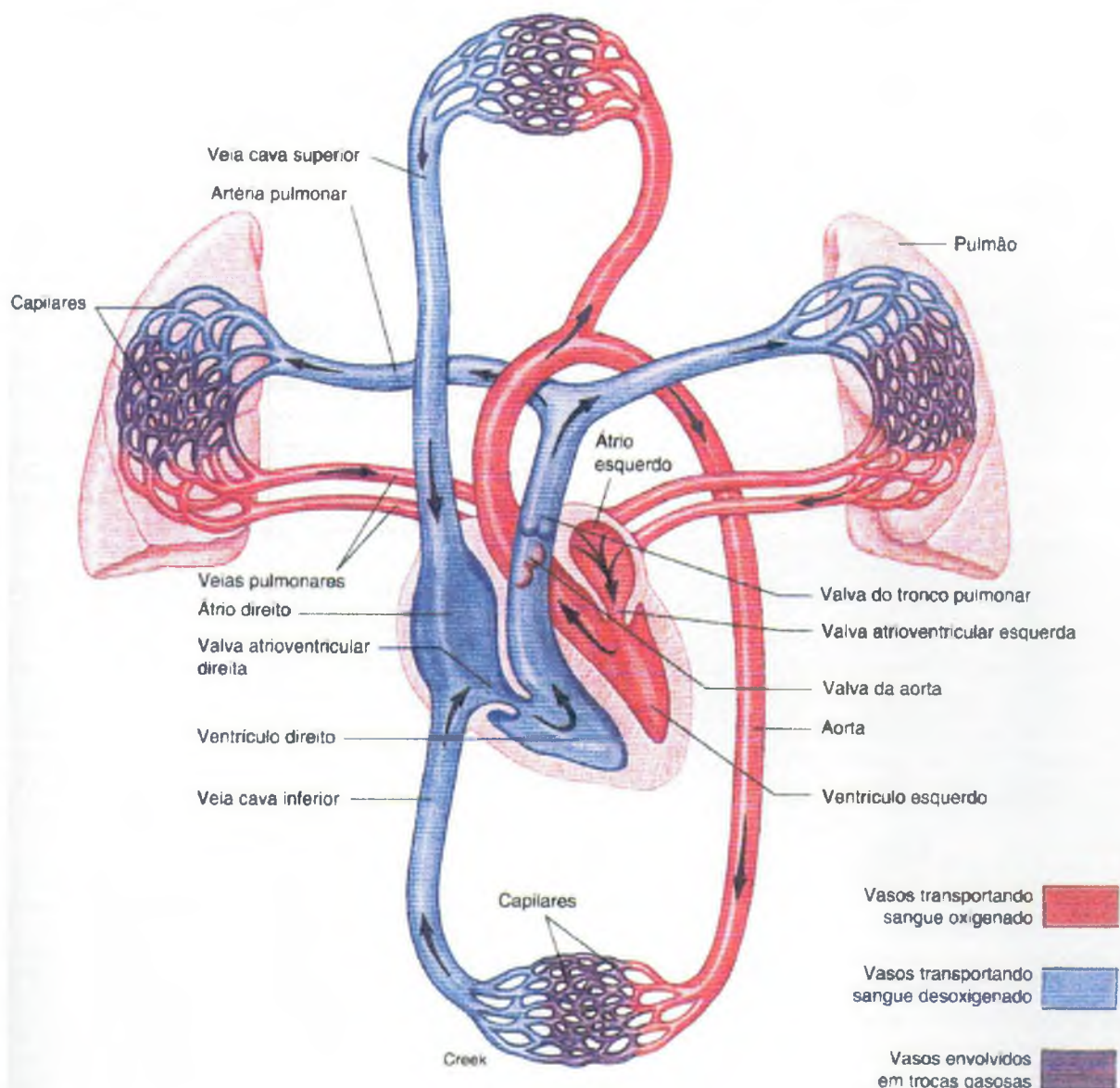
Desporto		% das Fontes Energéticas		
		ATP-PC	Glicólise Anaeróbica	Sistema Aeróbico
Beisebol		95	5	0
Basquetebol		80	20	0
Caiaque	K1 500m	25	60	15
	K2,4 500m	30	60	10
	K1 1 000m	20	50	30
	K2,4 1 000m	20	55	25
	K1,2,4 10 000m	5	10	85
Canoagem				
	C1 1 000m	25	35	40
	C2 1 000m	20	55	25
	C1,2 10 000m	5	10	85
Duatlo		0	5	95
Ciclismo	200m pista	98	2	0
	4000m perseguição	20	50	30
	estrada	0	5	95
Saltos ornamentais		100	0	0
Desportos motorizados		0	0-15	85-100
Hipismo		20-30	20-50	20-50
Esgrima		90	10	0
Patinação artística		60-80	10-30	20
Ginástica olímpica (exceto solo)		90	10	0
Handebol		80	10	10
Judô		90	10	0
Remo		2	15	83
Tiro ao alvo		0	0	100
Futebol		60-80	20	0-10
Natação	100m	23,95	51,10	24,95
	200m	10,70	19,30	70
	400m	20	40	40
	800m	10	32	60
	1 500m	10	20	70
Tênis		70	20	10
Vôlei		40	10	50
Pólo aquático		30	40	30
Luta greco-romana		90	10	0

FONTE: Quadro adaptado de BOMPA (2002; p.26) e MCARDLE *et al.* (1998; p.125).

## 2.3 – ASPECTOS DO SISTEMA CÁRDIO-RESPIRATÓRIO

O sistema cardiovascular consiste em uma bomba muscular (o coração), um circuito de distribuição (as artérias e arteríolas), canais de permuta (os capilares) e canais de coleta e retorno (vênulas e veias). Dentro deste sistema contínuo corre um fluido, o sangue, que é bombeado em corrente contínua para todo o corpo. A manutenção do equilíbrio homeostático do sangue exige um alto grau de coordenação entre os sistemas cardiovascular e respiratório

FIGURA 05 – DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DO SISTEMA CARDIO-RESPIRATÓRIO



FONTE: VAN DE GRAAFF (2003; p.539)

### 2.3.1 – Sistema Cardiovascular

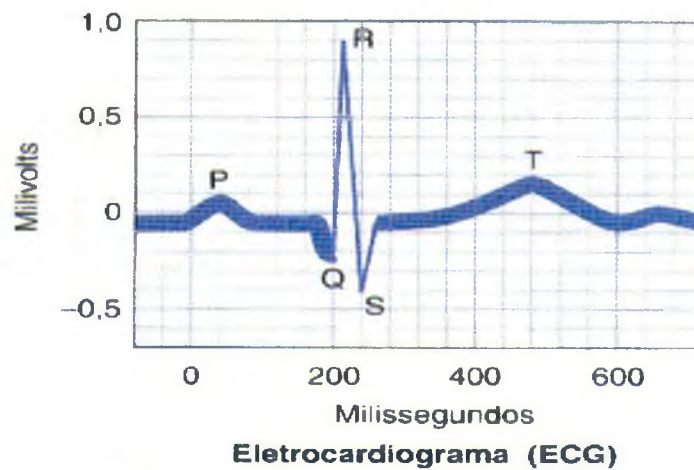
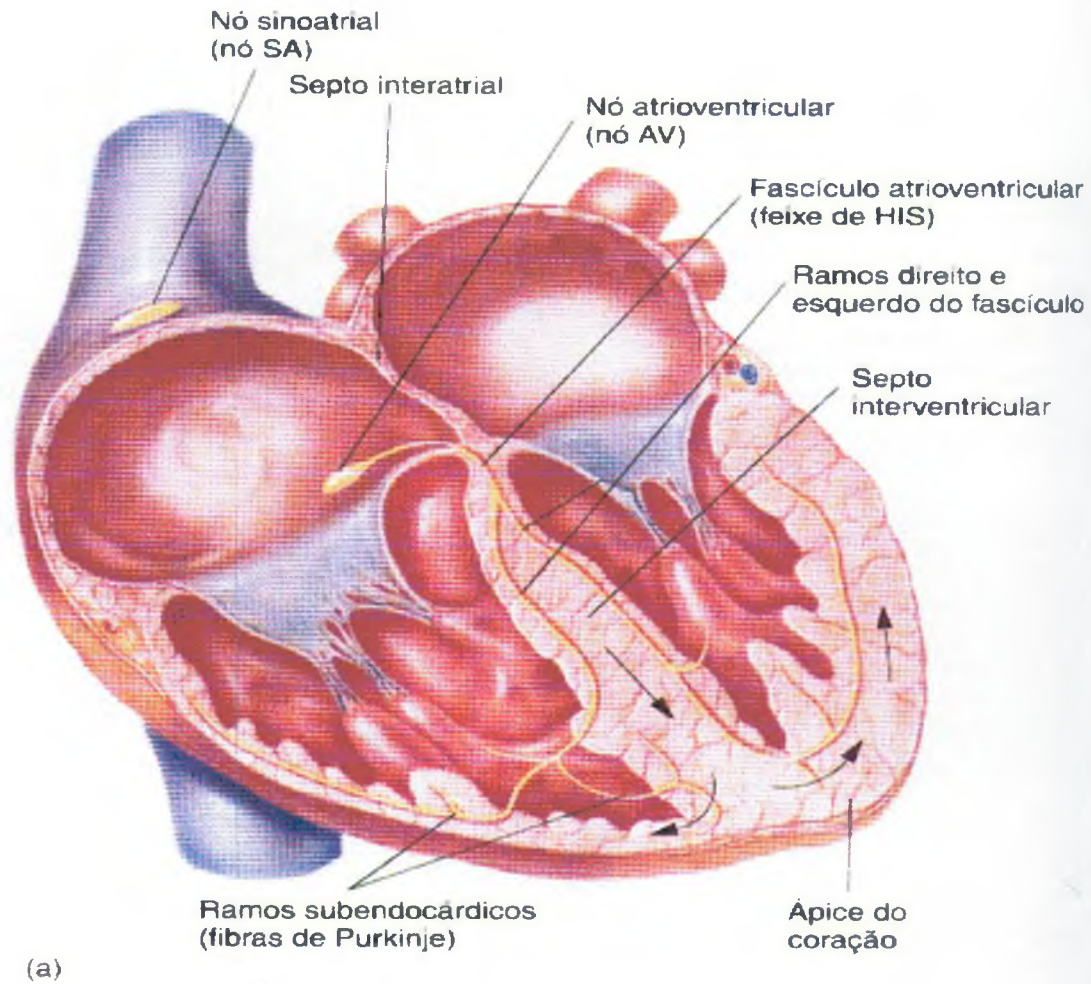
GUYTON & HALL (1997) explicam que o coração é formado por duas partes: um lado direito, que bombeia sangue para os pulmões, e um esquerdo, que bombeia sangue para os órgãos periféricos. Cada lado possui duas câmaras chamadas de átrio e ventrículo. O átrio funciona como uma câmara de armazenagem, transmitindo o sangue para o ventrículo, este sim que fornece a força propulsora que propõe o sangue para a circulação.

WILMORE & COSTILL (2001, p.215) citam que os eventos cardíacos que ocorrem no início de cada batimento até o começo do seguinte compõem o chamado ciclo cardíaco. Cada ciclo é desencadeado pela geração espontânea de um potencial de ação no Nodo Sinuatrial (SA), um grupo de fibras musculares cardíacas especializadas e localizadas na parede posterior do átrio direito. Este impulso dissemina-se através de ambos os átrios e atinge o Nodo Atrioventricular (AV), localizado na parede ventricular direita, próximo ao centro do coração. Quando o impulso dissemina-se nos átrios, estes são estimulados quase que imediatamente a se contrair.

Ao seguir pelo Nodo AV do átrio para os ventrículos, o impulso sofre um retardo de aproximadamente 0,13 segundos; isto permite que os átrios se contraíam totalmente antes dos ventrículos, maximizando o enchimento ventricular. Nos ramos terminais de condução ventricular, porém, a velocidade de transmissão dos impulsos através dos feixes é aumentada, permitindo que todas as partes do ventrículo se contraíam aproximadamente ao mesmo tempo.

A atividade elétrica do ciclo cardíaco pode ser registrada por um aparelho chamado eletrocardiógrafo. Três componentes mostrados no eletrocardiograma (ECG) que representam aspectos importantes da função cardíaca são a onda "P", o complexo "QRS" e a onda "T". A onda "P" representa a despolarização atrial e ocorre quando o impulso elétrico sai do nodo SA, passa pelos átrios e vai até o nodo AV. O complexo "QRS" representa a despolarização ventricular e ocorre quando o impulso dissemina-se do feixe AV até as fibras de Purkinje e através dos ventrículos. A onda "T" representa a repolarização ventricular. A repolarização atrial não pode ser observada, uma vez que ocorre durante a despolarização ventricular (complexo "QRS"). (WILMORE & COSTILL, 2001)

FIGURA 06 – A) ANATOMIA DO CORAÇÃO; B) ELETROCARDIOGRAMA



FONTE: VAN DE GRAAFF (2003; p.552)

WILMORE & COSTILL (2001, p.208) citam como funções do sistema cardiovascular:

- a) proporcionar aos músculos e órgãos uma oferta de nutrientes e oxigênio, além de remover o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e outros co-produtos do metabolismo;
- b) transportar hormônios das glândulas endócrinas aos receptores-alvos;
- c) manter a temperatura corporal e a capacidade de tamponamento do sangue d) auxilia no controle do pH do organismo;
- e) manter níveis adequados de fluidos para prevenir a desidratação e auxilia na prevenção de infecções causadas por microorganismos invasores.

### 2.3.2 – Respostas Cardiovasculares ao Exercício

Durante uma atividade física, diversas mudanças ocorrem no meio interno do organismo: há um maior consumo de  $\text{O}_2$  e de nutrientes, bem como uma maior excreção de  $\text{CO}_2$  e de  $\text{H}^+$ , necessitando de rápidos e eficientes ajustes do sistema cardiovascular, cuja principal função é a de bombear sangue para todo o corpo.

WILMORE & COSTILL (2001, p.212) colocam que apesar do coração gerar seus próprios impulsos elétricos (controle intrínseco), a frequência cardíaca e a força de contração podem ser alteradas de forma extrínseca pelo sistema nervoso autônomo (simpático e parassimpático) e pelo sistema endócrino.

Diversos autores (FOSS & KETEVIAN, 2000; WILMORE & COSTILL, 2001; GUYTON & HALL, 1997; AIRES, 1999; BERNE & LEVY, 1996) colocam que as modificações no fluxo sanguíneo necessárias para satisfazer as demandas de transporte dos gases dizem respeito a dois processos:

#### a) Aumento no Débito Cardíaco

O débito cardíaco (DC) refere-se ao volume total de sangue bombeado pelo coração por minuto ou simplesmente o produto da Frequência Cardíaca e o Volume de Ejeção. O DC varia amplamente, dependendo da necessidade metabólica dos tecidos do corpo, indo dos 5 l/min durante o repouso para os 20-25 l/min durante o exercício extenuante. As principais alterações de aumento do DC são:

l) Aumento da Atividade Simpática: o exercício muscular é um fenômeno voluntário, decidido e determinado pelas estruturas superiores do SNC, em particular o córtex

cerebral. Assim sendo, quando um indivíduo prevê o início do exercício ou começa de fato a enviar impulsos para recrutar as unidades motoras que irão produzir as contrações musculares, existem também impulsos que são enviados para as áreas cardiovasculares, resultando num aumento quase imediato do fluxo de impulsos de fibras simpáticas que inervam a região do nodo SA do coração. Esses estímulos promovem o aumento da frequência cardíaca, bem como da contratibilidade miocárdica;

II) Aumento do Retorno Venoso: o retorno venoso refere-se à quantidade de sangue que chega ao átrio direito a cada minuto. Este deve estar em equilíbrio com o DC. Durante o exercício, o retorno venoso é ajudado pelo trabalho dos músculos esqueléticos e pelos músculos da respiração. Os músculos que se contraem intermitentemente comprimem os vasos que correm por seu interior e, no caso das veias com suas válvulas orientadas em direção ao coração, bombeiam o sangue de volta em direção aos átrios. O fluxo de sangue venoso para o coração também é ajudado pelo aumento do gradiente de pressão desenvolvido pela pressão intratorácica mais negativa, produzida pela respiração mais profunda e mais freqüente.

III) Aumento da Pressão Arterial (PA), produto do DC pela resistência periférica total (RPT): o aumento da PA durante o exercício ocorre porque os músculos necessitam de um fluxo sangüíneo acentuadamente aumentado. Parte desse aumento vem da vasodilatação local dos músculos. Um aumento adicional resulta da elevação simultânea da PA. GUYTON & HALL (1997) citam que em muitos exercícios vigorosos ocorre elevação da PA em cerca de 30-40%, o que aumenta o fluxo sangüíneo em mais de 2 vezes, aproximadamente.

#### b) Redistribuição do Fluxo Sangüíneo

O aumento do DC gera um maior volume de sangue circulando por minuto no corpo. Mas isso apenas não supre a necessidade metabólica dos músculos durante o exercício. Uma forma de aumentar ainda mais o fluxo de sangue para os músculos é desviá-lo dos órgãos inativos para os de maior atividade.

Duas grandes adaptações regulam o redirecionamento do fluxo sangüíneo:

I) Vasoconstrição de Regiões Inativas: enquanto a resistência vascular nos músculos esqueléticos diminui durante o exercício, a resistência ao fluxo através de órgãos viscerais e pele aumenta.

A função renal ilustra bem esse mecanismo. Segundo MCARDLE *et al.* (1998, p.279), em repouso, o fluxo sanguíneo renal é de aproximadamente 1.100 ml/min, cerca de 20% do DC; durante o exercício máximo, esse fluxo é reduzido para 250 ml/min, ou 1% do DC.

Essa vasoconstrição local é regulada por fatores neurais, pois ao mesmo tempo em que estimula o miocárdio, o SN simpático também provoca vasoconstrição da musculatura vascular, aumentando a resistência ao fluxo sanguíneo; e também por fatores humorais referentes à regulação por substâncias secretadas nos líquidos corporais. Entre as principais estão os hormônios vasoconstritores como epinefrina, norepinefrina, angiotensina e vasopressina.

II) Vasodilatação de Regiões Ativas: AIREN (1999) cita que em repouso, apenas uma pequena porcentagem dos capilares musculares é perfundida pelo sangue, representando 20-25% do DC (1 l/min). Durante o exercício, ocorre uma vasodilatação na musculatura, atingindo até 70-80% do DC (4 l/min) no exercício extenuante.

Essa vasodilatação promove um aumento na superfície disponível para trocas de gases, água e solutos e é regulada por três fatores:

- Controle por Metabólicos Locais; durante a atividade muscular, são liberadas substâncias químicas de natureza vasodilatadora que causam uma vasodilatação quase que imediatamente após o início do exercício, permitindo que o coração bombeie mais sangue a uma carga menor e mais eficientemente. Os fatores metabólicos vasoativos são de natureza muito variável, segundo o tipo de tecido. Entre os mais importantes estão:  $K^+$ , oriundo da despolarização da membrana celular;  $CO_2$ , fruto da formação de ATP pelo ciclo de Krebs; Ácido láctico, que vem da produção anaeróbia de ATP no citoplasma; outros, como EDRF (óxido nítrico), prostaglandinas, derivados purinérgicos (adenina, hipoxantina, inosina).
- Controle Neural, representado pela descarga simpática autônoma, sendo que a acidose metabólica diminui a resposta contrátil do músculo liso vascular ao estímulo simpático e o aumento da pressão no seio carotídeo ativa o reflexo dos

barorreceptores, que produzem uma vasodilatação pela inibição da atividade simpática.

- Controle Humoral; já na expectativa de realizar um exercício, o SN autônomo estimula a produção de hormônios de natureza vasodilatadora no músculo esquelético, como epinefrina, liberada pela supra adrenal.

BERNE & LEVY (1996) explica que à medida que a intensidade do exercício aumenta, o coração deve bater mais rápido e trabalhar mais intensamente para liberar mais sangue aos músculos ativos.

No exercício intenso até a exaustão, os mecanismos compensatórios começam a falhar. A frequência cardíaca atinge nível máximo de batimentos por minuto (cerca de 180 a 210 bpm) e o débito sistólico atinge um patamar que, freqüentemente, declina, acarretando queda da pressão arterial. Ocorre desidratação. A atividade vasoconstritora simpática supera a influência vasodilatadora nos vasos cutâneos e tem efeito hemodinâmico de aumento ligeiro do volume sangüíneo efetivo. Contudo, a vasoconstrição cutânea também diminui a velocidade da perda de calor.

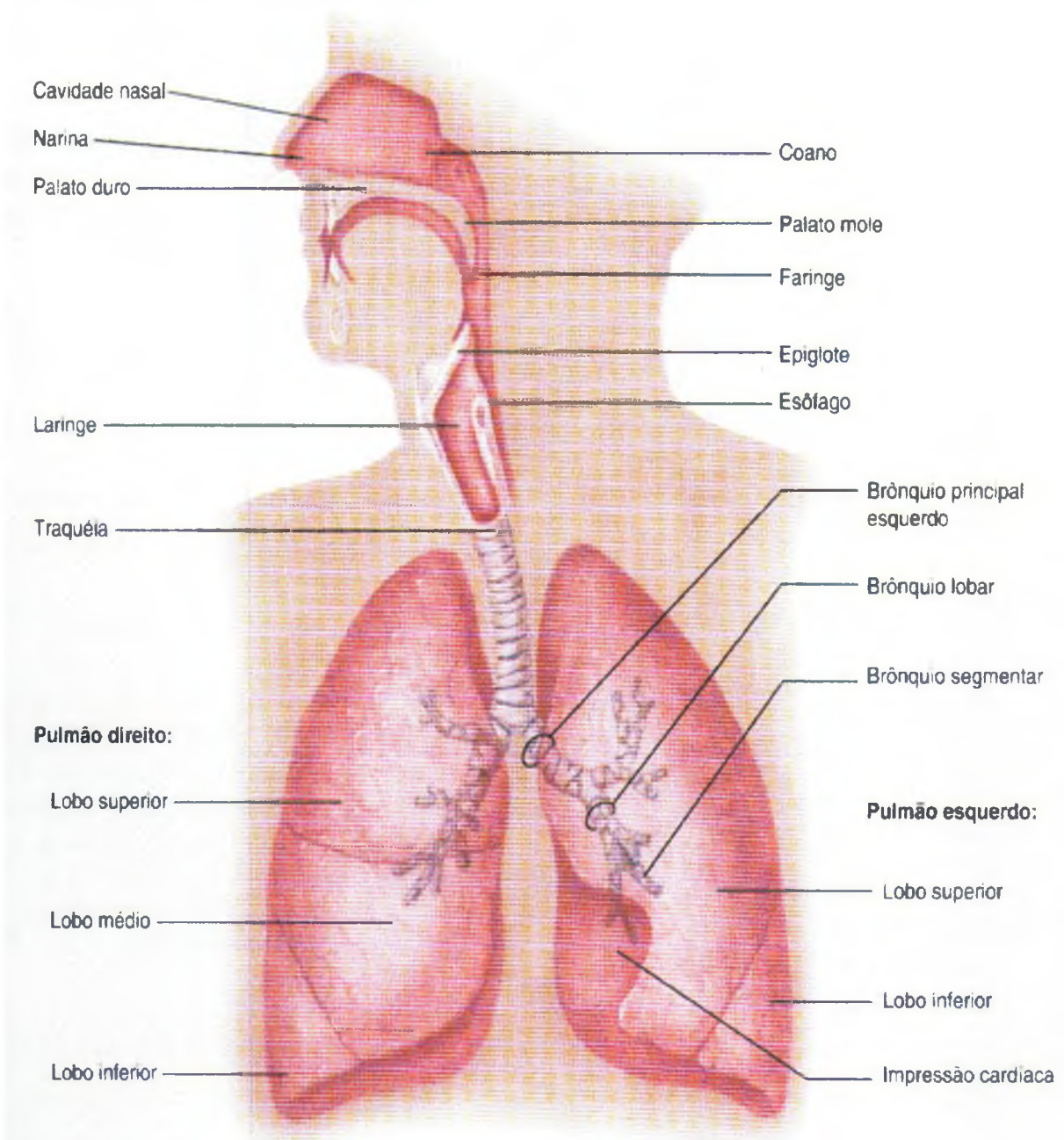
A temperatura corporal é, normalmente, elevada durante o exercício, e a redução da perda de calor, pode, nestas condições, levar a temperaturas corporais muito altas, com mal estar agudo associado. O pH dos tecidos e do sangue diminui como resultado da produção aumentada de ácido láctico e de CO<sub>2</sub>, e o pH reduzido é, provavelmente, o fator chave que determina a quantidade máxima de exercício que um dado indivíduo pode tolerar por causa da dor muscular, sensação subjetiva de exaustão e incapacidade ou perda da vontade de continuar.

Quando o exercício pára, ocorre diminuição abrupta da frequência e do débito cardíacos, pois os impulsos simpáticos ao coração são, essencialmente, removidos. Em contraste a RPT permanece baixa por algum tempo depois que o exercício termina, presumivelmente por causa do acúmulo de metabólitos vasodilatadores nos músculos durante o período do exercício. Como resultado a pressão arterial cai, freqüentemente, abaixo dos níveis preexistentes por breve período. A pressão arterial é, então, estabilizada em seus níveis normais pelos reflexos dos barorreceptores.

### 2.3.2 – Sistema Respiratório

O sistema respiratório consiste em uma zona de transporte (nariz e boca, traquéia, brônquios e bronquíolos) que conduz o ar até a intimidade dos pulmões, e uma zona respiratória dentro dos pulmões (bronquíolos respiratórios, ductos alveolares e alvéolos) onde efetivamente ocorrem as trocas gasosas.

FIGURA 07 – SISTEMA RESPIRATÓRIO



FONTE: VAN DE GRAAFF (2003; p.604).

GUYTON & HALL (1997) citam que a respiração tem como objetivo o fornecimento de oxigênio aos tecidos e a remoção do produto gasoso do metabolismo celular, o gás carbônico. Conforme o autor, a respiração pode ser dividida em quatro grandes eventos funcionais:

- a) a ventilação pulmonar, que é a renovação cíclica do gás alveolar pelo ar atmosférico;
- b) a difusão do oxigênio e do gás carbônico entre os alvéolos e o sangue;
- c) o transporte do oxigênio e do gás carbônico no sangue e nos líquidos corporais;
- d) a regulação da ventilação e de outros aspectos da respiração.

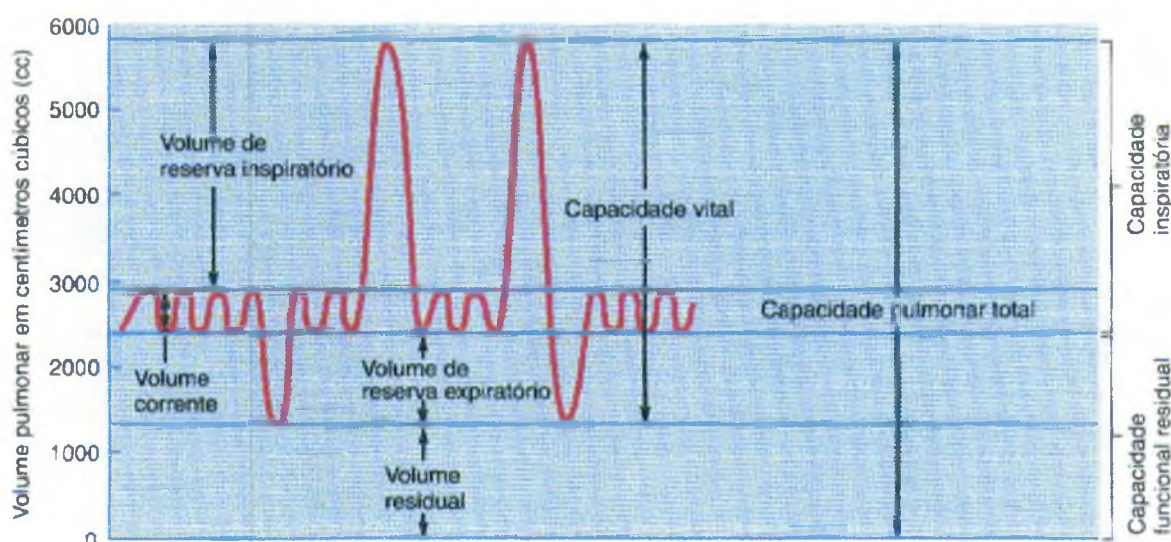
A ventilação pulmonar (respiração) é o processo através do qual o ar é mobilizado para o interior e para o exterior dos pulmões. Ela possui duas fases: a inspiração e a expiração. A inspiração é um processo ativo no qual o diafragma e os músculos intercostais externos aumentam as dimensões e, conseqüentemente, o volume da caixa torácica; isso faz diminuir a pressão intrapulmonar e drena o ar para o interior dos pulmões. A expiração normal é um processo passivo, no qual os músculos inspiratórios relaxam e o tecido elástico pulmonar se retrai, fazendo com que a caixa torácica retorne às suas dimensões normais, aumentando a pressão intrapulmonar e forçando o ar para fora. (WILMORE & COSTILL, 2001; p.246)

A quantidade de troca gasosa entre o ar alveolar e o sangue dos capilares pulmonares depende principalmente da pressão parcial de cada gás, apesar da solubilidade do gás e da temperatura também serem importantes. Os gases difundem-se ao longo de um gradiente de pressão, movendo-se de uma área de maior pressão para uma de menor pressão.

Posteriormente, o oxigênio é transportado pelo sangue combinado à hemoglobina dos eritrócitos (mais de 98%) ou dissolvido no plasma sangüíneo (menos de 2%), enquanto o dióxido de carbono é transportado dissolvido no plasma, como íons bicarbonato ou ligado à hemoglobina. (WILMORE & COSTILL, 2001; p.253)

Segundo VAN DE GRAAFF (2003; p.620), "a quantidade de ar trocado a cada ventilação pulmonar varia de pessoa para pessoa de acordo com a idade, sexo, nível de atividade, saúde geral e diferenças individuais", sendo que os volumes e capacidades respiratórias podem ser medidos por um aparelho chamado espirômetro.

FIGURA 08 – EXPIROGRAMA



FONTE: VAN DE GRAAFF (2003; p.622).

Baseado em GUYTON & HALL (1997) e em VAN DE GRAAFF (2003), podemos definir os seguintes aspectos do expirograma:

- Volume Corrente: volume de ar inspirado e expirado em cada ciclo ventilatório normal e em repouso. Num homem jovem médio, corresponde a cerca de 500 ml;
- Volume de Reserva Inspiratório: volume de ar que pode ser inspirado além do volume corrente, numa inspiração forçada. Usualmente, vale cerca de 3.000 ml;
- Volume de Reserva Expiratório: volume de ar que ainda pode ser expirado, por meio de uma expiração forçada, além do volume corrente normal. Normalmente, vale cerca de 1.100 ml;
- Volume Residual: volume que permanece nos pulmões mesmo ao final de uma expiração forçada. Em média, é de aproximadamente 1.200 ml;
- Capacidade Inspiratória: corresponde ao Volume Corrente somado ao Volume de Reserva Inspiratório;
- Capacidade Residual Funcional: é a soma do Volume de Reserva Expiratório com o Volume Residual;
- Capacidade Vital: é igual à soma dos Volumes Corrente, de Reserva Inspiratório e de Reserva Expiratório;
- Capacidade Pulmonar Total: a soma dos quatro volumes respiratórios.

### 2.3.2.1 – Respostas ao Exercício

FOSS & KETEYIAN (2000, p.164) citam que em condições normais de repouso, a ventilação-minuto varia consideravelmente de pessoa para pessoa, sendo que no geral varia 6 a 15 litros por minuto.

Diversos autores (FOSS & KETEYIAN, 2000; GUYTON & HALL, 1997) citam que durante um exercício extenuante, o consumo de oxigênio e a formação de dióxido de carbono podem aumentar em até 15-30 vezes em relação aos valores de repouso, e ocorre que a ventilação alveolar habitualmente aumenta quase que em proporção exata ao aumento no nível de exigência do metabolismo de consumo de O<sub>2</sub> e produção de CO<sub>2</sub>. Os mecanismos determinantes do processo ainda não estão completamente claros, mas os aspectos citados pelos autores que parecem estar implicados neste processo são:

- a) o córtex cerebral, ao transmitir impulsos para os músculos, transmitiria impulsos colaterais para o tronco cerebral, excitando o centro respiratório;
- b) a movimentação dos membros corporais durante um exercício ativa os proprioceptores das articulações e dos músculos, os quais enviariam impulsos de aumento da ventilação pulmonar para o centro respiratório.

De acordo com WILMORE & COSTILL (2001, p.259), os centros respiratórios não atuam isoladamente no controle da frequência e da profundidade da respiração, sendo esta também determinada pela alteração do ambiente químico do corpo, que seria percebida por quimiorreceptores centrais localizados no cérebro e por receptores periféricos localizados nas saídas das artérias aorta e carótida.

Os autores também citam que a ventilação pulmonar geralmente não é um fator limitante do desempenho, mesmo durante o esforço máximo, apesar de ela poder limitar o desempenho de pessoas altamente treinadas, que não conseguem ventilar suficientemente seus pulmões para impedir uma diminuição da pressão parcial do oxigênio no sangue arterial, levando a uma redução da saturação da hemoglobina.

## 2.4 – ASPECTOS DO SISTEMA NEUROMUSCULAR

O sistema neuromuscular é uma denominação para um conjunto de órgãos do sistema muscular e do sistema nervoso e que, em última análise, transformam a energia química dos alimentos em energia mecânica intencional e controlada contra cargas e resistências.

Segundo diversos autores (VAN DE GRAAFF, 2003; JUNQUEIRA & CARNEIRO, 1995), existem três tipos de tecido muscular no corpo:

- a) músculos lisos: que possuem fibras lisas e alongadas, independem do nosso controle e são responsáveis pelos movimentos involuntários dos órgãos internos;
- b) músculo estriado cardíaco, ou miocárdio: é um músculo especial, com fibras estriadas, mas de controle involuntário e que apresentam contrações rítmicas;
- c) músculos estriados esqueléticos: apresentam fibras estriadas multinucleadas que se apresentam em fascículos, fixadas ao esqueleto e responsáveis pelos movimentos voluntários;

Para análises do movimento, vamos nos aprofundar, especificamente, no estudo dos músculos estriados esqueléticos.

### 2.4.1 – Estrutura do Músculo Esquelético

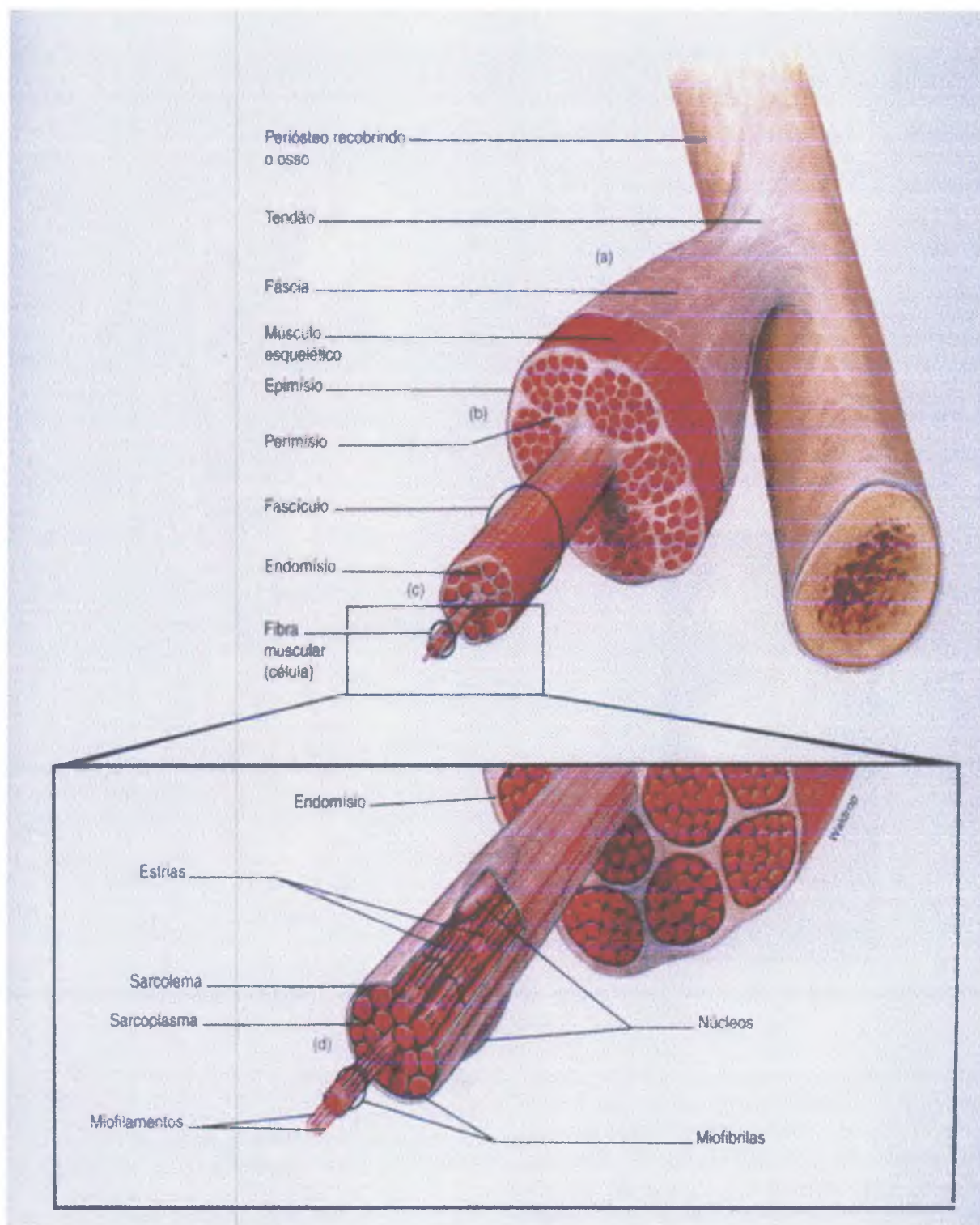
O músculo esquelético é formado por muitos milhares de células contráteis, individuais, multinucleadas e cilíndricas chamadas fibras musculares. Cada fibra é envolta e separada das fibras vizinhas por uma camada de tecido conjuntivo chamada endomísio, mostrados na figura 09 (c) e (d).

Segundo MCARDLE *et al.* (1998, p.299), as fibras se agrupam em conjuntos de até 150 unidades, formando feixes ou fascículos que também são recobertos por uma camada de tecido conjuntivo, o perimísio. E circundando cada um dos mais de 660 músculos esqueléticos do nosso corpo existe uma fásia de tecido conjuntivo fibroso conhecida como epimísio, mostrados na figura 09 (b).

Estas camadas de tecido conjuntivo recobrem, protegem e dão sentido e conjunto à contração das fibras. Nas extremidades proximais e distais do músculo, progressivamente, esta rede intramuscular de tecido conjuntivo vai envolvendo cada vez menos músculo, se afinando, misturando-se e formando o denso e resistente

tecido conjuntivo dos tendões, que está entrelaçado com as estruturas internas dos ossos, formando uma poderosa ligação com o esqueleto em ambas as extremidades do músculo, mostrado na figura 09 (a).

FIGURA 09: ESTRUTURA DO MÚSCULO ESQUELÉTICO



FONTE : VAN DE GRAAFF (2003; p.237)

#### 2.4.2 – Composição

MCARDLE *et al.* (1998, p.299) citam que aproximadamente 75% do músculo esquelético são representados por água e 20% por proteínas. Os 5% restantes são constituídos por sais inorgânicos e outras substâncias, incluindo os fosfatos de alta energia, uréia, ácido láctico, os minerais cálcio, magnésio e fósforo, várias enzimas, os íons sódio, potássio e cloreto, aminoácidos, gorduras e carboidratos. As mais abundantes proteínas musculares são a miosina (aproximadamente 60%), actina, troponina e tropomiosina.

Além disso, existe um pigmento vermelho, a mioglobina, que está intimamente relacionada com a hemoglobina do sangue, possuindo a capacidade de armazenar e transportar o oxigênio dentro da fibra muscular.

#### 2.4.3 – Irrigação Sangüínea

FOSS & KETAYIAN (2000, p.123) citam que os músculos são ricamente irrigados por vasos sanguíneos. Paralelamente às fibras musculares correm capilares arteriais e venosos que, ao redor e dentro do endomísio, garantem a irrigação sangüínea.

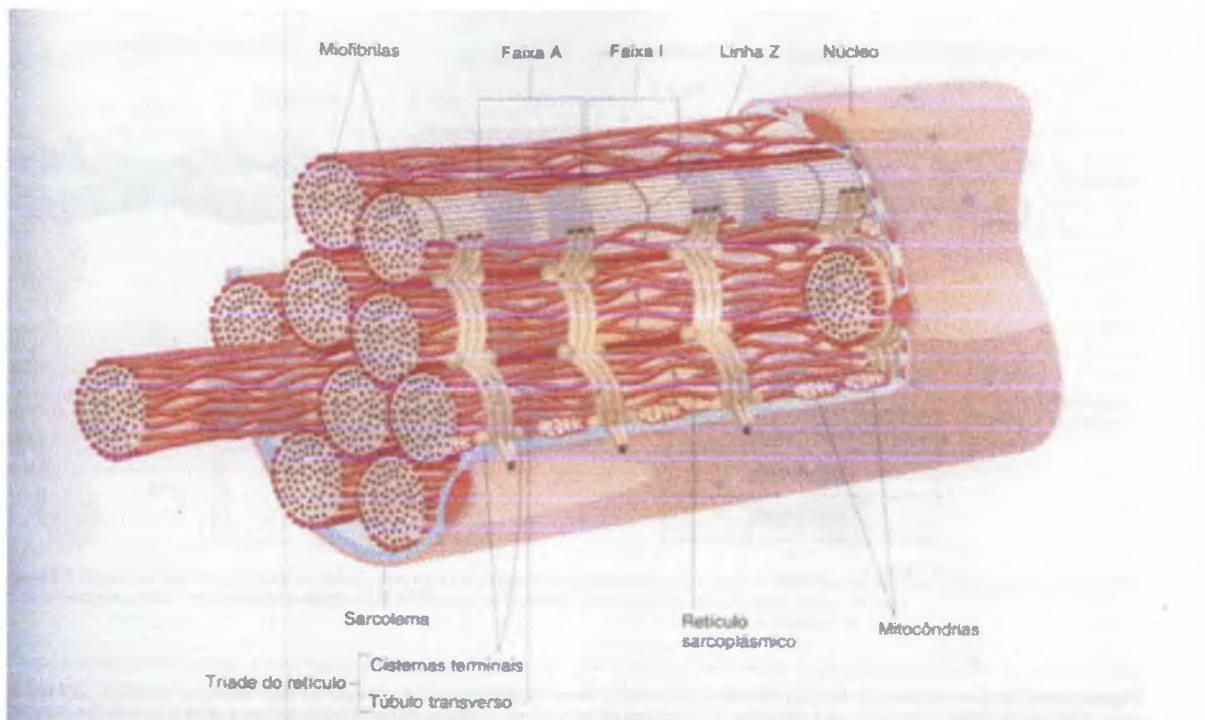
MCARDLE *et al.* (1998, p.300) colocam que cerca de 200 a 500 capilares podem estar fornecendo sangue a cada milímetro quadrado de corte transversal de músculo ativo, com até quatro capilares em contato direto com cada fibra. O autor ainda explica que quando um músculo gera uma tensão de aproximadamente 60% da sua capacidade máxima, o fluxo sangüíneo local é ocluído e a energia para o esforço contínuo é gerada por meios anaeróbicos.

#### 2.4.4 – Ultra-estrutura do Músculo

Diversos autores (FOSS & KETAYIAN, 2000; MCARDLE *et al.*, 1998; WILMORE & COSTILL, 2001) explicam que as fibras musculares são delimitadas por uma membrana chamada sarcolema, que delimita uma região interior chamada sarcoplasma e que contém proteínas contráteis, enzimas, substratos energéticos (ATP, fosfocreatina, glicogênio), núcleos e organelas especializadas. Há ainda uma

rede de túbulos entrelaçados e aderidos com cisternas chamados retículo sarcoplasmático.

FIGURA 10 – ULTRA-ESTRUTURA DO MÚSCULO



FONTE: FOSS & KETEVIAN (2000, p.125).

As fibras musculares são formadas por unidades funcionais menores, as miofibrilas, posicionadas paralelamente ao eixo longitudinal da fibra. No conjunto das miofibrilas repetem-se divisões chamadas sarcômeros, as quais têm zonas claras (zonas "I") e zonas mais escuras (zonas "A") alternadas, caracterizando as estrias do músculo. As bandas "A" são mais escuras pelos filamentos de actina e miosina superpondo-se de forma entrelaçada, enquanto que as zonas "I" são mais claras porque somente existem filamentos de actina.

#### 2.4.5 – Controle Neural do Movimento

O exercício muscular é um fenômeno voluntário, decidido e determinado pelas estruturas superiores do SNC, em particular o córtex cerebral. Os comandos de contração gerados no SNC são transmitidos pelos motoneurônios e constituem-

se de potenciais de despolarização da membrana e que devem atingir cada fibra muscular para que esta se contraia.

Segundo MCARDLE *et al.* (1998, p.326), no homem existem aproximadamente 250 milhões de fibras musculares e apenas 420 mil nervos motores, o que obriga cada nervo a se ramificar para que cada fibra receba uma inervação. A quantidade de fibras inervadas por cada nervo motor varia de acordo com o grau de controle, precisão e coordenação de cada músculo, sendo a relação de um nervo para centenas e até milhares (2000-3000) de fibras nos grandes músculos do corpo, ao passo que nos delicados músculos oculares a relação cai para 1/10 ou menos.

O ponto onde um nervo motor termina sobre a fibra é denominado junção neuromuscular. Todas as fibras inervadas pelo mesmo nervo motor se contraem e relaxam ao mesmo tempo e da mesma forma, trabalhando como uma unidade. Assim sendo, o nervo motor único e as fibras que inerva são chamados de Unidade Motora (UM).

MCARDLE *et al.* (1998, p.332) explicam que a estimulação das unidades motoras obedece uma lei conhecida como lei do tudo-ou-nada, que se refere ao fato de existir um valor limite de intensidade para despolarizar as membranas das fibras musculares; uma vez atingido este valor, as unidades motoras vão se contrair de forma total e completa, não possibilitando intensidades diferentes ou graduadas de contração.

O músculo, porém, é capaz de exercer forças de intensidade diferentes. Isto ocorre por duas razões: primeiro, porque podemos variar o número de UM de um mesmo músculo que são recrutadas para a realização de um movimento; segundo, se estímulos repetitivos alcançam uma UM antes de a mesma ter relaxado, haverá uma somação desses estímulos, de forma que a tensão gerada pela UM é maior do que aquela produzida por um único estímulo. Nessas condições, diz-se que a UM se encontra em tetania, com a tensão sendo mantida num alto nível.

Pela combinação destes dois fatores os padrões ideais de descarga neural permitirão uma ampla variedade de intensidades controladas de contrações musculares.

#### 2.4.6 – Tipos de Fibras Musculares

As UM não são todas iguais. Devido a diferenças nos tipos de motoneurônios, elas apresentam diferentes características. Segundo DANTAS (1998, p.160), os motoneurônios podem ser de dois tipos:

- a) Fásicos: possuem axônios mais calibrosos e permitem disparos em curtas e rápidas rajadas, possuindo altos limiares de estimulação;
- b) Tônicos: com axônios mais finos, possuem um limiar excitatório mais baixo e disparam lenta e continuamente.

As fibras inervadas pelos diferentes tipos de motoneurônios apresentam diferenças estruturais e funcionais. Deste modo, podem ser divididas em dois grupos citados por FOSS & KETEVIAN (2000), MCARDLE *et al.* (1998) e DANTAS (1998):

- a) fibras glicolíticas: caracterizadas por possuírem um alto nível de atividade da miosina ATP, desenvolvem contrações rápidas e vigorosas e dependem basicamente das vias de transferência anaeróbicas para a ressíntese do ATP. São chamadas também de fibras do tipo II, brancas, de contração rápida ou fásicas;
- b) fibras oxidativas: desenvolvem contrações mais fracas e mais lentas, porém mais continuamente, sendo altamente resistentes à fadiga e seu potencial de ATP é repostado a partir de fontes energéticas aeróbicas. São também chamadas de fibras do tipo I, vermelhas, de contração lenta, ou tônicas.

Estudos mais aprofundados verificaram que as fibras glicolíticas apresentam duas sub-divisões, onde uma possui características mais intermediárias que a outra. Houve um interesse constante na caracterização dos tipos de fibras musculares.

O quadro a seguir, proposto por FOSS & KETEVIAN (2000), mostra as características estruturais e funcionais dos diferentes tipos de fibras musculares.

QUADRO 02 – TIPOS DE FIBRAS MUSCULARES

Características	Tipos de Fibras		
	Contração Lenta	Contração rápida oxidativa	Contração rápida não-oxidativa
<b>ASPECTOS NEURAI</b>			
Tamanho do Motoneurônio	Pequeno	Grande	Grande
Limiar de recrutamento	Baixo	Alto	Alto
Velocidade de condução	Lenta	Rápida	Rápida
<b>ASPECTOS ESTRUTURAI</b>			
Diâmetro das fibras musculares	Pequeno	Grande	Grande
Desenvolvimento do retículo sarcoplasmático	Menos	Mais	Mais
Densidade mitocondrial	Alta	Alta	Baixa
Densidade capilar	Alta	Média	Baixa
Conteúdo de mioglobina	Alto	Médio	Baixo
<b>SUBSTRATOS ENERGÉTICOS</b>			
Reservas de fosfocreatina	Baixas	Altas	Altas
Reservas de glicogênio	Baixas	Altas	Altas
Reservas de triglicérides	Altas	Médias	Baixas
<b>ASPECTOS ENZIMÁTICOS</b>			
Atividade da miosina-ATPase	Baixa	Alta	Alta
Atividade das enzimas glicolíticas	Baixa	Alta	Alta
Atividades das enzimas oxidativas	Alta	Alta	Baixa
<b>ASPECTOS FUNCIONAI</b>			
Tempo de contração	Lento	Rápido	Rápido
Tempo de relaxamento	Lento	Rápido	Rápido
Produção de força	Baixa	Alta	Alta
Eficiência energética	Alta	Baixa	Baixa
Resistência à fadiga	Alta	Baixa	Baixa
Elasticidade	Baixa	Alta	Alta

FONTE: FOSS & KETEVIAN (2000; p. 137).

#### 2.4.7 – Mecanismo de Contração

FOSS & KETEVIAN (2000), MCARDLE *et al.* (1998) e WILMORE & COSTILL (2001) explicam que o arranjo estrutural apresentado do músculo esquelético gerou a Teoria dos Filamentos Deslizantes. Esta propõe que o músculo se encurta ou se

alonga porque os filamentos grossos e finos deslizam uns pelos outros, sem que os filamentos propriamente ditos mudem de comprimento.

O motor molecular que vai agir no processo é a ação das pontes cruzadas de miosina, que, com a energia produzida pela hidrólise do ATP, se unem, rodam e se separam ciclicamente dos filamentos de actina. Isso acarreta uma grande mudança no tamanho relativo das várias zonas e faixas dentro de um sarcômero e produz uma força ao nível das “faixas Z”.

Os eventos mecânicos e fisiológicos que servem de base para a teoria dos filamentos deslizantes podem ser entendidos da seguinte forma: na célula muscular em repouso existe um mecanismo de transporte ativo de íons que transporta sódio ( $\text{Na}^+$ ) do interior para o exterior da fibra, e em contrapartida, carrega potássio ( $\text{K}^+$ ) para o sarcoplasma. A polarização positiva da parte externa do sarcolema faz com que os íons de cálcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) de polaridade positiva armazenados no retículo sarcoplasmático, sejam repelidos e permaneçam estocados nas vesículas externas.

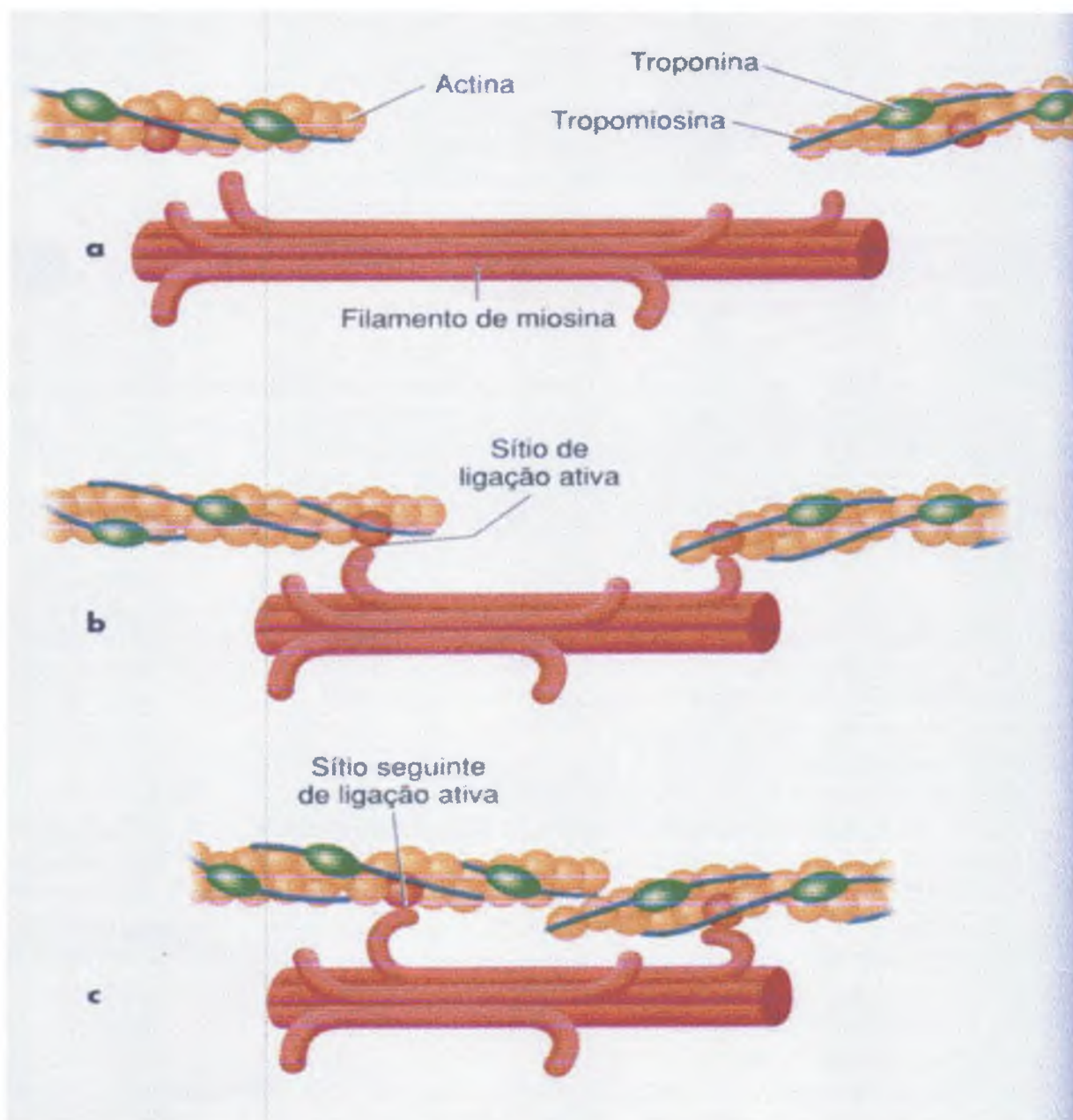
Nesta situação, as pontes cruzadas dos filamentos de miosina, que contém moléculas de ATP em suas extremidades, se estendem na direção dos filamentos de actina, porém não interagem com estes devido à inibição causada pela presença da troponina no filamento de actina.

A chegada do estímulo nervoso (elétrico) na junção neuromuscular provoca a liberação pré-sináptica do neurotransmissor excitatório acetilcolina (ACh). Esta substância, em contato com o sarcolema, torna-o permeável aos cátions  $\text{Na}^+$  que invadem a fibra muscular, modificando o potencial da membrana. O estímulo nervoso é transmitido para toda a fibra muscular pelo retículo sarcoplasmático. A mudança de polaridade da membrana provoca a liberação do  $\text{Ca}^{++}$ , sendo este imediatamente captado pelas moléculas de troponina, saturando-as. Desaparecendo a ação inibitória da troponina surgem os locais ativos do filamento de actina (sítios que contém moléculas de ATP). Com isso há a ativação da ponte cruzada e a formação do complexo actomiosínico. A formação da actomiosina ativa um componente enzimático da miosina conhecido como miosina-ATPase, que permite a desintegração do ATP em ADP e  $\text{P}_i$  e liberando energia. Esta energia permite que a ponte cruzada se desloque para um novo ângulo, puxando o filamento de actina para o centro do sarcômero.

A ação das pontes cruzadas como se fossem as pernas de uma centopéia provoca a contração muscular. Cada ponte pode ligar-se e desligar-se centenas de vezes no transcurso de uma contração de poucos segundos. Sempre que uma nova molécula de ATP for fornecida a ela, a ponte de miosina se desliga da parte onde estava acoplada e procura a próxima área ativada do filamento de actina.

A figura 11 mostra os diversos momentos da contração: em (a) a fibra está relaxada; em (b) está se contraindo; e em (c) está totalmente contraída.

FIGURA 11 – MECANISMO DE CONTRAÇÃO MUSCULAR



FONTE: WILMORE & COSTILL (2001, p.36).

Aproximadamente 5 segundos após a liberação da acetilcolina, uma enzima chamada colinesterase, que se localiza nas bordas da fenda sináptica, começa a desintegrá-la em ácido acético e colina, o que possibilita que o sarcolema volte a ser impermeável aos íons de sódio. A bomba de sódio-potássio, progredindo em seu trabalho, expulsa o sódio do interior da fibra, restabelecendo o potencial da membrana. A partir deste ponto, o cálcio é repostado nas cisternas do retículo sarcoplasmático por meios ativos. A saída do cálcio dessensibiliza a troponina, fazendo desaparecer as áreas ativas da actina. Desta forma, conforme o ATP for progressivamente se repondo nas pontes cruzadas e as ligações de actomiosina forem sendo desfeitas, os filamentos de actina e miosina vão retornando às suas posições originais, provocando o relaxamento muscular.

Após um exercício muito intenso, com grande utilização de ATP e conseqüente diminuição da capacidade regeneradora deste substrato, pode-se observar que a musculatura trabalhada fica contraída, fruto da dificuldade das pontes cruzadas serem recarregadas com ATP e com isso as ligações de actomiosina se desfazerem. O exemplo extremo deste fenômeno é observado em cadáveres que, por não possuírem mais o metabolismo produtor de ATP, desenvolvem o *rigor mortis*, que é causado por uma ligação permanente das proteínas actina e miosina.

## 2.5 – ADAPTAÇÕES AO TREINAMENTO

O treinamento irá acarretar uma série de adaptações em diversos níveis do organismo. A compreensão dessas adaptações propiciará uma melhor percepção do treinador sobre os objetivos a atingir com a preparação física. (DANTAS, 1998; p.132)

### 2.5.1 – Adaptações Bioquímicas

#### a) Alterações Aeróbicas

FOSS & KETEYIAN (2000; p.281) e WILMORE & COSTILL (2001; p.188) citam que uma das alterações induzidas pelo treinamento aeróbico é o aumento do conteúdo de mioglobina das fibras musculares, aumento este que ocorre através de

dois fatores: aumento do número de mitocôndrias (120%), do seu tamanho (até 40%) e da área de superfície da membrana mitocôndrial do músculo esquelético; os autores citam também o aumento no nível de atividade das enzimas implicadas no ciclo do ácido cítrico (ciclo de Krebs) e no sistema de transporte de elétrons. Estas mudanças permitem aproveitar com maior eficiência as reservas de glicogênio existentes a nível muscular e aumentar a geração de ATP aerobicamente nas mitocôndrias.

No entanto, a principal fonte energética do sistema aeróbico não é o glicogênio, e sim a gordura. MCARDLE *et al.* (1998; p.378) e FOSS & KETAYIAN (2000; p.281) citam que o treinamento específico promove o aumento na capacidade dos músculos treinados de mobilizarem, transportarem e oxidarem as gorduras. Estas melhoras são proporcionadas pelo maior fluxo sanguíneo para o músculo, como citam WILMORE & COSTILL (2001; p.188) devido ao aumento da capilarização em até 15%, e também pelo aumento das reservas intramusculares de triglicerídeos, da capacidade de liberação de ácidos graxos livres dos adipócitos e da atividade das enzimas que mobilizam e metabolizam as gorduras, provocando inclusive um aumento percentual da quantidade de gordura oxidada pelo atleta em comparação ao indivíduo destreinado, considerando-se o total das fontes energéticas. Isto vai propiciar uma melhor depleção de glicogênio e menos acúmulo de ácido láctico, acarretando menor fadiga muscular para o mesmo esforço.

#### b) Alterações Anaeróbicas

MCARDLE *et al.* (1998; p.376) e FOSS & KETAYIAN (2000; p.263) citam que treinamento específico promove um aumento das concentrações em repouso de ATP (25%), CP (até 40%), creatina e glicogênio, bem como da atividade das enzimas-chave da ressíntese do ATP. Além disso, as enzimas responsáveis pela ressíntese do ácido láctico têm sua atividade aumentada, que junto com o aumento das reservas alcalinas, torna o organismo capaz de suportar níveis mais elevados de lactato sanguíneo durante o exercício explosivo.

## 2.5.2 – Alterações Sistêmicas

### a) Sistema Cardio-circulatório

MCARDLE *et al.* (1998; p.379) citam que o treinamento, predominantemente o aeróbico, provoca modificações no sistema cardiovascular e respiratório de natureza tanto funcional quanto dimensional.

As alterações cardiovasculares incluem um aumento do volume e da capacidade cardíaca, acompanhados de uma maior densidade capilar a nível muscular e uma diminuição da frequência cardíaca. Além disso, promove também um aumento do volume de ejeção e uma redução da frequência cardíaca de repouso. Esta é causada pela redução do ritmo intrínseco do marcapasso auricular (ou nodo SA) e por um aumento da predominância parassimpática (vagal), como citam WILMORE & COSTILL (2001; p.284) e DANTAS (1998; p.133).

Além dessas alterações, observa-se um aumento do volume sanguíneo (aprox. 25%), da hemoglobina total (24%), do número total de eritrócitos, e uma redução da tensão sistólica (em maior grau) e diastólica, além de um aumento da densidade capilar dos músculos esqueléticos. (DANTAS, 1998; p.133)

### b) Sistema Respiratório

Conforme cita DANTAS (1998; p.134), com o treinamento, preponderantemente o aeróbico, nota-se um aumento da ventilação/minuto máxima, do  $VO_{2Máx}$  e da eficiência respiratória. Notam-se ainda um melhor rendimento na capacidade de difusão em repouso e maiores volumes pulmonares, medidos também em repouso.

## 2.8.3 – Outras Alterações

a) Composição Corporal: segundo MCARDLE *et al.* (1998; p.380), um programa de exercícios, preponderantemente os aeróbicos, promove a redução do percentual de gordura, ao mesmo tempo em que se observa um aumento da massa corporal magra.

b) Níveis de Colesterol e Triglicerídeos: DANTAS (1998; p.134) coloca que se observa uma redução da lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL), ao passo que percentualmente aumentam as lipoproteínas de alta densidade (HDL) e de baixa densidade (LDL). Isto provoca uma queda no risco de coronariopatia.

c) Tecido Conjuntivo: o treinamento, principalmente o anaeróbico, provoca adaptações como aumento da atividade enzimática óssea, aumento da força de ruptura de ligamentos e tendões, e aumento da espessura de articulações e cartilagens. (DANTAS, 1998; p.134)

d) Aclimatação ao Calor: MCARDLE *et al.* (1998; p.380) coloca que indivíduos treinados apresentam mecanismos termorreguladores mais responsivos, com uma capacidade de dissipação do calor mais rápida e fácil. Como resultado, o calor metabólico gerado pelo exercício torna-se menos prejudicial.

e) Capacidade de Tamponamento: DANTAS (1998; p.134) cita que com o treinamento ocorre um aumento dos bicarbonatos (64%), da hemoglobina (29%) e das proteínas do plasma (6%), o que aumenta a capacidade dos tampões bicarbonato e proteicos de manterem estável o pH do meio orgânico, evitando a acidose prematura nos exercícios anaeróbicos.

f) Sistema Endócrino: DANTAS (1998; p.134) cita que o exercício físico, depois de praticado por um longo período, promove uma hipertrofia do córtex adrenal, o que gera um aumento da produção e do armazenamento de corticóides; além disso, há indícios de adaptações da hipófise e da tireóide.

g) Benefícios Psicológicos: MCARDLE *et al.* (1998; p.380) coloca que o exercício regular tem o potencial de modificar favoravelmente o estado psicológico de homens e mulheres, independente da idade. Essas modificações incluem uma redução no estado de ansiedade, diminuição do nível de depressão leve e moderada, redução do neuroticismo e aprimoramento do humor, da auto-estima, do autoconceito e da percepção geral de valor pessoal.

## 2.6 – VALÊNCIAS FÍSICAS

Diversos autores (BOMPA, 2002; WEINECK, 1999; TUBINO, 1984; CABALLERO, 1996; DANTAS, 1998; BARBANTI, 1979) colocam que os requisitos físicos e motores representam condições centrais para o aprendizado e a realização de habilidades desportivas. Estes aspectos físicos (orgânicos) que podem ser trabalhados e desenvolvidos e que tem influência no desempenho são chamados Valências Físicas e baseiam-se nos diferentes processos energéticos de formação de ATP e nas diferentes formas de controle e recrutamento muscular.

Baseado nestes autores, podemos agrupar os fatores que sustentam a prática das habilidades motoras em:

- a) valências condicionais, que se referem sobretudo a processos energéticos;
- b) valências coordenativas, que se referem a processos de controle neuromuscular;
- c) valências articulares: que dizem respeito ao grau de mobilidade articular.

### 2.6.1 – Aspectos Coordenativos

As capacidades coordenativas estão intimamente relacionadas com a aquisição e o aperfeiçoamento técnico-tático, bem como sua aplicação em circunstâncias não familiares como alterações de terreno, equipamentos e aparelhos, visibilidade reduzida, condições meteorológicas adversas (chuva, vento, sol), oponentes. O nível de desenvolvimento destas capacidades reflete a possibilidade de executar movimentos de vários graus de dificuldade com grande precisão e eficiência.

Estes aspectos têm a base fisiológica nos processos de transmissão de impulsos nervosos do Sistema Nervoso Central (SNC) ao recrutar as diferentes unidades motoras de forma veloz e sincrônica, num processo ajustado de contração e relaxamento de grupos musculares agonistas e antagonistas.

TUBINO (1984, p.180) aponta as seguintes capacidades primordialmente determinadas pela capacidade do SNC de controle e ajuste do recrutamento muscular:

- a) Equilíbrio: combinação de ações musculares com o propósito de assumir e sustentar o corpo em repouso ou deslocamento sobre uma base e contra a lei da gravidade;
- b) Coordenação: encadeamento consciente e intencional de contrações musculares, favorecendo uma ação ótima dos diversos grupos musculares na realização de uma seqüência de movimentos. Relaciona-se com as definições de Ritmo quando encadeado com uma melodia e dotado de expressividade artística, e com as definições de Precisão, capacidade de controle do movimento e ajustes finos na quantidade e na qualidade das unidades motoras;
- c) Descontração: capacidade de controlar o nível de ativação de unidades motoras de um músculo, diminuindo o grau constante de tonicidade;
- d) Tempo de Reação: tempo em que o atleta é capaz de perceber, identificar e responder a um estímulo.

#### 2.6.2 – Aspectos Condicionais

Existem diferentes formas de recrutamento motor e de utilização das fontes energéticas, aspectos estes relacionados com a característica do movimento.

Aspectos anatômicos e biomecânicos determinam padrões cíclicos ou acíclicos de movimento. Baseado em BOMPA (2002, p.08) e BARBANTI (1979), poderíamos separar e classificar os movimentos em:

- a) Movimentos Cíclicos, caracterizados por padrões de movimentos fechados, repetitivos, onde as fases parciais das diferentes partes corporais deslocam-se ao redor de um eixo; como exemplo temos os membros inferiores ao correr, ao pedalar, as braçadas na natação e no remo, etc.
- b) Movimentos Acíclicos, onde as estruturas corporais não apresentam repetições das fases parciais, se deslocando não ao redor de um eixo e sim em movimentações de linhas abertas; as ações se desenvolvem de diferentes formas e numa sucessão de fase preparatória, fase principal e fase final (pontos inicial e final); como exemplo teríamos saltos, arremessos, lançamentos, etc.
- c) Movimentos Combinados, que consistem em movimentos cíclicos seguidos por movimentos acíclicos; embora todas as ações sejam interligadas, podemos

identificar uns dos outros, como os movimentos acíclicos de um saltador em altura em relação aos movimentos cíclicos precedentes que formam a corrida.

Cada ato motor possui características próprias e que relaciona o tipo de movimento com aspectos de Volume e Intensidade.

Por Volume, BOMPA (2002, p.84) cita o componente quantitativo total da atividade realizada e que, dependendo do tipo de movimento, pode ser expresso pelo tempo de trabalho, pelo número de repetições e séries, pela distância percorrida, etc. Por Intensidade, o autor coloca o componente qualitativo do treinamento e que relaciona o trabalho que o atleta realiza em função do tempo. A mensuração da Intensidade é possível de acordo com o tipo de movimento e pode ser expressa em quilagem utilizada (máxima, alta, média, etc), velocidade de ação (máxima, alta, média, etc), densidade do trabalho (redução dos intervalos de recuperação), amplitude dos movimentos, etc.

Os aspectos de Volume e Intensidade apresentam uma grande interdependência, onde o aumento de um gera a necessidade de diminuir o outro. O quadro abaixo, citado por BOMPA (2001), mostra a relação entre o percentual da carga máxima e a quantidade de repetições conseguidas.

QUADRO 03 – INTERDEPENDÊNCIA ENTRE VOLUME E INTENSIDADE

Porcentagem de 1 Repetição Máxima	Número de Repetições
100	1
95	2-3
90	4
85	6
80	8-10
75	10-12
70	15
65	20-25
60	25
50	40-50
40	80-100
30	>100-150

FONTE: BOMPA (2001, p.54)

O quadro a seguir, adaptado de BOMPA (2002), mostra a forma inter-relacionada dos aspectos de Volume e Intensidade, e sua expressão no percentual da ergogênese.

QUADRO 04 – VOLUME, INTENSIDADE E ERGOGÊNESE

Volume (Duração)	Intensidade (velocidade)	Ergogênese %	
		Anaeróbica	Aeróbica
1-15 segundos	Máxima	95-100	0-5
15-60 segundos	Muito alta	80-90	10-20
1-6 minutos	Alta	(30-40)-70	30-(60-70)
6-30 minutos	Média	(40-30)-10	(60-70)-90
30 minutos	Baixa	5	95

FONTE: BOMPA (2002; p.87)

Assim, para podermos caracterizar as valências físicas, precisamos identificar aspectos específicos de Volume e Intensidade, relacionando com o tipo de movimento (cíclicoXacíclico) e o percentual de utilização das diferentes fontes energéticas a nível muscular.

Baseado em autores como BOMPA (2002), WEINECK (1999), TUBINO (1984), CABALLERO (1996), DANTAS (1998) e BARBANTI (1979), podemos identificar as seguintes valências físicas:

a) Resistência Aeróbica (RA): recrutamento motor cíclico ou acíclico de intensidades médias e baixas, dependendo do tipo predominante de fibras do músculo, e que pode ser sustentado por períodos longos, pois não cria um débito de oxigênio no organismo;

b) Resistência Muscular Localizada (RML): recrutamento motor com uma certa carga e que pode ser sustentado por um certo tempo, continuamente; tem a participação de fontes anaeróbicas lácticas (de 30 a 60%) e é determinado pela capacidade de tamponamento e de remoção do lactato;

c) Resistência Anaeróbica (RAN): capacidade de sustentar uma atividade cíclica ou de repetições acíclicas contra uma crescente acidose muscular, onde as fontes anaeróbicas lácticas correspondem a mais de 60% das fontes energéticas, sendo grandemente influenciada pelas reservas iniciais de ATP-PC e pela eficiência de tamponamento; dois tipos especiais RAN são a Resistência de Velocidade (RV) e a

- Resistência de Força (RF), que correspondem ao treinamento dessas valências em condições de fadiga e com consideráveis diminuições dos índices de desempenho;
- d) Velocidade de Aceleração (VA): capacidade cíclica de movimentar-se rápida e coordenadamente contra cargas consideráveis;
  - e) Velocidade Máxima (VM): valência própria de movimentos cíclicos e que corresponde à maior capacidade de movimentação conseguida, possuindo um forte componente neuromuscular;
  - f) Força Máxima (FM): movimentação acíclica que requer um bom aproveitamento das alavancas músculo-articulares, pois utiliza cargas máxima e supra-máxima (excêntrica), com velocidades de contração mínimas;
  - g) Força Dinâmica (FD): utiliza movimentações acíclicas com cargas altas, velocidades sub-máximas e fontes anaeróbicas alácticas;
  - i) Força Explosiva (FE): movimentação acíclica com velocidades de contração máximas e cargas abaixo de 60%.

De acordo com as características gerais, podemos identificar os grupos de Resistência, Força e Velocidade.

As Valências de Resistência são determinadas principalmente pela capacidade dos sistemas cardio-respiratório e muscular de absorver, transportar e utilizar o oxigênio e também de remover os produtos do metabolismo. As Valências de Velocidade focam-se nos aspectos neuromusculares de velocidade e sincronia da condução nervosa. As Valências de Força focam-se nas características estruturais do sistema neuromuscular, sendo determinadas principalmente pela composição dos músculos e pela capacidade de recrutamento de UM.

O quadro a seguir ilustra as posições e relações das valências com os diversos parâmetros.

QUADRO 05 – VALÊNCIAS FÍSICAS

VALÊNCIAS FÍSICAS (DINÂMICAS)	INTENSIDADE		VOLUME		% DE UTILIZAÇÃO DAS FONTES ENERGÉTICAS		
	Carga (% da F <sub>MAX</sub> )	Velocidade de contração	Tempo de Duração de uma série ou seqüência	Quantidade de Repetições	ATP-PC	Anaeróbica Láctica	Aeróbica
Resistência Aeróbica	20 – 50%	Baixa	Mais de 10-12'	Cicl. – muito alta	—	5 – 10	90 – 95
		Média		Acicl. > 150-200			
Resistência Muscular Localizada	30 – 70%	Média Média-alta	1,5' a 3-5'	Cicl. – alta	5 – 10	40 – 60	30 – 50
				Acicl. – de 25-30 a 100-150			
Resistência Anaeróbica	20 – 70%	Alta	40" a 120"	Cicl. – média	10 – 15	70 – 80	10 – 15
		Muito alta		Acicl. – de 15 a 50			
Velocidade de Aceleração	30 – 60%	Muito alta	Até 5-6"	Cíclicas: Média-baixa	98 – 100	0 – 2	—
		Máxima		baixa			
Velocidade Máxima	20 – 50%	Muito alta	Saindo do repouso, a partir de 4-6" até 10-12"	Cíclicas: Média-baixa	85 – 90	10 – 15	—
		Máxima		baixa			
Resistência de Velocidade	20 – 50%	Alta	A partir de 10" até 15-20"	Cíclicas: Média-baixa	10 – 20	70 – 80	10 – 15
		Muito alta		baixa			
Força Explosiva	20 – 60%	Máxima	Até 10-20"	Acíclicas: 5-8	95 – 100	0 – 5	—
		Média-baixa		Acíclicas: 8 a 15-20			
Força Dinâmica	70 – 90%	Média	20" a 60"	Acíclicas: 8 a 15-20	50 – 70	40 – 60	5 – 10
		Média					
Força Máxima	90 – 100%	Baixa	Até 10-20"	Acíclicas: até 4	95 – 100	0 – 5	—
		Média-baixa					

FONTE: BASEADO NOS QUADROS 01, 03 E 04,

### 2.6.3 – Aspectos Articulares

Existem aspectos que afetam o grau de mobilidade das articulações e que determinam a Flexibilidade, valência definida por DANTAS (1998, p173) como “qualidade física responsável pela execução voluntária de um movimento de amplitude angular máxima, por uma articulação ou conjunto de articulações, dentro dos limites morfológicos, sem o risco de provocar lesões”.

Na tentativa de diferenciar intensidades, DANTAS (1998, p.183) faz uma distinção entre o alongamento e o flexionamento. O primeiro seria a movimentação em amplitudes confortáveis e com objetivos de ativação muscular e/ou descontração, sendo o segundo em amplitudes sub-máximas e máximas e utilizado como parte dos objetivos principais da aula.

Em relação ao agente da força, podemos classificá-lo em Ativo, quando o próprio indivíduo se posiciona e gera a tensão com o auxílio de outros grupos musculares, ou Passivo, quando uma força externa age sobre a articulação. (WEINECK, 1999; p.470)

FOSS & KETAYIAN (2000) apresentam fatores relativos para a limitação da flexibilidade, mostrados no quadro a seguir.

QUADRO 06 – LIMITANTES DA FLEXIBILIDADE

Estrutura	Resistência à Flexibilidade
Cápsula Articular	47%
Músculo	41%
Tendão	10%
Pele	02%

FONTE: FOSS & KETAYIAN (2000; p.330).

DANTAS (1998, p.175) cita alguns fatores que em geral influenciam a flexibilidade, como;

- a) idade: quanto maior a idade, menor o grau de flexibilidade;
- b) sexo: a mulher é, em geral, mais flexível que o homem;
- c) hora do dia: a flexibilidade aumenta com o passar das horas do dia, atingindo o seu máximo por volta das 13 horas;

- d) temperatura ambiente: o frio reduz e o calor aumenta a elasticidade muscular e a flexibilidade;
- e) estado e situação de treinamento: por influenciar diretamente os componentes plásticos e elásticos do músculo irá modificar o potencial de flexibilidade;

TUBINO (1984, p.213) aponta que o desenvolvimento da flexibilidade em atletas apresenta os seguintes resultados:

- a) facilita o aperfeiçoamento nas técnicas em treinamento;
- b) dá condições para uma melhoria da agilidade, velocidade e força;
- c) é fator preventivo contra acidentes desportivos (lesões, contusões etc.);
- d) provoca um aumento da capacidade mecânica dos músculos e articulações, permitindo um aproveitamento mais econômico de energia durante o esforço.

## 2.7 – PRINCÍPIOS DO TREINAMENTO DESPORTIVO

Durante o desenvolvimento das modalidades esportivas, principalmente o atletismo e o fisiculturismo, diferentes tipos de programas de treinamento foram aplicados. A comparação entre diferentes planejamentos em uma mesma modalidade e a análise de diferentes modalidades permitiu a identificação de princípios que norteiam uma preparação física de rendimento.

Estes princípios orientam que existe um desempenho ótimo que o indivíduo é capaz, desempenho este conseguido através da escolha certa do que treinar, do como treinar e do quando treinar.

DANTAS (1998; p.43) ressalta que os princípios permitem que o preparador crie métodos e estratégias de treinamento mais individualizados e baseados nos processos já existentes.

### 2.7.1 – Princípio do Desempenho Individual / Individualidade Biológica

Cada indivíduo possui um conjunto de características próprias e únicas, a carga genética, que interage e se expressa com o meio em que se vive.

Esta Individualidade Biológica, fruto da junção das características genéticas com as oportunidades, vai gerar no indivíduo potencialidades de desempenho nos seus diferentes aspectos: físico, cognitivo, psico-emocional, afetivo-social, etc.

Assim, existe um potencial de desempenho máximo que o indivíduo é capaz de realizar.

Estas potencialidades estão no indivíduo, e o objetivo do trabalho sistemático do treinamento é fazer com que ele consiga realizar o seu potencial, o seu desempenho ótimo.

TUBINO (1984; p.100) ressalta que a determinação dos pontos fortes e fracos de um atleta facilitará a individualização do treinamento, sendo que os pontos fortes devem ser cada vez mais potencializados e os pontos fracos deverão ser corrigidos ou melhorados.

### 2.7.2 – Princípio dos Estímulos Ideais / Especificidade

O organismo humano pode realizar um grande e complexo conjunto de movimentos, desde os mais simples e naturais até os mais complexos e expressivos. E cada movimento possui características próprias. No início de um determinado treinamento, o ganho geral é muito grande, ou seja, um treino com qualquer direcionamento vai causar melhoras em todas as valências. Porém, quanto mais próximo se chega do desempenho máximo (limite individual), mais específicos devem ser os estímulos.

FOSS & KETEYIAN (2000; p.247) citam que os programas de treinamento terão de ser específicos para desenvolver o sistema energético predominante na atividade esportiva em pauta.

MOREIRA (1996; p.102) coloca que quando aplicamos uma carga certa, o organismo se comporta de uma maneira bem definida.

Assim, para se obter um efeito especial qualquer do treinamento, devemos identificar as características do movimento e da habilidade e desenvolver um trabalho com a especificidade dos estímulos ideais.

O quadro a seguir mostra diversas variáveis que permitem identificar a intensidade do estímulo aplicado.

QUADRO 07 – NÍVEIS DE INTENSIDADE DOS ESTÍMULOS

Concentr. Ác. Lác. (mmol)	Treinamento para	Frequência Cardíaca	% da Intensidade Máxima	Benefícios do Treinamento
20.00	Potência Aeróbica Máxima	200	85-90%	Alta melhoria da resistência anaeróbica; A ênfase exagerada pode resultar em excesso de treino
12.0	Tolerância ao Ácido Láctico	200		
8.0	VO <sub>2Máx</sub>	190-200 180	80-90%	Melhoria considerável da resistência aeróbica; Observar a intensidade para o benefício ótimo
4.0	Limiar Anaeróbico	170 160 150 140	(60) 70-85%	Melhoria da resistência aeróbica
2.0	Limiar Aeróbico	130 120 110 100	60% 50%	Pequena melhoria da resistência aeróbica
1.1	Estado de Repouso	≤ 80		

FONTE: ROAF (1988), CITADO POR BOMPA (2002; p.377).

### 2.7.3 – Princípio da Supercompensação

Os organismos vivos possuem uma certa estabilidade interna em relação a fatores do meio em que vive, sendo este equilíbrio interno chamado de homeostase.

E para manter este estado, que apresenta-se de forma flutuante, uma das características do ser vivo é a capacidade de Excitabilidade, ou seja, a capacidade de responder aos estímulos ou sobrecargas sofridas.

Baseado em TUBINO (1984; p.101), percebemos que os estímulos provocarão uma resposta de importância diretamente proporcional à sua intensidade, da seguinte forma:

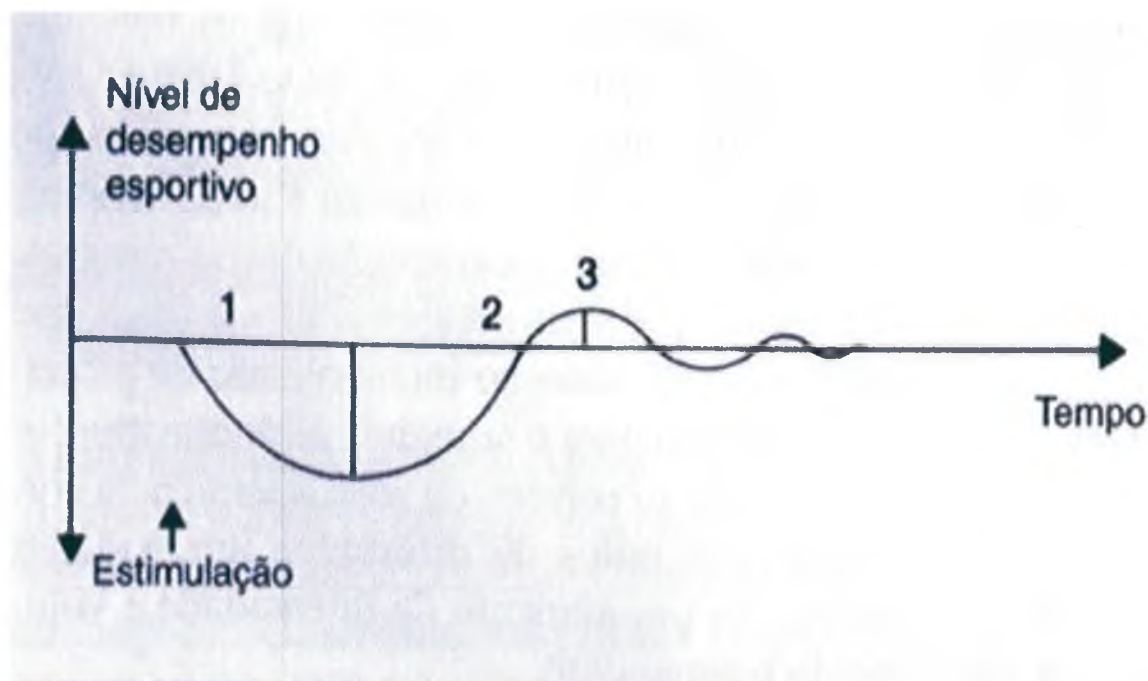
a) estímulos débeis, redução de recursos estruturais e energéticos;

- b) estímulos fracos, não acarretam muitas conseqüências;
- c) estímulos médios, apenas excitam;
- d) estímulos fortes, provocam supercompensações;
- e) estímulos muito fortes, lesionam e causam danos temporários ou permanentes.

A supercompensação causada por sobrecargas ótimas caracteriza-se por fenômenos como retirada de resíduos metabólicos, reposição de reservas energéticas e recomposição de componentes estruturais, fenômenos estes que começam após o término do trabalho e duram até alguns dias, sendo que no final, não só são repostas as condições de desempenho, como também é criada uma reserva extra de trabalho.

A figura 12 mostra as alterações da capacidade de desempenho após uma dada estimulação: na fase 1, percebemos que ocorre um retrocesso transitório da capacidade esportiva; na fase 2, há um período de restauração desta capacidade; na fase 3, há uma supercompensação, ou seja, uma elevação da capacidade esportiva. Posteriormente, se não houver uma nova estimulação, o ganho se estabiliza e volta às condições iniciais.

FIGURA 12 – SUPERCOMPENSAÇÃO



FONTE: WEINECK (1999; p.32).

#### 2.7.4 – Princípio da Interdependência Volume X Intensidade

Todo movimento apresenta um aspecto de **Intensidade**, que se refere à Carga tencionada e à Velocidade da contração, e de **Volume**, que corresponde à Quantidade de repetições e ao tempo de recuperação entre as contrações.

As Valências Físicas distribuem-se num equilíbrio flutuante entre estes dois aspectos.

No treino, os aspectos de Volume são determinados por fatores como distâncias maiores, maiores tempos de trabalho ou maior número de repetições, séries, seqüências, etc; o aspecto Intensidade incrementa-se pelo aumento da velocidade de execução, aumento da carga, pela diminuição dos intervalos de recuperação, pelo aumento da amplitude de movimentação, etc.

Estes aspectos encontram-se intrinsecamente ligados e de forma inversamente proporcional, onde qualquer ação de incremento de um provocará modificações desfavoráveis na estimulação do outro.

A utilização ótima destas duas variáveis é que pode oferecer condições funcionais excepcionais para níveis atléticos mais altos, sendo que a escolha do estímulo predominante deverá ser adequada à fase do treinamento. A ênfase no Volume desempenha um papel de base para resultados futuros, enquanto que o incremento da Intensidade eleva a condição física ao peak de desempenho.

#### 2.7.5 – Princípio da Adaptação

O treinamento pode contribuir não só para assegurar uma melhoria imediata no rendimento, mas também criar condições para um desenvolvimento contínuo por vários anos.

Períodos certos de recuperação promovem supercompensações e elevam os padrões do organismo, que passa a assimilar a carga aplicada e não apresentar o mesmo nível de desgaste, sendo que cargas maiores devem ser aplicadas para que sege elevado o limite de adaptação do atleta.

A figura 13 mostra que, se novos estímulos forem aplicados na intensidade certa e no momento adequado, haverá um aumento progressivo do desempenho esportivo após certo tempo.

FIGURA 13 – PROCESSO DE ADAPTAÇÃO

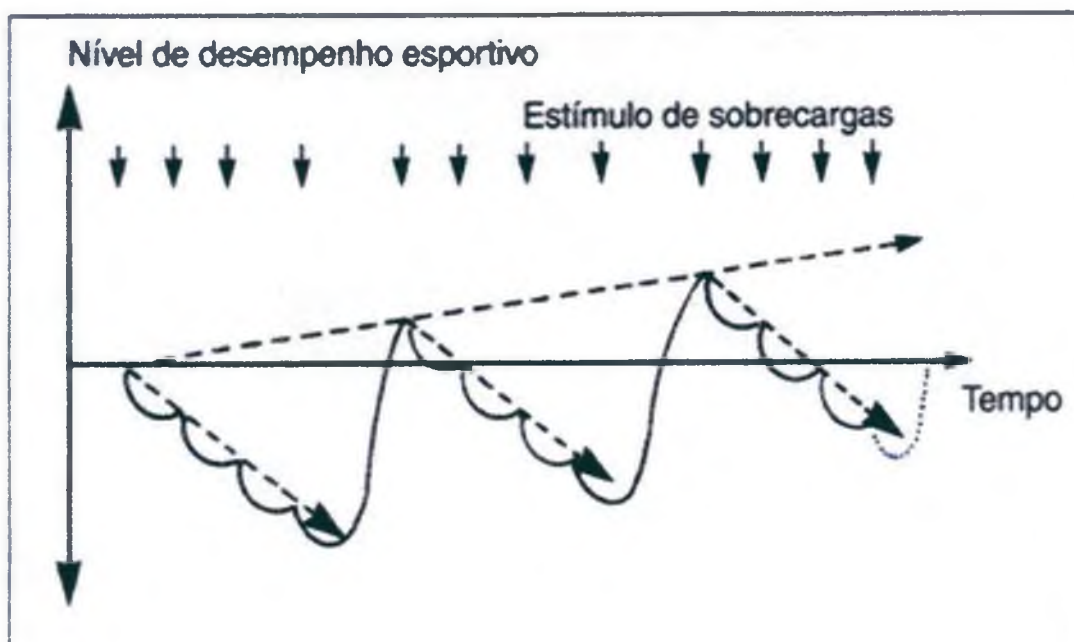


FONTE: WEINECK (1999; p.33)

Uma estratégia utilizada para se potencializar o treinamento é a aplicação de novos estímulos durante a recuperação parcial de uma sessão de treino. Isso gera uma exigência que resulta num esgotamento ainda maior do potencial energético e, posteriormente, numa supercompensação mais pronunciada. (WEINECK, 1999; p.32)

Costill *et al.* (1981), citado por DANTAS (1998; p.52), exemplifica este processo: estudando o efeito de corridas de longa distância (16 km) sobre o glicogênio muscular, em dias sucessivos, observaram que no segundo dia, o nível de glicogênio estava em 75% do nível original, queda esta acentuada para 50% no terceiro dia. Assim, pode-se exigir um grau e *stress* que, se fosse obtido num único dia, provavelmente conduziria o atleta à estafa.

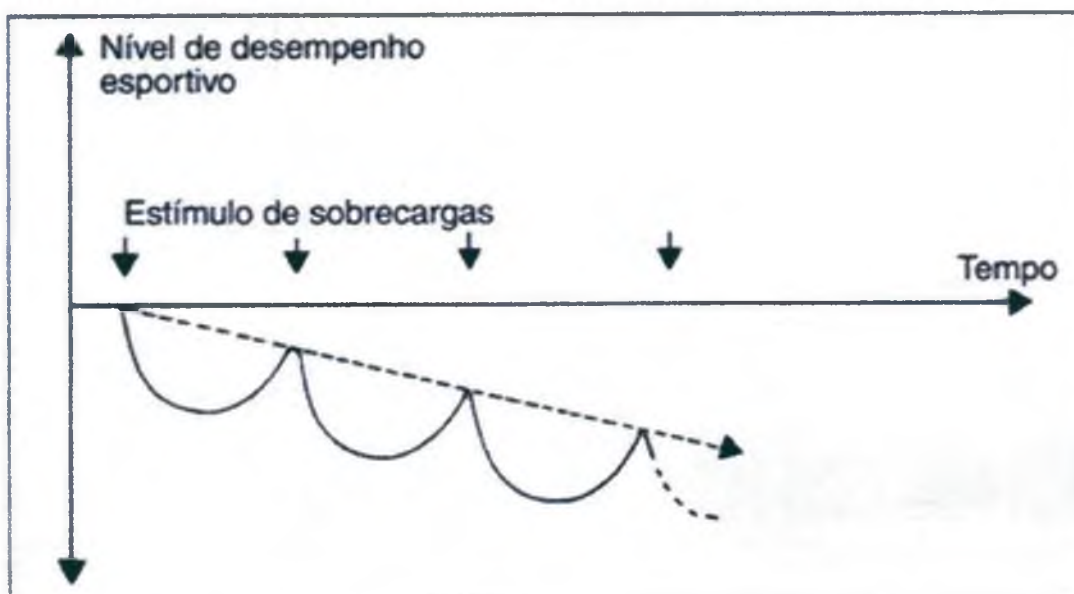
FIGURA 14 – EFEITO DA EFICÁCIA SOMADA



FONTE: WEINECK (1999; p.33).

Como cita TUBINO (1984; p.107), no caso de uma incorreta relação entre a aplicação de cargas de treinamento e as pausas entre as sessões, poderão ocorrer graves prejuízos na condição do atleta.

FIGURA 15 – RETROCESSO DO DESEMPENHO POR ESTÍMULOS EXCESSIVOS



FONTE: WEINECK (1999; p.33).

Os tempos de recuperação de diversas variáveis podem ser vistos no quadro a seguir.

QUADRO 08 – RECUPERAÇÃO APÓS O EXERCÍCIO

PROCESSO DE RECUPERAÇÃO	MÍNIMO	MÁXIMO
Restauração dos fosfagênios (ATP-PC)	2 min	5 min
Pagamento do débito aláctico de O <sub>2</sub>	3 min	5 min
Restauração de O <sub>2</sub> na mioglobina	1 min	2 min
Pagamento do débito láctico de O <sub>2</sub>	30 min	1 h
Restauração do glicogênio muscular:		
a) após atividade intermitente	5 h	24 h
b) após atividades prolongadas e ininterruptas	10 h	46 h
Restauração do glicogênio hepático	Desconhecido	12-24 h
Remoção do ácido láctico dos músculos e do sangue		
a) com exercício-recuperação	30 min	1h
b) com repouso-recuperação	1 h	2 h

FONTE: FOSS & KETEVIAN (2000; p.63).

Os conhecimentos de controle e aplicação de estímulos, juntamente com o conhecimento do período de recuperação orientam o planejamento de uma preparação desportiva e ajudam, principalmente, a evitar o estado de sobretreinamento, que se caracteriza pela aplicação de estímulos acima da capacidade de recuperação do organismo e que, conforme cita TUBINO (1984; p.105), pode ser constatado por evidências como:

- a) falta de apetite;
- b) perda de peso;
- c) diminuição do estado geral;
- d) dores articulares e musculares;
- e) aumento da frequência cardíaca;
- f) excitabilidade;
- g) problemas digestivos;
- h) irritabilidade;
- i) diminuição da capacidade de concentração;
- j) aumento da tensão arterial;
- k) angústia;

- l) hipóxia (redução constante da pressão de oxigênio no sangue);
- m) transtornos no metabolismo;
- n) tensão muscular geral;
- o) diminuição da coordenação motora, etc.

## 2.8 – MÉTODOS DE TREINAMENTO

Diversos autores (FOSS & KETEVIAN, 2000; WEINECK, 1999; MACARDLE *et al.*, 1998; DANTAS, 1998; BOMPA, 2002; TUBINO, 1984; CABALLERO, 1996) elaboraram classificações de sistemas de treinamento que propiciam melhora do desempenho atuando nas valências físicas de forma específica. Baseado nestes autores, podemos identificar os seguintes métodos de trabalho:

### 2.8.1 – Métodos de Treinamento para Movimentações Cíclicas

#### 2.8.1.1 – Método Contínuo, ou Estável, de Duração, de Longa Duração, de Longas Distâncias

Método aplicado a movimentações cíclicas, desenvolvido com baixas cargas e caracterizando-se pela manutenção da intensidade de movimentação abaixo do limiar anaeróbico dos atletas, o que permite sua execução por períodos de 20-30 minutos até várias horas.

FOSS & KETEVIAN (2000; p.277) e WEINECK (1999; p.161) fazem uma distinção entre método Contínuo Lento ou Extensivo e Contínuo Rápido ou Intensivo.

O primeiro é adequado para o desenvolvimento do sistema aeróbico a partir da combustão de ácidos graxos, sendo executado dentro do limiar aeróbico (2mmol/l de lactato), uma intensidade que, em geral, eleva a frequência cardíaca para 75-85% da FC máxima, ou aproximadamente 60-70% do  $VO_{2MÁX}$ , podendo durar mais de 1 hora.

Já o Intensivo faz uma maior ativação do metabolismo dos açúcares, ocorrendo próximo ao limiar anaeróbico (4mmol/l de lactato), com uma FC que se aproxima de 85-90% da máxima, tendo duração de 45 a 60 minutos para atletas

treinados e de 15 a 30 minutos para amadores, uma vez que leva ao esvaziamento das reservas de glicogênio muscular.

BOMPA (2002; p.367) cita o método Estável nos esportes cíclicos em sessões com 1 a 2,5 horas de duração, sendo importante para o aperfeiçoamento da capacidade aeróbica e como consolidação da técnica.

Segundo Counsilman (1975), citado por TUBINO (1984; p.275), o método Contínuo provoca os seguintes efeitos fisiológicos:

- a) aumento da capacidade cardíaca;
- b) redução da frequência cardíaca de repouso;
- c) aumento do volume sistólico;
- d) melhoria da capacidade pulmonar para extrair oxigênio do ar inspirado;
- e) melhoria no transporte sanguíneo de oxigênio;
- f) armazenamento de mais glicose no fígado e no músculo;
- g) aumento na capilarização;
- h) aumento no número e melhoria na composição das mitocôndrias nas fibras musculares.

#### 2.8.1.2 – Método Fartlek

Este método foi concebido inicialmente para o treinamento de corredores fundistas e meio-fundistas, sendo que segundo DANTAS (1998; p.141), hoje em dia pode ser aplicado a todos os esportes que necessitam do desenvolvimento da Resistência Aeróbica.

A idéia original procura alternar corridas rápidas e corridas lentas, em terrenos tanto planos quanto inclinados. Assim, é um método de duração e sem intervalos, caracterizando-se pela alternância de velocidade (intensidade), de moderada a sub-máxima. Devido a essas acelerações periódicas, o organismo é forçado a oscilar constantemente entre a mobilização aeróbica e anaeróbica de energia.

MCARDLE *et al.* (1998; p.391) cita que, por exercitar-se ao ar livre e com muitas variações, é de difícil mensuração da intensidade e pode sobrecarregar um ou todos os sistemas energéticos, em sessões com durações de, segundo Holmer citado por TUBINO (1984; p.277), variam de 40 a 120 minutos.

### 2.8.1.3 – Método Intervalado

Tal como outros métodos, surgiu para o treinamento da Resistência Aeróbica de corredores de fundo e meio-fundo, sendo hoje o principal instrumento de treinamento da Velocidade e da Resistência Anaeróbica para atletas de todas as modalidades cíclicas de movimentação.

O método intervalado baseia-se na aplicação de estímulos acima do limiar anaeróbico separados por períodos controlados de recuperação incompleta entre as séries. As atividades intermitentes apresentam diferentes interações dos sistemas energéticos em comparação com as atividades contínuas.

Segundo FOX & MATHEWS (1992; p116):

*“a energia fornecida pelo Sistema ATP-PC será maior na forma intermitente, acumulando menos lactato e, conseqüentemente, fadigando menos. A menor fadiga que acompanha o trabalho intermitente pode ser convertida em aumento na intensidade; é possível realizar um nível de trabalho intermitente duas vezes e meia mais intenso que o nível contínuo antes de se alcançarem níveis sanguíneos de lactato comparáveis.”*

Os métodos intervalados apresentam alguns parâmetros comuns e que devem ser ajustados aos sistemas energéticos específicos a serem treinados.

- a) Estímulo; distâncias e/ou tempos de trabalho específicos relacionam a intensidade do trabalho; segundo BOMPA (2002; p.371), estímulos de curta distância (15" a 2') desenvolvem principalmente o sistema Anaeróbico, estímulos de média distância (2' a 8') desenvolvem tanto os sistemas Aeróbico quanto Anaeróbico, e os estímulos de longa distância (8' a 15') desenvolvem prioritariamente o sistema Aeróbico.
- b) Intervalo entre os estímulos: a pausa vantajosa, segundo BARBANTI (1979; p.23) corresponde a 1/3 da recuperação total; esta recuperação gerada nos intervalos pode ser determinada por fatores como nível de recomposição da FC e pelo aparecimento da disposição para a repetição do estímulo;

Segundo MCARDLE *et al.* (1998; p.389), para treinar o sistema ATP-PC, é recomendado a relação de trabalho/intervalo de 1 para 3; para o sistema Glicolítico (Ácido Láctico), de 1 para 2; e para o treino do sistema Aeróbico, uma relação de 1 para 1 ou 1,5.

DANTAS (1998; p.146) sugere que este tempo de intervalo comece a ser contado a partir de quando o atleta chegar a uma frequência cardíaca de recuperação, calculada pela fórmula:

$$FC_{REC} = FC_{REP} + 0,56 (FC_{MÁX} - FC_{REP})$$

c) Ação no intervalo; durante o intervalo, o atleta deve manter uma atividade de acordo com o sistema energético visado. DANTAS (1998; p.144) cita dois tipos de ação no intervalo:

- Intervalo Recuperador, para o treinamento do sistema anaeróbico aláctico; consiste em andar lentamente ou movimentar braços e pernas;
- Intervalo Ativador, quando se visa os sistemas anaeróbico láctico e aeróbico; nesse tipo de intervalo o atleta deve andar rapidamente ou trotar, sendo que um trote a 44% do  $VO_{2máx}$  é a melhor intensidade para a remoção do ácido láctico e a 50% do  $VO_{2máx}$  mantém-se o estímulo no treinamento aeróbico.

Como cita TUBINO (1984; p.298), os valores de número de estímulos e tempo de intervalo apresentam variações de acordo com os diferentes enfoques de trabalho, podendo apresentar-se no decorrer da sessão de forma constante, crescente, decrescente ou ondulatória.

#### 2.8.1.4 – Método Fracionado

Segundo DANTAS (1998; p.148), este método tem como princípio a aplicação de um segundo estímulo somente após uma considerável recuperação dos efeitos do primeiro. Este tipo de sobrecarga física ocorre mais no início da formação do indivíduo e com o treino técnico-tático, que alterna momentos de atividade com longos momentos de instrução.

## 2.8.2 – Métodos de Treinamento para Movimentações Acíclicas

### 2.8.2.1 – Método de Circuito

Trabalho em estações formando circuitos e que podem ser com ou sem descanso; segundo TUBINO (1984; p.301), apresenta as seguintes características gerais:

- pode ser aplicado em recintos pequenos;
- propicia variedade de treinamento e um trabalho mais generalizado;
- as bases podem ter tempo fixo, carga fixa, quantidade fixa, etc.
- para sobrecarga a nível aeróbico, podemos aumentar o número de passagens ou o número de repetições; para um treino anaeróbico, podemos aumentar a velocidade de execução e a carga;
- pode objetivar um maior número de valências físicas, trabalhadas na totalidade do circuito ou isoladamente nas estações;
- pode ter estações de flexibilidade, equilíbrio, fundamentos, etc.
- devemos jogar com a alternância de grupamentos musculares ou pausas entre as estações de acordo com as valências visadas
- a aferição da FC de diferentes atletas num mesmo ponto do circuito permite averiguar o grau de condicionamento físico de cada um

BOMPA (2002; p.353) coloca que um circuito pode ser curto (6 exercícios), médio (9 exercícios) ou longo (12 exercícios), com uma duração total que pode variar de 10 a 30 minutos, sendo que o atleta pode repetir até 3 vezes o circuito; todavia, estas variações dependem das condições do atleta e das valências visadas.

### 2.8.2.2 – Métodos de Repetição

Autores como WEINECK (1999), BOMPA (2001), KRAEMER & FLECK (1999), TUBINO (1984) e MCARDLE *et al.* (1998) citam tipos de trabalho para movimentações acíclicas, com consideráveis sobrecargas e que desenvolvem principalmente as valências de força; de acordo com a forma de contração, pode ser dividido em:

- Concêntrico, onde a tensão desenvolvida pelo músculo é maior que a carga externa, provocando encurtamento muscular. Desenvolve, principalmente, a FD, a FM e a FE;
- Excêntrico, onde a carga externa é maior que a tensão gerada, havendo um alongamento da musculatura. Desenvolve, principalmente, a FM e a FD;
- Isométrico, onde a tensão gerada é igual à carga imposta e o músculo não altera o seu comprimento. Desenvolve a FM;
- Isocinético, onde a tensão desenvolvida pelo músculo em ação é igual em todos os ângulos articulares da extensão do movimento, possível apenas com a utilização de máquinas especiais;
- Pliométrico, utiliza uma contração concêntrica imediatamente antecedida de um pré-estiramento, o que gera reflexos capazes de aumentar o número de UM recrutadas. Excelente para o desenvolvimento da FE.

Além disso, UCHIDA et al (2003) e KRAEMER & FLECK (1999) apresentam algumas metodologias para trabalho de força e intensificação do treinamento, como:

a) Múltiplas Séries: que utiliza mais de uma série por grupo muscular;

b) Pirâmide: a série possui uma forma triangular, onde a base se constitui por mais repetições com pesos menores, enquanto o ápice é formado por um número pequeno de repetições com pesos máximos e sub-máximos;

c) Bi-Set: consiste em realizar dois exercícios sem intervalo para o mesmo grupo muscular ou para outro distinto. Após a execução dos dois exercícios, há uma pausa para então se realizar a Segunda série;

d) Tri-Set: semelhante ao Bi-Set, com a adição de um exercício;

e) Super Série 1 (para o mesmo grupo muscular): consiste em realizar mais de quatro exercícios sem intervalo;

f) Super Série 2 (agonista-antagonista): consiste na realização de dois exercícios sem intervalo, sendo o primeiro para um grupamento agonista e outro para o antagonista ao movimento;

g) Circuito: baseia-se na execução de vários exercícios sem intervalo ou com pequenos intervalos;

h) Pré-Exaustão: o objetivo é atingir o músculo escolhido utilizando dois exercícios, sendo o primeiro monoarticular e o segundo multiarticular;

i) Exaustão: seu objetivo é realizar repetições até a exaustão, onde estas serão finalizadas quando a fase concêntrica do movimento não for completada;

j) Isométrico: baseia-se na contração estática em um determinado ângulo articular ou em vários ângulos;

k) Excêntrico ou Negativo: neste método, o praticante só aproveita a fase excêntrica do movimento;

l) Blitz: o que se promove é o trabalho sobre apenas um grupamento muscular por dia ou sessão de treino;

m) Drop Set ou Decrescente: consiste em se realizar um número determinado de repetições e, sem intervalo ou com intervalos pequenos, diminuir a carga em aproximadamente 20% e realizar o maior número possível de repetições até a exaustão, quando se diminui novamente a carga e repete-se o processo;

n) Roubada: realizam-se movimentos de ajuda com o corpo para auxiliar a fase concêntrica, quando se torna impossível a realização regular do exercício;

o) Repetição Forçada: realiza-se um exercício até a exaustão, quando um parceiro de treino auxiliará o praticante a realizar mais algumas repetições, auxiliando na fase concêntrica e deixando realizar sozinho a fase excêntrica;

p) Superlento: realizar cada repetição de forma bem lenta, tanto na fase concêntrica quanto na excêntrica, aproveitando o tempo de tensão como sobrecarga;

q) Ondulatório: baseia-se na forma de uma onda, onde o ventre superior reflete cargas altas e repetições baixas, e o ventre inferior reflete cargas moderadas, porém com muitas repetições.

## 2.9 – PERIODIZAÇÃO

Segundo DANTAS (1998; p.87), o objetivo do treinamento é conduzir o atleta ou a equipe ao peak de desempenho, ou seja, ao ápice das formas física, técnica, tática e psicológica. O desenvolvimento e o aprimoramento das capacidades desportivas até se chegar ao máximo do potencial individual é um processo longo, fruto de uma adequada e contínua seqüência de treinamento.

Diversos autores (DANTAS, 1998; BOMPA, 2002; WEINECK, 1999; GOMES, 2002) apontam estágios de formação atlética, onde a dinâmica de aprendizado e desenvolvimento dentro de um esporte pode ser separada em: fase de iniciação, fase de formação, fase de especialização, fase de alto desempenho e fase de manutenção. Segundo WEINECK (1999; p.58), cada fase possui objetivos, métodos e programas relativamente próprias, sendo também adequadas à idade. GOMES (2002; p.87) coloca que somente os atletas cuja preparação de muitos anos é construída de modo que a dinâmica de cargas de treinamento assegure a obtenção de resultados superiores na idade adequada serão capazes de conseguir os resultados máximos.

BOMPA (2002; p.268) cita que os planos a longo prazo correspondem a uma importante exigência do processo de periodização do treinamento, dando unidade e continuidade às várias fases do processo. O autor coloca que é comum para o treinador estruturar um planejamento a longo prazo de 8 a 16 anos para jovens atletas com perspectivas de serem atletas de elite. Sem tal plano, o treinador faria um programa de treinamento aleatório que poderia deixar de atingir expectativas reais de desempenho. A construção de tal plano deve considerar quatro fatores:

- a) quantidade de anos de treinamento sistemático necessário para o futuro atleta obter um alto desempenho;
- b) a média de idade na qual o atleta atinge o desempenho de alto nível;
- c) o nível da capacidade natural com o qual o futuro atleta inicia sua preparação;
- d) a idade na qual o atleta inicia o treinamento especializado.

Para a estruturação do processo de preparação a longo prazo, é importante saber os ritmos ótimos de crescimento dos resultados desportivos, assim como o período total de obtenção de altos resultados desportivos.

GOMES (2002), no quadro abaixo, mostra o tempo necessário para se começar a atingir resultados superiores em várias modalidades esportivas.

QUADRO 09 – TEMPO DE FORMAÇÃO ESPORTIVA

Modalidade	Atletismo	Natação	Ginástica	Halterofilismo	Remo	Ciclismo (estrada)	Boxe
Nível Estadual	4.1	2.7	2.3	4.6	2.5	3.5	2.1
Regional e nacional	1.7	1.4	2.4	2.3	1.9	1.4	2.2
Internacional	1.9	1.2	1.9	1.8	2.0	1.2	1.6
Total (anos)	7.7	5.3	6.6	8.7	6.4	6.1	5.9

FONTE: GOMES (2002; p.89)

Em relação à idade, BOMPA (2002; p.268) cita que os atletas que alcançaram um ótimo desempenho em desportos que exigiam velocidade máxima tinham entre os 20 e 24 anos; em desportos que exigem grande nível de força e resistência, os atletas possuíam 30 anos ou mais; para desportos nos quais o sucesso depende do domínio de movimentos que os atletas podem adquirir com pouca idade, a idade ótima é drasticamente diminuída, como dos 16 aos 20 para patinação artística, dos 14 aos 18 para ginástica artística feminina e dos 14 aos 24 para a ginástica artística masculina.

A organização da preparação desportiva ao longo dos anos é feita separando-os em diversos ciclos de treinamento.

### 2.9.1 – Macroциclo

Diversos autores (BOMPA, 2002; WEINECK, 1999; TUBINO, 1984; DANTAS, 1998; BARBANTI, 1979; GOMES, 2002) citam a divisão do Treinamento nas etapas propostas por Matvéiev (1965), que separa o processo de planejamento em três períodos: preparatório, competitivo e de transição. Assim, uma parte do treinamento que compreende um período preparatório, um período competitivo e um período de transição é chamada de Macroциclo.

O Período Preparatório compreende a utilização dos meios existentes para aumentar os níveis de possibilidades funcionais do organismo e das qualidades físicas necessárias para o desporto eleito, assim como desenvolver os atos motores específicos dessa modalidade e ainda criar um arsenal de condições psicológicas favoráveis. Este período é dividido numa fase de trabalho mais básica ou geral e em outra fase mais específica.

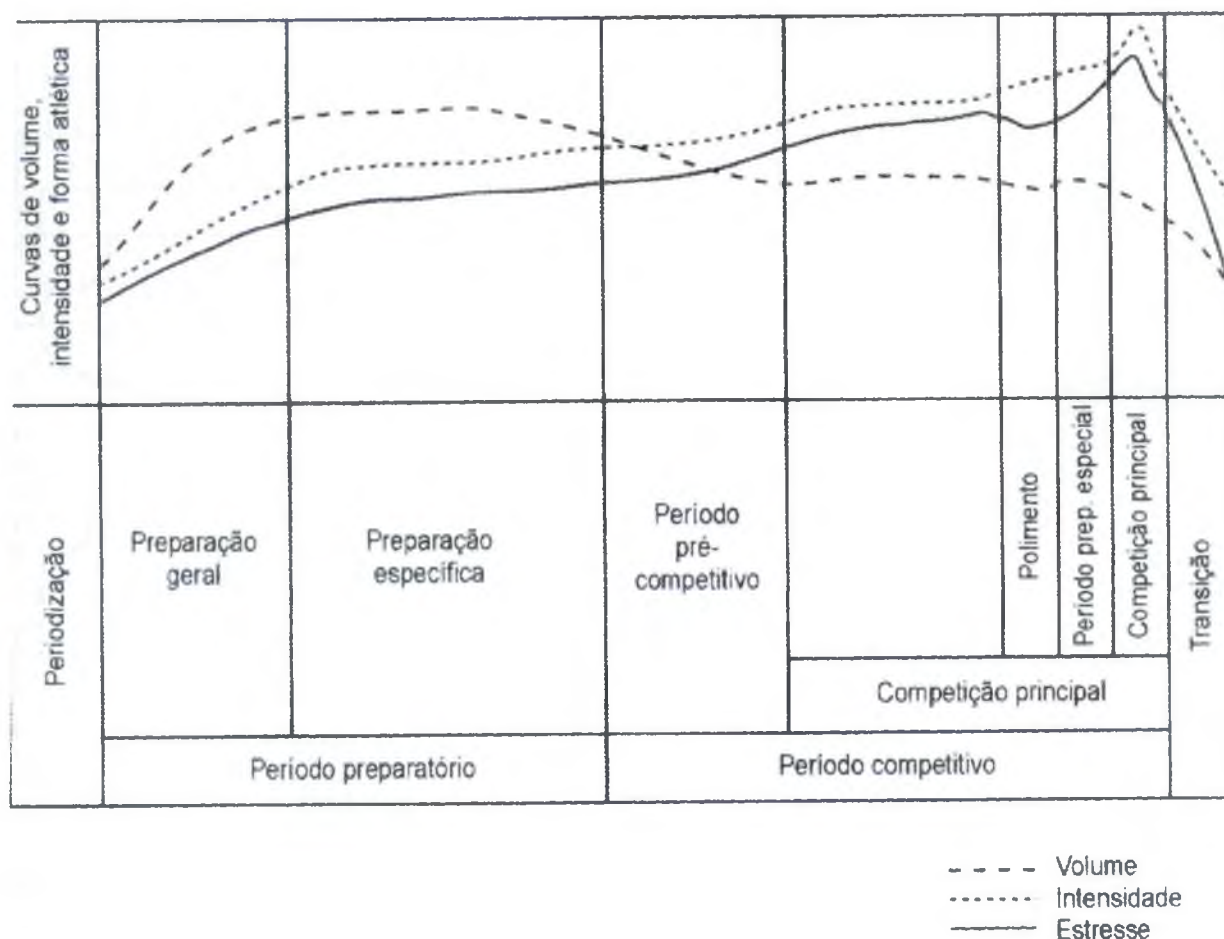
Na primeira fase, predomina o volume sobre a intensidade, há uma ênfase na preparação física e se busca criar bases para um desenvolvimento ótimo na fase específica. Na segunda fase, predomina a intensidade sobre o volume de treinamento, há uma ênfase na preparação técnico-tática, transformando o nível de preparação geral alcançada num nível elevado de preparação específica, levando os atletas ao ápice da forma desportiva.

O Período Competitivo visa atingir e manter o pico da performance durante um período, sendo que a carga de trabalho é reduzida e direcionada para a preparação técnico-tática e psicológica. O período de competição é dividido em pequenas subfases: a subfase pré competitiva, na qual geralmente são incluídas competições preparatórias, precede a subfase onde se encontram as competições principais. Antes da competição mais importante do ano, ocorre uma diminuição da carga, o polimento, em que tanto o volume quanto a intensidade do treinamento são diminuídas para que o atleta possa atingir um estado satisfatório de recuperação e supercompensação antes da competição principal.

O Período de Transição tem por finalidade proporcionar ao atleta uma recuperação das exigências dos programas de treinamento desenvolvidos e das competições disputadas, constando da redução e do redirecionamento dos

estímulos, que propiciará meios para que níveis mais elevados de forma desportiva sejam alcançados na periodização seguinte.

FIGURA 16 – MODELO DE PERIODIZAÇÃO SIMPLES (MODIFICADO DE OZOLIN, 1971)



FONTE: BOMPA (2002; p.209).

O Macroциclo pode ter uma duração que varia em função dos esportes, da capacidade e do momento do atleta, mas que gira em torno de quatro a doze meses, sendo mais comum os Macroциclos anuais e semestrais.

DANTAS (1998; p.87) cita que o número de peaks possível de ser obtido num ano, bem como a duração de cada um dependerão de fatores como:

- valências físicas trabalhadas;
- lastro fisiológico do atleta (experiência desportiva);
- duração da fase básica do treinamento;
- idade;
- individualidade biológica.

DANTAS (1998) e WEINECK (1999) apontam que a periodização simples, ou com um macrociclo anual, é recomendada para esportes que requerem a resistência aeróbica como qualidade física dominante, sendo também utilizada por atletas iniciantes e de categorias menores, pois possui a vantagem de consolidar o desempenho com longos períodos preparatórios. Uma periodização dupla, ou com dois macrociclos anuais, é utilizada em esportes que possuem resistência anaeróbica, velocidade ou força máxima como qualidades físicas preponderantes, ou por atletas mais experientes; e a periodização tripla, ou com três macrociclos anuais, é utilizada por atletas avançados de esportes determinados pela força máxima e pela velocidade, e que já possuem uma sólida base de desempenho.

Além disso, existem os Macrociclos de Meeting, caracterizados por uma periodização simples, mas com um longo período competitivo.

### 2.9.2 – Mesociclo

No planejamento do Macrociclo são estabelecidos objetivos a serem alcançados a curto, médio e longo prazos. Assim, o Macrociclo é dividido em períodos menores, os Mesociclos, que tem uma duração que varia de três a seis semanas e consolida a preparação de uma determinada valência física. (GOMES, 2002; p.124)

Segundo DANTAS (1998; p.77), o Mesociclo poderá caracterizar-se por:

- a) parâmetro preponderante na aplicação da sobrecarga (volume, intensidade);
- b) qualidade física visada;
- c) outras características marcantes (competições específicas).

Mesociclos bem estruturados permitirão uma melhor definição dos objetivos parciais, maior homogeneidade no trabalho executado e uma oscilação da carga mais conveniente, pois no desporto de alto rendimento a variação de cargas no microciclo é relativamente reduzida, ocorrendo de forma mais acentuada nos mesociclos.

GOMES (2002; p.127) aponta que dependendo das tarefas objetivadas no mesociclo e do nível de preparação do atleta, a carga dos microciclos pode variar num leque bastante amplo. Dependendo do número de sessões de treino com cargas de coque ou ordinárias e de sua distribuição nos microciclos, o microciclo

seguinte poderá realizar-se no fundo de recuperação depois da soma da carga do microciclo precedente ou no fundo da fadiga residual.

O autor classifica os mesociclos em: inicial, básico, de desenvolvimento, estabilizador, recuperativo, de controle, pré-competitivo e competitivo.

O quadro 10 mostra algumas variantes de distribuição dos microciclos no mesociclo.

QUADRO 10: COMPOSIÇÃO DOS DIVERSOS TIPOS DE MESOCICLO

Mesociclos	Microciclos *							
Inicial	R	O	R	–	–	–	–	–
Básico	CH	O	CH	R	–	–	–	–
Desenvolvimento	CH	CH	CH	R	–	–	–	–
	CH	O	CH	EST	CH	R	–	–
Estabilizador	EST	O	EST	R	–	–	–	–
Recuperativo	R	R	R	–	–	–	–	–
Controle	R	PC	EST	PC	–	–	–	–
Pré-competitivo	CH	CH	CH	CO	R	PC	–	–
Competitivo	C	R	C	EST	PC	C	–	–

FONTE: GOMES (2002; p.127).

### 2.9.3 – Microciclo

DANTAS (1998) e GOMES (2002) explicam que o Mesociclo, por sua vez, também é dividido em períodos menores, os Microciclos, que possuem uma coerência própria de planejamento e não possuem uma duração fixa, sendo mais comum o microciclo semanal.

De acordo com a característica e a intensidade aplicada no conjunto do microciclo, GOMES (2002; p.114) sugere sua separação em:

- a) microciclo recuperativo: caracteriza-se pelos parâmetros mínimos de soma de cargas (10 a 20% em relação à máxima);
- b) microciclo de manutenção: com cargas de 30 a 40% em relação à máxima, tem o objetivo de assegurar a recuperação do atleta;

\* R = recuperativo; CH = choque; O = ordinário; EST = estabilizador; CO = controle; PC= pré-competitivo; C = competitivo.

- c) microciclo ordinário: com cargas de 60 a 80% em relação às máximas; o conteúdo específico desses microciclos constitui de 2 a 6 sessões de treino com cargas constantes;
- d) microciclo de choque: com cargas máximas ou próximas da máxima, o que representa 80 a 100%; composto de 2 a 5 cargas de choque na semana;
- e) microciclo estabilizador: com cargas de 40 a 60% das máximas, vêm geralmente substituir os microciclos ordinários e de choque;
- f) microciclo de controle: visa verificar o nível de preparação do atleta e avaliar a eficiência do trabalho na etapa precedente;
- g) microciclo pré-competitivo: é estruturado na dependência das competições principais, cujo objetivo consiste em assegurar um estado de condições ótimas para as competições;
- h) microciclo competitivo: não possui estrutura predeterminada, sendo o regulamento e a forma da competição que estipularão como serão ordenadas as atividades.

#### 2.9.4 – Sessões de Treino

As sessões de treinamento são a base de todo o processo de treinamento. O Microciclo é formado por várias sessões de treinamento, que podem ser uma, duas ou até três por dia. A intensidade dos Microciclos depende de fatores como a intensidade das sessões de treinamento, a quantidade, o tempo de recuperação entre elas, etc.

Autores como BOMPA (2002) e GOMES (2002) dividem a sessão de treinamento em três partes: uma parte inicial, de organização da turma e preparação psico-fisiológica do organismo para o esforço que será exigido; uma parte principal, onde são realizadas tarefas dirigidas para o aperfeiçoamento de componentes da preparação desportiva do atleta; e uma parte final de volta à calma, onde ocorre uma diminuição dos estímulos e são criadas condições favoráveis para a recuperação do organismo.

Dependendo do número de objetivos a serem desenvolvidos, esta fase principal pode ser simples, com apenas 1 objetivo, ou complexa, com 2, 3 ou até 4 objetivos a serem trabalhados. O principal problema metodológico de estruturação

das sessões complexas consiste na determinação da seqüência de aplicação do treino para que se exclua uma interação negativa de seus efeitos.

O quadro abaixo, proposto por GOMES (2002), nos dá uma orientação de combinações a serem feitas.

QUADRO 11: COMBINAÇÃO DE CARGAS DE DIFERENTES ORIENTAÇÕES

Modelo de Sessão	Exemplo de composição dos trabalhos
1	Técnica Desportiva Resistência Aeróbica
2	Força Explosiva Velocidade Resistência Anaeróbica Láctica
3	Flexibilidade Força máxima Resistência Aeróbica
4	Velocidade Técnico-Tático Flexibilidade
5	Resistência Anaeróbica Láctica Resistência Aeróbica
6	Força Máxima Resistência Aeróbica
7	Técnica Resistência de Velocidade
8	Técnico Flexibilidade Resistência
9	Resistência de Força Flexibilidade
10	Resistência Aeróbica Flexibilidade

FONTE: GOMES (2002; p111)

### 2.9.5 – Periodização das Valências Físicas

BOMPA (2002; p.51) coloca que durante o processo de treinamento, as capacidades biomotoras e as funções corporais se desenvolvem em diferentes relações temporais. Ozolin (1971), citado pelo autor, sugere a seguinte relação: a flexibilidade melhora de um dia para o outro; a força de uma semana para a outra; a velocidade de um mês para o outro; e a resistência melhora de um ano para outro.

O quadro abaixo, de DANTAS (1998), mostra um modelo de ordenação do treinamento e a descrição das valências trabalhadas nos macrociclos e mesociclos.

QUADRO 12: DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS AO LONGO DO MACROCICLO

PERIODIZAÇÃO		PERÍODO DE PREPARAÇÃO						PERÍODO DE COMPETIÇÃO			Período de transição
		FASE BÁSICA				FASE ESPECÍFICA		Controle	Pré competitivo	Competitivo	
		Incorporação	Básico I	Básico II	Estabilizador	Controle	Básico II				
Preparação cardiovascular	Resistência aeróbica (S)	←————→									↔
	Resistência anaeróbica (IM)					←————→		←————→			
Preparação neuromuscular	Flexibilidade (IP)	←————→				←————→		←————→			↔
	Resistência muscular localizada (IP)	←————→									↔
	Força dinâmica (IP)			←————→							
	Força explosiva (IM)						←————→	←————→			
	Velocidade de movimento (IP)			←————→				←————→			
	Descontração total (IS)	←————→									

FONTE: DANTAS (1998; p.112)

## 2.10 – ANÁLISE DAS PROVAS DE CORRIDA DE AVENTURA

Ao contrário de outras competições que agrupam vários esportes bem delineados, como o triatlon (natação, ciclismo e corrida) e o pentatlo moderno (equitação, corrida rústica, natação, esgrima e tiro), as corridas de aventura, como citam CALDWELL & SIFF (2001) e MANN & SCHAAD (2001), não possuem um formato específico, adaptando-se aos locais de realização e podendo variar as modalidades, a duração, a formação das equipes e até as regras; mas basicamente estas corridas envolvem equipes mistas de 3 a 5 integrantes que vão usar os mais diferentes meios de transporte não motorizados (corrida, mountain bike, caiaque, canoas, cavalos, camelos etc), orientando-se por mapas e bússolas e por dias e noites ininterruptos.

O objetivo das equipes é realizar o percurso definido pela organização nas modalidades indicadas e passando por pontos pré-determinados, onde fiscais registram sua chegada. A duração das corridas de aventura varia de poucas horas até corridas de 10 dias e os competidores raramente recebem ajuda externa, sendo necessário, portanto, que as equipes sejam auto-suficientes, levando sua própria alimentação e os equipamentos que julgar necessário, ficando livres para descansar ou prosseguir quando quiserem. É considerada vencedora a equipe que, tendo passado por todos os postos de controle, chegar completa ao seu destino.

Nascendo com uma corrida de 10 dias, as corridas de aventura têm evoluído para novas distâncias. MANN & SCHAAD (2001) citam que do seu início, com o Raid Gauloises em 1989, até a década passada, as corridas de aventura oficiais eram provas de desafio com longos percursos. Mais recentemente, a definição de corrida de aventura tem se expandido para incluir qualquer corrida multi-esportiva de equipes (às vezes até individuais), independentemente da extensão da prova. As provas estão sendo adaptadas para a realidade dos competidores, que não têm mais uma semana para correr, mas sim um fim de semana, além do formato mais curto e dinâmico de prova ser mais televisivo.

Baseado na duração e no formato da prova, CALDWELL & SIFF (2001) e MANN & SCHAAD (2001) separam as corridas de aventura nos seguintes tipos:

- a) corridas curtas: com duração de 2 a 10 horas, podendo incluir categorias de equipe e individuais;

- b) corridas de fim de semana (médias): com tempos de 12 horas a 2 dias, possuem percursos de 80 a 240 km;
- c) corridas estilo expedição (longas): com durações que vão de 3 a mais de 10 dias de prova, cobrindo extensões de 400 a até 1000 km;
- d) corridas em estágio: corridas de 2 a mais de 4 dias, separada em distâncias parciais cobertas a cada dia, onde a equipe vencedora é a com o menor tempo acumulado.

CALDWELL & SIFF (2001) explicam que para dar a todas as equipes a oportunidade de participar e terminar as provas, competições mais longas possuem áreas de corte que determinam diferentes categorias. As equipes que não chegarem a certos pontos da prova num determinado tempo máximo não são desclassificadas, elas continuam em outra categoria e seguem por um percurso reduzido.

Além disso, CALDWELL & SIFF (2001) também fazem uma distinção entre provas com e sem equipe de apoio, sendo esta formada por um ou dois integrantes de carro que encontram a equipe em pontos específicos ao longo do percurso, permitindo o suporte de alimentação e a troca de equipamentos.

O percurso das provas é divulgado apenas no *briefing*, reunião entre os atletas e a organização da prova para distribuir os mapas das provas e dar os últimos avisos. Essa reunião ocorre apenas poucos dias ou no dia anterior à largada, buscando-se evitar que as equipes treinem ou se familiarizem com o percurso, mantendo a importância da navegação e orientação das equipes.

Em relação às modalidades das provas, CALDWELL & SIFF (2001) e MANN & SCHAAD (2001) citam que as corridas de aventura envolvem uma grande variedade de esportes não-motorizados, possuindo como eventos centrais as modalidades de mountain bike, canoagem (em diversas embarcações), trekking, técnicas verticais (ancoragem, ascensão, descensão, tirolesa, etc) e orientação.

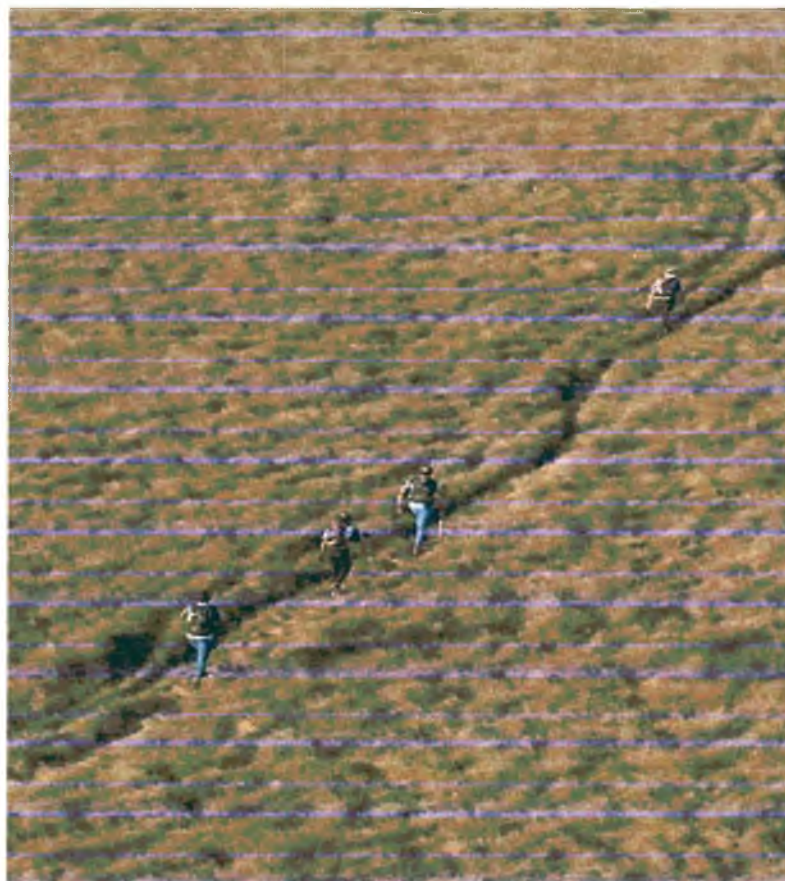
As fotos a seguir ilustram as modalidades fundamentais das Corridas de Aventura.

FOTO 01 – CAMINHADA EM LEITO DE RIOS



FONTE: ECOCHALLENGE, 2004.

FOTO 02 – CAMINHADA EM TRECHOS ABERTOS



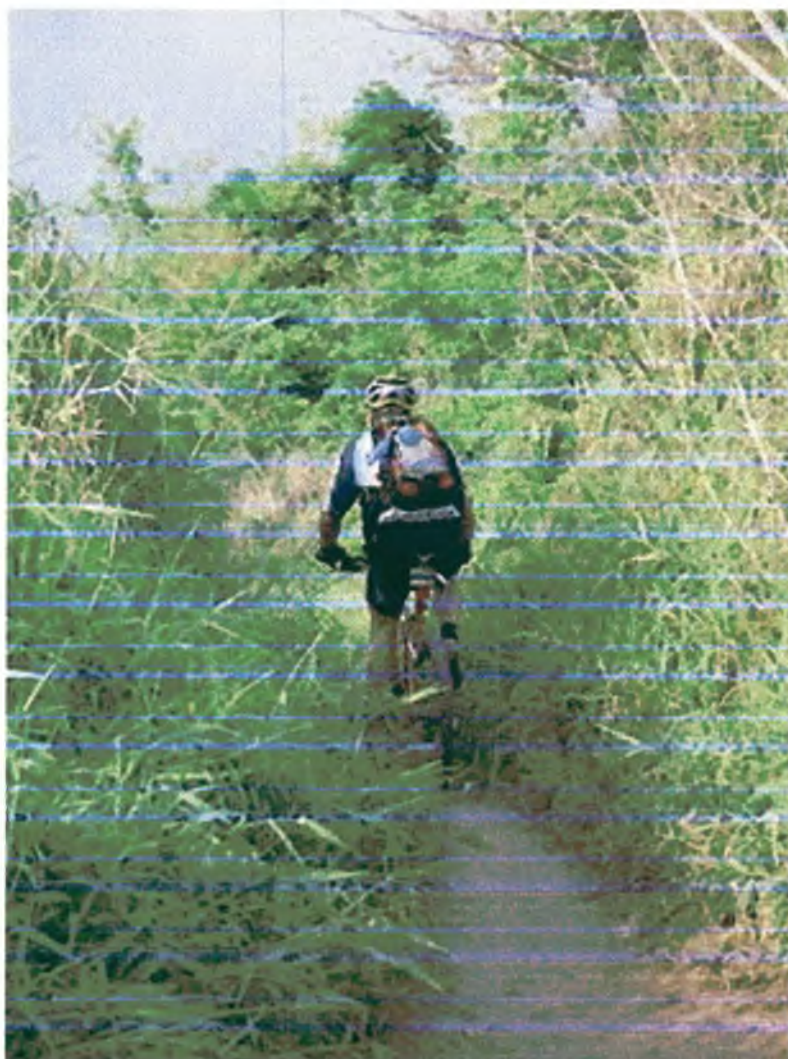
FONTE: WEBVENTURE, 2004.

FOTO 03 – CAMINHADA EM MONTANHAS



FONTE: WEBVENTURE, 2004.

FOTO 04 – MOUNTAIN BIKE EM DIVERSOS TERRENOS



FONTE: WEBVENTURE, 2004.

FOTO 05 – RAFTING EM CORREDEIRAS



FONTE: MILD SEVEN, 2004.

FOTO 06 – CAIAQUE



FONTE: MILD SEVEN, 2004.

FOTO 07 – ASCENÇÃO POR CORDAS



FONTE: ECOCHALLENGE, 2004.

FOTO 08 – TIROLESA



FONTE: EXTREMAVENTURA, 2004.

FOTO 09 - ORIENTAÇÃO



FONTE: WEBVENTURE, 2004.

Entre as modalidades já incluídas estão esqui, patins in line, pára-quedaismo, mergulho, skate, podendo também incluir trechos com animais (cavalos, camelos) e atividades características dos locais, como diferentes tipos de embarcações.

FOTO 10 – UTILIZAÇÃO DE ANIMAIS



FONTE: WEBVENTURE, 2004.

FOTO 11 – ENBARCAÇÕES DIFERENTES



FONTE: MILD SEVEN, 2004.

FOTO 12 – MODALIDADES COMBINADAS



FONTE: MILD SEVEN, 2004.

Além disso, algumas provas incorporam testes especiais de habilidades, como arco e flecha, zarabatana e outras provas físicas de trabalho em equipe, provas essas que dão bonificações de tempo.

### 2.10.1 – PERFIL DO ATLETA

A identificação do perfil físico dos atletas de destaque é de vital importância para o aperfeiçoamento dos programas de treinamento. Como se trata de um esporte recente, os trabalhos de avaliação ainda estão sendo estruturados. Alguns pontos de destaque do perfil estrutural e funcional dos atletas de diferentes esportes podem apontar diretrizes na elaboração dos planejamentos desportivos.

Um aspecto de composição corporal importantíssimo é o percentual de gordura médio dos atletas de ponta. WILMORE & COSTILL (2001) cita valores de referência de atletas de ambos os sexos em diversas modalidades, mostrado no quadro abaixo.

QUADRO 13: VALORES DE GORDURA CORPORAL PARA DIFERENTES ESPORTES

Esporte	% de Gordura	
	Homens	Mulheres
Atletismo: Eventos de corrida	5 – 12	8 – 15
Eventos de campo	8 – 18	12 – 20
Basquetebol	6 – 12	10 – 16
Fisiculturismo	5 – 8	6 – 12
Canoagem/caiaque	6 – 12	10 – 16
Ciclismo	5 – 11	8 – 15
Ginástica olímpica	5 – 12	8 – 16
Corrida de cross-country	5 – 12	8 – 16
Remo	6 – 14	8 – 16
Esqui	7 – 15	10 – 18
Natação	6 – 12	10 – 18
Triatlo	5 – 12	8 – 15
Voleibol	7 – 15	10 – 18
Levantamento de Peso	5 – 12	10 – 18

FONTE: WILMORE & COSTILL (2001; p.506).

MCARDLE *et al.* (1998) colocam que o percentual de gordura baixo constitui-se num pré-requisito para o sucesso em provas de corridas de longa duração por duas razões: a primeira diz respeito à capacidade do organismo de dissipar o calor, que é de primordial importância no equilíbrio térmico durante a competição (a gordura excessiva dificulta a dissipação do calor); a segunda razão é que o excesso de gordura constitui um “peso morto” que aumenta diretamente o custo energético da corrida. Em relação à primeira razão, MOREIRA (1996) cita que um quarto da energia produzida é utilizada nos movimentos, os outros 75% são convertidos em calor.

No que se refere à estrutura corporal, MCARDLE *et al.* (1998) citam que os corredores de longa duração de elite possuem circunferências e diâmetros ósseos menores que os homens destreinados.

Um aspecto funcional de referência da condição atlética é a capacidade máxima de utilização do oxigênio, o  $VO_{2MÁX}$ . MOREIRA (1996) cita valores de referência em  $ml.kg^{-1}.min$  de atletas de alto nível de ambos os sexos em diferentes esportes.

QUADRO 14: MÉDIAS DE  $VO_{2MÁX}$  DE ATLETAS DE ALTO NÍVEL

Modalidade	$VO_{2MÁX}$ (em $ml.kg^{-1}.min$ )	
	Homens	Mulheres
Ginástica artística	50	45
Esqui alpino	65	55
Natação	65	55
Ciclismo em estrada	75	65
Corrida de Orientação	80	70
Maratona	80	70
Corridas de meio-fundo	85	75

FONTE: MOREIRA, 1996; p. 113.

MOREIRA (1996) cita que os atletas de esportes de endurance precisam suportar uma carga de treinamento realmente fortíssima, conseguida de forma lenta e gradativa, sendo que o lastro temporal médio de grandes campeões de maratona é de 11 anos. CONTIN (2003) coloca que nas grandes provas internacionais até o ano 2000, esse esporte era dominado principalmente por atletas com idade a partir

dos 30 anos; a partir de 2001, muitas equipes com atletas jovens começaram a se destacar.

Estudos posteriores, mostrando valores específicos para as provas de Corrida de Aventura ajudarão a elaborar programas mais específicos e permitirão até que um atleta de menor potencial genético, através de um treinamento bem orientado, supere o desempenho de outro mais favorecido pela hereditariedade, mas que não tenha treinado adequadamente.

## 2.10.2 - ASPECTOS DA PREPARAÇÃO DESPORTIVA

Uma análise da preparação desportiva para provas de Corrida de Aventura deve abranger aspectos das preparações técnico-tática, psicológica, social e física, sistema também adotado por CONTIN (2003).

Soma-se a este processo de exigência desportiva o cansaço e a privação de sono. CALDWELL & SIFF (2001; p.142) citam que a adrenalina e a motivação ajudarão na primeira noite de corrida, mas na segunda vai-se estar muito cansado, sendo necessário a ajuda mútua da equipe. O cansaço aumenta a chance de erros, principalmente de navegação.

### 2.10.2.1 – Aspectos Técnico-Tático

As corridas de aventura caracterizam-se por serem provas multiesportivas de equipes e com percursos naturais, sujeita, assim, às intempéries da natureza. A falta de conhecimentos técnicos das modalidades da prova pode gerar um grande desperdício de energia.

A preparação técnica deve buscar a melhoria da qualidade de movimentação, além de proficiência no uso de equipamentos empregados nas modalidades básicas das provas: canoagem, mountain bike, trekking, técnicas verticais e orientação.

MOREIRA (1996, p.28) cita que numa prova longa, quando todos os valores de estrutura corporal são iguais (peso, percentual de gordura, etc), o atleta que possuir a técnica mais refinada, ou seja, movimentos mais econômicos, deverá ser o de melhor performance. O autor cita ainda (p.200) que o treino no mesmo ritmo de

prova é o que mais desenvolve a eficiência mecânica do movimento, contribuindo para o desenvolvimento das coordenações intra e inter-muscular, melhorando a eficiência biomecânica e reduzindo o gasto energético da performance.

Deve-se procurar combinar o treino de técnica com a melhora das condições físicas; mas dependendo do nível esportivo, um treinamento específico de técnica é necessário.

O conhecimento de orientação e navegação por mapas e cartas topográficas é um aspecto específico e particularmente importante das provas, já que define o caminho a ser percorrido.

FOTO 13 – NAVEGAÇÃO POR MAPAS



FONTE: MILD SEVEN, 2004.

Além disso, muitas provas incorporam esportes variados ao longo do percurso, sendo que o aprendizado de novas disciplinas, como citam CALDWELL & SIFF (2001; p.125), é um dos aspectos das corridas de aventura.

O aspecto de ocorrer em ambientes naturais e muitas vezes isolados influencia diretamente o aspecto técnico e tático, onde com frequência os atletas têm de mostrar suas capacidades em condições adversas ou em um meio ambiente incomum. CONTIN (2003) lembra que o emprego correto da técnica de algumas modalidades é imprescindível, pois sem ele o atleta estará correndo risco de vida e/ou arriscando a vida de seus companheiros. Técnicas verticais, travessia de

geleiras, canoagem em águas brancas e algumas outras são modalidades que possuem um altíssimo risco quando não realizadas da maneira correta.

Em relação aos aspectos táticos, BOMPA (2002, p.70) aponta que a tática em esportes combinados inclui aquela empregada em cada modalidade e mais um plano geral de participação na competição. Como é uma competição por equipes, o ritmo de prova deve ser adequado para todos. MOREIRA (1996; p.85) cita que uma possibilidade utilizada de planejamento tático de provas longas consiste em uma grande economia de energia nos primeiros dois-terços do percurso e o aumento do ritmo em sua última parte.

O conhecimento das características geográficas do local de prova, como tipo de terreno, altitude, flora, fauna, condições climáticas, apontam possíveis condições de prova e direcionam para a escolha de uma estratégia de percurso, como quando comer, quando dormir, que ritmo seguir, etc.

Algumas estratégias de treinamento técnico-tático, como cita BOMPA (2002), são:

- a) realizar manobras táticas e diferentes habilidades em circunstâncias incomuns;
- b) criar situações únicas, que precisem de soluções táticas, para os atletas resolverem conforme seu potencial criativo;
- c) prolongar o desempenho informando os atletas desta decisão durante o treinamento;
- d) realizar treinos combinados (vários esportes) com uma tática inicial e alterá-la durante sua realização, aperfeiçoando a flexibilidade de comportamento da equipe;
- e) empregar vários parceiros descansados durante o treino, obrigando o atleta a atuar em altas exigências e de forma relaxada.

#### 2.10.2.2 – Aspectos Psicológicos

As provas de corridas de aventura são caracterizadas por travessias de longos percursos e esforços de grandes durações em situações de grande desgaste físico: desidratação, bolhas nos pés, assaduras, ralados, arranhões, hematomas, Sol, frio, chuva, etc. Os aspectos psicológicos são duramente testados durante algumas provas.

FOTO 14 – EMPURRA BIKE



FONTE: ECOCHALLENGE, 2004.

O cansaço e o sono podem gerar grandes oscilações emocionais e de comportamento. A toda hora você se depara com imprevistos, que fazem com que você precise pensar com clareza, traçando a melhor estratégia e enfrentando os problemas com segurança e determinação.

TUBINO (1984; p.348) cita que o Endurecimento é uma qualidade psicológica importante para competições de grande intensidade e em ambientes desfavoráveis. Em relação a isso, MANN & SCHAAD (2001) colocam que os atletas que se sairão melhor nas provas de Corrida de Aventura serão aqueles que tiverem maior tolerância à dor e ao desconforto.

CALDWELL & SIFF (2001, p.117) colocam as seguintes características mentais de corredores de aventura de sucesso:

- a) a habilidade de ser flexível aos desafios de cada ambiente;
- b) atitudes positivas e que ajudem;
- c) expectativas realistas em relação a si mesmo, à equipe e à corrida.

O autor também cita que um aspecto psicológico importante é a confiança na capacidade individual de cobrir as distâncias das modalidades de prova.

Os atletas devem possuir uma grande força de vontade, capacidade de persistência, capacidade de trabalho de equipe, de diálogo, capacidade de superar pensamentos negativos (as coisas parecem muito piores à noite!). Um bom senso de

humor é fundamental. Treinar em condições como frio e chuva ajuda a cultivar valências psicológicas. Superar desafios aumenta o nível de confiança e a habilidade de perseverar.

### 2.10.2.3 – Aspectos Sociais

As corridas de aventura são competições de equipes de 3 a 5 integrantes de ambos os sexos. A equipe deve permanecer junta durante todo o percurso da prova, sendo considerada vencedora a equipe que terminar completa o percurso; se alguém for forçado a desistir por qualquer razão, a equipe é desclassificada.

Como citam CALDWELL & SIFF (2001), muitos competidores sentem que o aspecto de equipe é uma parte integral e importante das corridas de aventura.

Você estará durante muito tempo com seus companheiros de equipe e será colocado em situações muito estressantes com eles: existirão momentos em que vocês estarão cansados, com fome, com frio, perdidos, e a personalidade de cada um muda com esses fatores.

O crescimento de uma equipe vem com o tempo, com a melhora do entrosamento e com o ganho de experiência. É necessário a realização de treinos longos com a equipe para conhecer seus parceiros(as), seus pontos fortes e fracos, saber como reagem à fadiga e à privação de sono, saber se comunicar, pois um bom relacionamento é fundamental para se avaliar e tomar decisões rapidamente, sendo que o ideal é que todos tenham os mesmos objetivos, um condicionamento físico similar e o mesmo nível de comprometimento com a prova e com os treinos.

BOMPA (2002) coloca que o trabalho em equipe deve se basear num relacionamento sólido e maduro, com amizade e em objetivos comuns. As competições e reuniões sociais consolidam a equipe e o sentimento de pertencer a um grupo. O treinador ou o preparador precisa encorajá-los a agir como uma unidade e deve estabelecer planos e papéis específicos para cada atleta, de acordo com as necessidades da equipe.

#### 2.10.2.4 – Aspectos Físicos

As provas de corridas de aventura são caracterizadas por travessias de longos percursos e esforços de grandes durações. MOREIRA (1996; p.17) coloca que o desempenho de um atleta de longas distâncias depende, fundamentalmente, da capacidade de seu organismo despende, durante um longo período, grandes quantidades de energia. Assim, o enfoque principal do treinamento é desenvolver a capacidade aeróbica do organismo.

Porém, por se tratar de uma atividade multi-fatorial e aberta, o ritmo de prova é muito variado: caminhadas longas e em ritmo constante podem ser intercaladas com íngremes trechos montanhosos, momentos para leitura dos mapas, e como é uma prova aberta, situações de erros de orientação e problemas com os equipamentos, por exemplo, podem gerar desgastes intensos, como ter que atravessar áreas alagadas, subidas íngremes, ter que carregar bicicletas ou botes nas costas, etc.

FOTO 15 – TRAVESSIA DE RIOS



FONTE: WEBVENTURE, 2004.

CALDWELL & SIFF (2001; p.118) colocam que ocasionalmente, você se encontrará em situações críticas de segurança, como corredeiras de rios, arrebentações de mares agitados, subidas íngremes de montanhas, descidas escorregadias de costeiras, exposição às intempéries da natureza ou tendo que passar uma área de corte, sendo necessário aumentar o ritmo de percurso em alguma sessão da prova. Faz-se necessário, portanto, um nível consistente de força geral e específica, e a capacidade de sustentá-la por certo tempo.

Assim, outro enfoque do treinamento seria um trabalho de força geral permanente, visando a prevenção de lesões (principalmente de joelhos, tornozelo e ombro) e a correção de deficiências, enquanto o trabalho específico deve ser usado como base para posterior conversão em resistência muscular localizada (RML). Quanto mais curta a prova, maior o fator aceleração e a intensidade, deslocando o gasto energético para o consumo de glicogênio muscular anaerobicamente e gerando a necessidade de trabalhar no limiar de produção e remoção de lactato.

Um terceiro objetivo é a correção de deficiências individuais que podem limitar o desempenho, mais especificamente em relação aos aspectos de Flexibilidade, Resistência Anaeróbica (RAN) e habilidades técnicas das modalidades da prova.

CALDWELL & SIFF (2001; p.115) colocam que para se obter resultados de sucesso nas provas de Corrida de Aventura, é necessário se ter uma boa base de força e resistência, combinadas com habilidades exigidas e a atitude mental certa.

Soma-se a esse processo uma correta orientação dos aspectos complementares da preparação desportiva. Durante os treinamentos, as condições de vida influenciarão diretamente no treinamento. Como cita MOREIRA (1996, p.101), a intensidade do estresse sofrido não pode ser medida apenas pelo esforço físico realizado, mas pela somatória dos fatores de alimentação, repouso, rotinas diárias, doenças, esforço físico, preocupações.

## 2.11. PROPOSTAS DE ELABORAÇÃO PARA PROGRAMAS DE TREINAMENTO

Uma periodização do treinamento baseia-se numa controlada e progressiva aplicação de sobrecargas. MOREIRA (1996; p.105) cita que a forma como um treinamento é conduzido, a maneira como a sobrecarga é aplicada, influencia

diretamente tanto na época em que vai ocorrer o peak, como na duração e na qualidade do mesmo.

A escolha dos objetivos desta preparação deve ser específica a cada esporte, pois depende diretamente do tipo de prova, e individualizada a cada atleta, pois é influenciada por fatores como idade, biotipo, grau de condição física, nível de prática esportiva em provas de resistência (iniciante, intermediário, avançado e elite), e também do tempo disponível para a preparação.

### 2.11.1 – ESCOLHA DO MACROCICLO

Em esportes de alto desempenho, faz-se necessário uma correta escolha do tipo de periodização mais indicada.

O quadro a seguir, citado por DANTAS (1998), mostra a relação entre a característica do desporto e o número de peaks por ano.

QUADRO 15: CORRELAÇÃO ENTRE TIPO DE DESPORTO E NÚMERO DE PEAKS ANUAL

Característica do Desporto	Número de Peaks por Ano
Resistência Aeróbica	01
Força Dinâmica	02
Velocidade (Alta complexidade técnica)	01, ou de 03 a 04
Força Explosiva (Tecnicamente simples)	01 ou 03
Alta complexidade técnica Coordenação motora acurada Renovação periódica do objetivo de especialização	01, ou de 02 a 03
Iniciação Desportiva	03

FONTE: DANTAS (1998; p. 67).

De acordo com o quadro, vemos que na periodização do treinamento para as Corridas de Aventura é indicado o uso de macrociclos simples, ou seja, com um pico de desempenho por ano.

Porém, como cita BOMPA (2002), a escolha do tipo de Periodização também deve levar em conta o nível de preparação do atleta, o lastro temporal de treinamento.

WEINECK (1999; p.63) explica que “a periodização dupla, devido à sua carga de estímulos, é aplicável somente para atletas com bons desempenhos, mas não para iniciantes ou jovens, uma vez que estes se encontram em treinamento de formação que não deve ser perturbado por uma especialização precoce ou pela redução da abrangência do treinamento”.

Assim, aspectos de idade e experiência esportiva contam na escolha do tipo de periodização, sendo que atletas avançados e de elite, que possuem um grande lastro fisiológico, poderiam continuar a ter bons desempenhos com uma periodização dupla.

Vamos apresentar alguns aspectos que direcionam o treinamento dos objetivos apresentados numa periodização simples.

### 2.11.2 – OBJETIVOS DO TREINAMENTO

A determinação de prioridades é essencial, pois o treinamento de atletas de alto nível é oneroso em termos de tempo e esses não podem se permitir desperdiçá-lo em atividades que não resultem em desempenhos melhores.

MOREIRA (1996; p.17) coloca que existem qualidades físicas que são determinantes da performance de uma prova de longa duração. Assim, o treinamento bem conduzido deve estar focado principalmente para propiciar seu desenvolvimento.

WEINECK (1999; p.323) ressalta que ao se priorizar os mecanismos fisiológicos diretamente relacionados à determinadas valências físicas, não significa que as outras valências não estejam sendo trabalhadas. Mesmo com um treinamento muito especializado, é importante, desde o início, a aplicação de exercícios para evitar e compensar o desequilíbrio muscular de grupamentos encurtados e enfraquecidos, diminuindo a susceptibilidade a lesões e aumentando o desempenho.

Como vimos, os objetivos do treinamento para provas longas de Corrida de Aventura se referem prioritariamente com o desenvolvimento da Capacidade Aeróbica a partir de ácidos graxos, e o desenvolvimento satisfatório das valências de Força. Para provas curtas, a intensidade aumenta, necessitando-se do desenvolvimento das Valências de Resistência a partir da utilização dos carboidratos

como combustível, e do desenvolvimento mais acentuado da Força muscular. As provas médias devem ser adaptadas dentro deste contínuo entre as duas citadas.

Vale lembrar que a dinâmica de escolhas de objetivos varia no decorrer da vida esportiva de um atleta. Conforme os anos passam e o atleta vai chegando próximo de seu potencial genético, mais específicos precisam ser os estímulos para continuar se desenvolvendo.

#### 2.11.2.1 - Melhoria da RA e da RML

CALDWELL & SIFF (2001; p.118) colocam que a primeira coisa a ser feita num treinamento para corridas de Aventura é se construir uma boa base de endurance.

Como vimos, o sistema aeróbico pode utilizar os três tipos de macronutrientes, sendo que a glicose (glicogênio) tem certa preferência de utilização com ritmos mais intensos em relação aos ácidos graxos, e as proteínas possuem um papel que aumenta conforme a duração do esforço.

Assim, é necessário fazer-se uma diferenciação em relação ao tipo de prova: curtas, médias e longas. Quanto mais curta, mais intenso será o ritmo de prova, e quanto mais longa, menor será a intensidade dos esforços. Em ambos os casos, os dois combustíveis principais estarão sendo utilizados de forma aeróbica, porém o delineamento das interações energéticas será diferente.

MOREIRA (1996; p.65) coloca que os atletas de endurance requerem adaptações sobretudo no que se refere ao metabolismo de ácidos graxos, mas também que uma das razões de o treinamento provocar uma melhoria dos desempenhos em provas longas é por aumentar as reservas de glicogênio muscular.

GUYTON (1997) cita que em provas atléticas de resistência com duração de mais de 4 a 5 horas, as reservas de glicogênio dos músculos sofrem depleção quase completa.

WEINECK (1999) aponta os seguintes fatores limitantes do desempenho da capacidade aeróbica:

- a) estoques insuficientes de glicogênio muscular, sendo decisivo na determinação da intensidade da atividade tolerada e do tempo da mesma;

- b) nível suficiente da atividade enzimática para o catabolismo de substratos de forma aeróbica, sobretudo de carboidratos e ácidos graxos;
- c) requisitos no sistema cardiovascular: suficiente hipertrofia cardíaca, suficiente capilarização na musculatura trabalhada;
- d) volume sanguíneo suficiente para o transporte de oxigênio e recuperação da capacidade de tamponamento

WILMORE & COSTILL (2001) citam que a fadiga experimentada pelos maratonistas ao término da competição é devida a fatores como:

- a) baixos níveis sanguíneos de glicose;
- b) fadiga muscular localizada;
- c) perda de água;
- d) enfado e abatimento geral do organismo.

Assim, o treinamento do aspecto aeróbico vai estar direcionado para as seguintes adaptações:

- eficiência na utilização de ácidos graxos (aumento das reservas intra-celulares de lipídios, melhoria do sistema enzimático);
- aumento dos estoques de glicogênio;
- adaptações cardiovasculares e respiratórias (aumento da capilarização, eficiência cardíaca, melhoria na absorção e no transporte de oxigênio);
- perfeição técnica de movimentação, visando a economia de energia;
- capacidade de lidar com a fadiga (eficiência na remoção de ácido láctico).

A organização do treinamento das valências de RA e RML modifica-se no decorrer do Macro ciclo. O Período Preparatório, via de regra, caracteriza-se pelo aumento do Volume e pela baixa Intensidade do treinamento. Já no Período Competitivo, ocorre um aumento da curva de estresse para a Intensidade e a diminuição do Volume. No Período de Transição deve-se diminuir concretamente o estresse tanto de Volume quanto de Intensidade.

Este pensamento caracteriza o planejamento de todos os esportes. Porém, em se tratando de esportes de longa duração, os valores de Volume apresentam-se sempre consideravelmente altos. BOMPA (2002; p.84) coloca que a elevação contínua do Volume de treinamento é uma das prioridades dos desportos aeróbicos, juntamente com a necessária perfeição técnica dos gestos.

Assim, no Período Preparatório Geral, a RA e a RML serão concretamente trabalhadas, sendo que no Período Preparatório Específico a RML será ainda mais enfocada.

No Período Competitivo, o enfoque na Intensidade vai gerar o aumento no ritmo de treino, sendo que, quanto mais curta a prova, mais próximo do limiar anaeróbico vai ser o treinamento.

Os métodos prescritos para serem utilizados são:

#### a) Método Contínuo

WEINECK (1999; p.161) cita estudos de Lorenz *et al.* (1973), que apontam o método de duração extensivo como particularmente importante para competições com trajetos longos e muito longos, como maratonas, trajetos de 100 km e corridas de 24 h.

Segundo MCARDLE *et al.* (1998) o método contínuo utilizado por atletas de endurance, como triatletas e esquiadores cross-country, permite exercitar-se quase na mesma intensidade da competição, tendo também um recrutamento específico de UM e do sistema metabólico celular. Assim, é particularmente indicado na preparação de provas longas.

Porém, a desvantagem de um treinamento pouco intenso reside no fato de que tal atleta não se encontraria em posição de executar com alto potencial tarefas de alta intensidade, que requerem um acentuado catabolismo de glicogênio por um período relativamente longo de tempo. WEINECK (1999; p.164) cita que, pela mobilização mista de fontes energéticas da maioria dos esportes, a complementação de métodos de resistência intensivos e extensivos consiste em um treinamento ideal.

#### b) Método Fartlek

O Fartlek caracteriza-se pela variação de ritmo, aspecto muito interessante para a especificidade das provas de Corrida de Aventura, pois os intervalos ativos treinam a resistência e a remoção de lactato.

Este método pode ser bem utilizado no final do período preparatório e no início do competitivo, sendo interessante usá-lo em sessões longas.

Particularmente indicado para provas curtas e médias.

### c) Método Intervalado

O treinamento intervalado é interessante por adaptar/capacitar os atletas para suportar esforços anaeróbicos e variações de intensidade que ocorrerão por ocasião das provas. (TUBINO, 1984; p.300)

Pode ser utilizado em sincronia com o Fartlek, também depois de se firmar uma certa base aeróbica.

Deve ser utilizado com estímulos médios e longos, com o objetivo de aumentar o ritmo de competição.

Estímulos mais curtos podem ser usados para manutenção dos valores de força, mas com muita cautela e de forma pontual.

Conforme o atleta for se adaptando, poderá utilizar um intervalo ativador entre os estímulos, ativando eficientemente o sistema aeróbico.

É especialmente indicado nas provas curtas.

#### 2.11.2.2 – Aquisição de Força Muscular

KRAEMER & FLECK (1999; p.27) colocam que a maioria dos atletas pratica treinamento de força como uma parte de seu programa de treinamento não com o intuito de quanto peso eles conseguem levantar, mas sim se o aumento de força causado por esse treinamento resulta em um desempenho melhor em seu esporte.

Como cita WEINECK (1999; p.232) o treinamento de força tem importantes funções, como:

- a) aumento da capacidade de desempenho, pois pode ser pré-requisito para uma maior tolerância à carga, ou seja, como base para a execução de métodos mais intensos; e também como treinamento adicional da musculatura sinergista e antagonista;
- b) como profilaxia de lesões, pois uma musculatura bem desenvolvida consiste numa proteção eficaz contra ferimentos e torções.

BOMPA (2001) e WEINECK (1999; p.235) colocam que o treinamento para o ganho de força leva a adaptações estruturais do músculo, com a hipertrofia das fibras, e também a adaptações neuromusculares de otimização da coordenação intra e inter-muscular.

WEINECK (1999; p.244) cita que esta relação depende do tipo de treinamento realizado, onde:

*“somente com estímulos de uma certa duração (ex.: de 8 a 12 repetições em um treinamento dinâmico de força, com uma intensidade média (de 40 a 60% da força máxima em pessoas não treinadas; e de 60 a 80% da força máxima em pessoas treinadas) é que ocorre um aumento da secção transversal do músculo. Estímulos máximos e com um número limitado de repetições (ex.: 3 repetições em um treinamento dinâmico de força), estímulos atuantes por um período muito curto de tempo, ou ainda estímulos de força para força rápida, levam a um aumento da força através da melhoria da coordenação intra-muscular, mas não levam à uma hipertrofia muscular.”*

BOMPA (2001, p.33) cita algumas leis básicas do treinamento de força para os esportes, que são:

- a) desenvolver a flexibilidade, evitando tensões e dor nas articulações;
- b) desenvolver a capacidade dos tendões de suportar tensão;
- c) desenvolver a força dos músculos do tronco, criando uma base sólida de apoio para as ações de outros grupos musculares do corpo;
- d) desenvolver os músculos estabilizadores, melhorando a eficiência de funcionamento dos músculos motores primários;
- e) treinar os movimentos, com a finalidade de simular a especificidade das habilidades esportivas.

Em relação à melhoria do desempenho, o autor coloca que o treinamento de força deve ser usado como base para o treinamento da RML, definida pelo autor como a capacidade do músculo de manter o trabalho por um período prolongado, muito usada em esportes de resistência, pois seu treinamento tem uma transferência positiva para a capacidade do sistema cardio-respiratório. O autor faz uma subdivisão desta valência em RML de curta, média e longa duração, as duas últimas relacionadas ao desempenho em provas de fundo e meio-fundo.

BOMPA (2001) propõe a organização do treino de força dentro do macrociclo em três etapas.

Na primeira fase, que corresponde ao Período Preparatório Geral, busca-se um ganho de força, com ganhos estruturais e funcionais. Os métodos prescritos são:

- a) treinamento em circuito, com cargas de 40-60% em 6-9 estações, num total de 3-5 passagens pelas estações;
- b) métodos de repetição, com cargas de 70-80%, 6-9 exercícios e 6-12 repetições.

Na segunda fase, Período Preparatório Específico, este ganho de força dinâmica e máxima vai ser convertido em RML, utilizando-se cargas de 30-50% da máxima em 2-4 séries de 4-6 exercícios com 100-150 ou mais repetições.

A terceira fase, correspondente ao Período Competitivo, busca-se a manutenção com 1-2 séries de 20-30 repetições. Quando o atleta já possui um bom lastro de treinamento, o trabalho de conversão em RML pode ser aplicado com mais antecedência.

As sobrecargas utilizadas podem ser do peso corporal, medicine ball, cordas elásticas, coletes e lastros, pesos livres, máquinas, etc.

CALDWELL & SIFF (p.122) colocam que o desenvolvimento da força para corredores de aventura pode ser feito pela incorporação de treinamentos intervalados e também através de variações de intensidade em terrenos naturais, como subir ladeiras.

#### 2.11.2.3 – Deficiências Individuais

Segundo BOMPA (2002, p.328), durante os anos iniciais do treinamento, todas as capacidades físicas devem ser desenvolvidas para construir uma base sólida para o treinamento especializado.

Como cita WEINECK (1999; p.322):

*“é importante que já no início de um processo de treinamento haja exercícios para evitar e compensar o desequilíbrio muscular, exercícios de compensação e de complementação para o alongamento e o fortalecimento de músculos encurtados e enfraquecidos. Deste modo é possível, mesmo com um treinamento muito especializado, evitar ou reduzir a um mínimo o desequilíbrio muscular, diminuindo a suscetibilidade a lesões e aumentando o desempenho.”*

Em relação a estes aspectos, cabe ressaltar a importância do desenvolvimento de valores muito bons de flexibilidade, o que ajudará tanto na perfeição técnica, quanto na prevenção de lesões.

O desenvolvimento desta valência deve ser focado de forma permanente. No período preparatório (geral e específico), busca-se um ganho real desta capacidade, procurando-se manter estes valores no período competitivo.

Os objetivos foram abordados dentro dos períodos preparatório e competitivo. O período de transição caracteriza-se pela diminuição das exigências físicas, permitindo a recuperação do organismo.

Este período não deve caracterizar-se pela inatividade física. Podemos utilizar esta fase para o aprendizado de novos esportes, para o treino neuromuscular de coordenação, equilíbrio, ritmo, etc.

A aquisição de experiências novas, como viagens por lugares diferentes, aventuras na natureza, fazem parte do estilo de vida dos corredores de aventura.

### 3. CONCLUSÃO

As Corridas de aventura são competições multi-esportivas que resgatam desafios desde muito tempo presentes na vida dos homens. Ao longo da história, sempre existiram visionários e aventureiros que se lançaram pioneiramente em novos desafios. E, ao longo do tempo, muito conhecimento foi se acumulando entre os estudiosos das diversas ciências, permitindo que desafios cada vez maiores fossem alcançados.

Desta forma, as bases estruturadas pela Ciência do Treinamento Desportivo tornam-se fundamentais para a organização dos programas de treinamento desta modalidade, onde os aspectos das Preparações Física, Técnico-Tática e Psicológica indicam pontos a serem trabalhados.

A compreensão do conceito de transferência de energia, sua assimilação através dos alimentos e suas formas inter-relacionadas de utilização apontam especificidades presentes nas diversas práticas esportivas. Os aspectos anatômico, fisiológico e bioquímico dos Sistemas Cardiovascular, Respiratório e Neuro-Muscular mostram os mecanismos de apoio necessários para converter esta energia química dos alimentos na energia mecânica das contrações musculares. Estes sistemas orgânicos, através do treinamento, podem sofrer adaptações estruturais e funcionais, potencializando a realização de melhores desempenhos.

A caracterização das Valências Físicas mostra os diferentes aspectos das contrações musculares, onde a identificação das exigências principais a serem trabalhadas podem resultar em conquistas esportivas superiores. Para isso, deve-se aplicar corretamente os Princípios do Treinamento, que mostram que estes resultados superiores são alcançados pela aplicação de estímulos certos, da forma certa e no momento adequado, de acordo com as respostas individualizadas. Falhas de planejamento deste processo podem diminuir as condições orgânicas gerais dos atletas, com riscos de sobretreinamento.

O excesso de treinamento pode ser eliminado pelo entendimento dos Métodos de Treinamento, permitindo saber a forma de estímulo adequado a cada atleta e em cada momento. Além disso, para que o organismo consiga suportar uma carga alta de trabalho, um processo gradual e contínuo de treinamento deve ser aplicado, onde se devem planejar ciclos de diferentes intensidades, com objetivos a

curto, médio e longo prazo. A Periodização do Treinamento é fundamental para se desenvolver ao máximo o potencial dos atletas, tendo um desempenho superior no momento das grandes competições.

As recentes competições de Corrida de Aventura possuem especificidades que devem ser identificadas e nortear a elaboração dos programas de treinamento. Entre os aspectos Técnicos, citam-se a melhoria da qualidade de movimentação, juntamente com a proficiência no uso de equipamentos, além do domínio da orientação por mapas. A Tática se refere à empregada em cada modalidade, mais um plano geral de participação na competição. Os aspectos Psicológicos são duramente testados, pois se enfrenta condições naturais adversas (frio, chuva, etc), desconforto e dor física, somado ao cansaço e ao sono, podendo gerar grandes oscilações de comportamento. Aspectos Sociais e relacionamento entre a equipe são fundamentais para o sucesso na competição.

Por se caracterizar pela travessia de longos percursos, o aspecto Físico se refere principalmente à capacidade aeróbica dos atletas, sendo que o treinamento da força muscular é importante para a melhoria geral do desempenho e como prevenção de lesões. Aspectos específicos de deficiências individuais, juntamente com o tipo de prova, o tempo disponível de treinamento, etc., também vão orientar na elaboração dos programas de treinamento.

#### 4. REFERÊNCIAS

- ADVENTUREMAG. **Calendário**. Disponível em: <[www.adventuremag.com.br](http://www.adventuremag.com.br)> Acesso em 21 jan. 2004.
- AIRES, M.M. **Fisiologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara & Koogan, 1999.
- ALBERTS, B.; BRAY, D.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K.; WATSON, J. D.; **Biologia Molecular da Célula**. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- CABALLERO, J. A. R.; VALDIVIELSO, M. N.; MANSO, J. M. G; **Bases Teóricas del Entrenamiento Deportivo**. Madrid; Gymnos, 1996.
- CALDWELL, L. & SIFF, B.; **Adventure Racing: The Ultimate Guide**. Boulder, Colorado: Ed. Velo Press, 2001.
- CONTIN, R. S.; **Análise dos Métodos de Treino para Corridas de Aventura**. Monografia do Curso de Educação Física da PUC-PR. Curitiba, 2003.
- BARBANTI, V. J. **Teoria e Prática do Treinamento Desportivo**. 2 ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1979.
- BERNE, R. M. & LEVY, M. N.; **Fisiologia**. 3. Ed. Guanabara & Koogan. Rio de Janeiro, 1996.
- BOMPA, T. O. **Periodização: Teoria e Metodologia do Treinamento**. São Paulo: Phorte Editora, 2002.
- BURTON, B. T.; **Nutrição Humana**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1979.
- DANTAS, E. H. M.; **A Prática da Preparação Física**. 4. ed., Rio de Janeiro: Shape, 1998.
- ECOCHALLENGE. **Fiji - Gallery**. Disponível em: <[www.ecochallenge.com](http://www.ecochallenge.com)>. Acesso em 27 jan. 2004.
- EXTREMAVENTURA. **Galeria de Fotos**. Disponível em: <[www.extremaventura.com.br](http://www.extremaventura.com.br)>. Acesso em 25 jan. 2004.
- FERREIRA, A. B. H.; **Novo Aurélio Séc. XXI: o Dicionário da Língua Portuguesa**. 3<sup>a</sup> ed. Nova Fronteira. Rio de Janeiro, 1999.
- FILHO, L. A. D.; **Triatlon**. Rio de Janeiro: Ed Sprint, 1995.
- FOSS, M. L. & KETEVIAN, S. J.; **Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara & Koogan, 2000.

- FOX, E. L.; BOWERS, R. W.; FOSS, M. L.; **Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Desportos**. 4ª ed. Guanabara & Koogan. Rio de Janeiro, 1991.
- GOMES, A. C.; **Treinamento Desportivo: estruturação e periodização**. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- GREENHAFF, P. L.; MAUGHAN, R.; GLEESON, M.; **Bioquímica do Exercício e do Treinamento**. São Paulo: Manole, 2000.
- GUYTON, A. C. & HALL, J. E.; **Tratado de Fisiologia Médica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara & Koogan, 1997.
- JUNQUEIRA, L. C. & CARNEIRO, J.; **Histologia Básica**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara & Koogan, 1995.
- KRAEMER, W. J. & FLECK, S. J.; **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular**. 2ª ed. ArtMed. Porto Alegre, 1999.
- LEHNINGER, A. L.; **Princípios de Bioquímica**. 2ª ed – São Paulo: Sarvier, 1995.
- MAHAN, L. K. & STUMP, S. E.; **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia – 9ª ed – São Paulo: Roca, 1998.**
- MANN, D. & SCHAAD, K.; **The Complete Guide to Adventure Racing**. Long Island City, New York: Ed. Hatherleigh Press, 2001.
- MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L.; **Fisiologia do Exercício**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara & Koogan, 1998.
- MILD SEVEN. **New Fotos**. Disponível em: <[www.msog.com](http://www.msog.com)>. Acesso em 25 jan. 2004.
- MOREIRA, S. B. ; **Equacionando o Treinamento: a matemática das provas longas**. Rio de Janeiro: Shape, 1996.
- PATERSON, D.; **Adventure Racing: Guide to Survival**. Christchurch, Nova Zelândia. Sporting Endeavours, 1999.
- STRYER, L.; **Bioquímica**. 4ª ed. – Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.
- TUBINO, M. J. G.; **Metodologia Científica do Treinamento Desportivo**. 10ª ed. São Paulo: IBRASA, 1984.
- UCHIDA, M. C.; CHARRO, M. A.; BACURAU, R. F. P.; NAVARRO, F.; PONTES JÚNIOR, F. L.; **Manual de Musculação: uma Abordagem Teórico-Prática do Treinamento de Força**. Phorte Editora. São Paulo, 2003.

- WEBVENTURE. **Corrida de Aventura – Galeria de Fotos**. Disponível em: <[www.webventure.com.br](http://www.webventure.com.br)>. Acesso em 27 jan. 2004.
- WEINECK, J.; **Treinamento Ideal**. 9ª ed. São Paulo: Manole, 1999.
- WILMORE, J. H. & COSTILL, D. L.; **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. 2ª ed. São Paulo : Manole, 2001.
- WILSON, E. D.; **Nutrição Básica**. São Paulo: Sarvier, 1982.