

2 Biomecânica, ergonomia e a prática desportiva

Como a ergonomia se faz presente na prática esportiva? Esse capítulo abordará a importância da prática de esportes e também a relação do esportista com seu equipamento, além de traçar um panorama dos estudos ergonômicos que procuram a melhoria do desempenho do atleta ao mesmo tempo em que se preocupam com a prevenção de lesões.

2.1. Esporte e saúde

Segundo Barreto (2003), o esporte, como conceito, é considerado uma atividade metódica e regular, que associa resultados concretos referentes à anatomia dos gestos e à mobilidade dos indivíduos. Ainda para Barreto, o esporte não é saúde, e sim um possível promotor de saúde, desde que praticado corretamente, respeitados os limites corporais. Em contraponto, caso estes limites não sejam observados atentamente e as atividades físicas forem praticadas em excesso, o corpo do indivíduo ficará passível de lesões, constrangimentos e danos bastante severos à saúde.

“Tudo o que é feito ininterruptamente cansa, desgasta e não promove os benefícios almejados. O esporte é uma atividade física e, como tal, promove desgaste energético, emagrecendo o organismo. Mas, sem respeitar os parâmetros físicos limitantes de cada indivíduo, ou ainda um controle alimentar adequado, ao invés de benefícios a atividade esportiva pode promover malefícios” (Barreto, 2003).

A prática de atividades esportivas é comum ao ser humano. Normalmente associada a uma vida mais saudável, costuma ser recomendação dos médicos que seus pacientes tenham uma vida esportiva. Ribeiro (2002) diz que a ciência médica atual recomenda que todas as pessoas devem, obrigatoriamente, praticar esportes desde o nascimento até os últimos dias de suas vidas. Há algumas décadas já se sabe que os exercícios físicos têm efeitos preventivos e terapêuticos sobre várias doenças degenerativas, responsáveis por grande parte da morbidade e mortalidade mundiais (ACSM, 2000 apud Ackel, 2003). Entre os benefícios da prática correta de atividades esportivas temos uma melhor capacidade respiratória,

maior resistência no organismo, menor propensão a doenças, maior massa e força muscular e mais disposição durante a realização de tarefas rotineiras. Entre os que não praticam esportes, vemos casos de obesidade, baixa imunidade a doenças, problemas estruturais como a osteoporose e sensação de cansaço. Para Carvalho *et al.* (2001), “o sedentarismo é condição indesejável e representa risco para a saúde [...] Os indivíduos fisicamente aptos e/ou treinados tendem a apresentar menor incidência da maioria das doenças crônico degenerativas, explicável por uma série de benefícios fisiológicos e psicológicos, decorrentes da prática regular da atividade física”.

A prática esportiva é benéfica para os sistemas do corpo humano, como o circulatório e respiratório, além de exercitar a capacidade de concentração, estimular a vida social e introduzir a pessoa a questões de responsabilidade, cumprindo horários e tarefas dentro de prazos. Para o coração, segundo Ribeiro (2002), as atividades físicas melhoram o tônus da musculatura cardíaca, resultando em maior força de contração e em conseqüente diminuição da frequência de batimentos. Além disso, intensifica os mecanismos de contração muscular e uso das articulações (juntas) do corpo, melhorando as ações venosas, arterial e linfática, com melhora global da circulação corpórea. A tabela 1, baseada em Ribeiro (2002) mostra os ganhos diretos gerados pela prática de atividades físicas nos sistemas do corpo humano.

Excessos durante a prática de atividades físicas são bastante comuns em muitos esportes, como também afirma Santarém (2000). Esse excesso, chamado *overtraining*, é bastante prejudicial à saúde, segundo Ackel (2003). Para Budgett (*apud* Ackel, 2003), atletas e não atletas podem causar prejuízos à saúde devido ao excesso de exercícios, tais como anorexia nervosa, bulimia, distúrbios do sono, disfunções hormonais associadas com oligomenorréia ou redução do número de espermatozóides. Esses excessos são associados a questões sociais, como o modismo e a adoção dos padrões de beleza utilizados atualmente, com músculos definidos e pouca gordura corporal. Ackel (2003) ainda define o *overtraining* como uma “síndrome caracterizada por redução inexplicada do desempenho e da resposta ao treinamento em indivíduos saudáveis”, ou seja, ao sentir que seu rendimento está abaixo do exigido ou esperado, o esportista procura, a todo modo, buscar superação através do aumento de horas e carga física nos treinos.

Tabela 1. Benefícios da prática de atividades físicas nos sistemas do corpo humano
(Baseado em Ribeiro, 2002)

Sistema	Benefícios gerados pela prática de esportes
Sistema excretor	Atividade de excreção mais eficiente, auxiliada pelo suor provocado pelo exercício físico que se transforma em um importante aliado dos rins.
Sistema endócrino	Melhor equilíbrio de hormônios, promovendo a queima da gordura excedente no caso de obesos e diminuição da necessidade de insulina em diabéticos.
Sistema respiratório	Melhor expansão do tórax, promovendo mudanças da frequência respiratória e facilitando o respirar, ajudando de imediato a circulação de oxigênio.
Sistema digestivo	Melhorias na alimentação, deixando-a mais saudável e equilibrada pela necessidade de nutrientes específicos para a prática desportiva.
Sistema locomotor	Melhora do tônus muscular aprimorando a função de equilíbrio e de movimento, condicionando assim a uma melhor postura. Melhoria também da movimentação das articulações (juntas), propiciando mais elasticidade e flexibilidade, importantes para prolongar a vida dessas estruturas.
Sistema nervoso e psíquico	Descarga da tensão e da impetuosidade, auxílio na perda de introversão, moderação da agressividade e ensinamentos sobre perdas e ganhos.

2.2. Questões sociais associadas à prática de esportes

A prática de atividades esportivas, principalmente quando se trata de esportes coletivos, gera também no indivíduo um senso de vida social mais intenso. A necessidade de colaborar e receber apoio dos colegas, sendo o esporte um trabalho de equipe faz com que a pessoa se socialize com mais facilidade em um meio, sendo isso extensível para a vida fora das quadras, campos, piscinas ou academias. O fator sociedade, ao ser relacionado com o esporte, enfoca questões como inclusão do indivíduo nos meios sociais, qualidade de vida e desenvolvimento humano, principalmente nos jovens. Segundo De Gáspari e Schwartz (2001),

“o jovem tem buscado alternativas capazes de lhe conferir condutas carregadas de senso crítico e, ao mesmo tempo, capazes de exteriorizar suas contribuições para as transformações sociais necessárias. O adolescente, enquanto sujeito e espectador da sociedade vê no esporte uma dessas alternativas, na qual tem a possibilidade de exercitar opções qualitativas, incrementando suas experiências significativas”.

Incentivar o jovem a praticar esporte pode significar ajudá-lo com uma forma de ser aceito, por seu próprio mérito, em um meio social. Por isso deve-se haver bastante atenção com o ensino de Educação Física nas escolas primárias, dando-lhe a devida importância na formação do jovem. A atividade esportiva faz

com que o indivíduo passe a se relacionar com outras pessoas, minimizando assim o preconceito e lidando com limitações alheias (Barreto, 2003). Para ela, os pré-requisitos para os professores de Educação Física não devem ser grandes atletas que sabem jogar, devem ser grandes professores que saibam ensinar. Do contrário, o esporte deixa de ser um agente de inclusão social para ser um fator de exclusão social, onde “quem joga bem, joga; quem não joga bem, que fique quieto e não atrapalhe”.

2.3. Esporte como laboratório

Hoje em dia a prática de esportes, principalmente o de alto rendimento, se mostra bastante diferente de antigamente. Para Silva e Rúbio (2003), “desde o surgimento de atividades físicas com a finalidade de competição até aos grandes espetáculos dos dias atuais, o esporte viveu inúmeras transformações”. Silva e Rúbio (2003) ainda abordam o fato de a obsessão em quebrar recordes, a fim de alcançar ou se manter no topo dos competidores, pouco tem a ver com a prática esportiva antiga, que possuía o intuito de desenvolvimento físico e moral, quebrando barreiras individuais e tendo a vitória sobre outros competidores como uma consequência deste desenvolvimento. A importância dos recordes tratou de transformar o esporte de alto rendimento em ciência e tecnologia por trás do movimento corporal. Segundo Cagigal (1996), apud Silva e Rúbio (2003),

“esta valorização do número salta da ciência em outras ordens da vida, da indústria, do comércio, da propaganda (...) À medida que o tempo invade a esfera esportiva, aí se impõe a marca, o recorde, como elemento essencial da apreciação do esporte, inclusive em níveis elementares”.

Para a superação das marcas e, como consequência, o alcance de vitórias e mais vitórias, os laboratórios de pesquisa desenvolvem desde equipamentos que otimizam o desempenho do atleta e até mesmo substâncias questionáveis para o aumento de rendimento e potência muscular. Observa-se, durante competições de alto nível, uma crescente preocupação com o uso de substâncias consideradas dopantes, uso este passível de punições bastante severas como suspensões ou mesmo o banimento do atleta. Outro problema da busca incansável por recordes é o já citado excesso de treinamento, ou *overtraining*. Silva e Rubio (2003) observam que no esporte as vitórias casuais são cada vez mais raras, porque, segundo afirma Cagigal (1996, apud Silva e Rubio, 2003),

“elas são resultado de um árduo trabalho realizado por um atleta em meio de um progresso geral. Para elevar um centímetro ou reduzir centésimos de segundos em qualquer recorde são necessárias investigações científicas, aplicações técnicas e constantes esforços de adaptação pessoal a elas”.

2.4. Lesões e excessos da prática esportiva

Casos de *overtraining* são comuns tanto em praticantes eventuais (*hobbistas*, ou praticantes de esporte como *hobby*) como em atletas de alto rendimento. Tendo como objetivo a constante busca de resultados, o atleta profissional se coloca em situações bastante perigosas em relação à sua saúde, já que muitas vezes um mau resultado pode significar perda de patrocínios, apoio ou exposição. Para o praticante eventual, o *overtraining* é associado à falta de instrução e de prática constante do exercício. No intuito de “compensar” a falta de prática do dia anterior, o praticante se leva a aumentar a carga do exercício. Barreto (2003) diz que “deve-se praticar atividades periódica e cotidianamente, com pausas corretas de descanso”. Para Hedelin (2000) *apud* Ackel (2003), a síndrome do *overtraining* é de origem multifatorial, relacionada primariamente com o mau planejamento do treinamento em termos de volume, intensidade e pausas de recuperação. Santarém (2000) diz que apesar de a mídia não se preocupar com isso, casos de esforços excessivos são comuns a todos os esportes e não só à musculação, prática esportiva bastante conhecida e procurada por pessoas que desejam torneir o corpo.

Na musculação, a fim de alcançar resultados satisfatórios em prazos mais curtos, alguns praticantes exageram na quantidade de peso e repetições dos exercícios, muitas vezes sem o conhecimento necessário para um bom rendimento da atividade. Santarém (2000) diz que lesões como distensões de músculos e ligamentos são diretamente relacionadas a excesso de carga. Para ele, carga excessiva é aquela que impede o movimento correto do exercício, considerando esta situação um erro primário e detectável por qualquer instrutor.

O excesso de carga física é encontrado em outros esportes bastante populares como o futebol ou o vôlei. Chutes, “cortadas” e outras jogadas feitas sem os movimentos corretos muitas vezes acabam em lesões como torções, distensões e até mesmo fraturas. Para adquirir esse movimento, exaustivas horas de treinamento são necessárias. No atletismo, a abertura de perna durante a passada e o posicionamento do braço em relação ao corpo podem significar alguns

centésimos de segundo a menos em uma corrida de 100 metros rasos, diferença que pode dar a vitória ao atleta. O movimento de passada e o salto em direção à cesta durante uma partida de basquete, se executado corretamente, pode significar melhor impulsão para marcar o ponto. No remo, a inclinação do tronco e a força aplicada na perna durante a “pegada” maximizam o aproveitamento da puxada, minimizando o esforço excessivo na região lombar da coluna.

Em esportes que dependem de força e resistência músculo-esqueléticas, a evolução da técnica e conhecimento de movimentos adquiridos com a prática se opõe à queda de rendimento físico com o passar dos anos, a partir de certa idade. A tabela 2, baseada em Rahal (2004), faz uma relação da idade com desempenho esportivo. O desgaste dos ossos e músculos, somado à diminuição de reflexos pode ter como agravante o *overtraining*, facilitando o surgimento de lesões e assim muitas vezes abreviando a vida esportiva do indivíduo.

Tabela 2. Relação das características físicas e motoras e a idade do praticante de esportes (adaptado de Rahal, 2004)

Idade:	Características da capacidade física em relação à prática de esportes:
Idade adulta precoce: Entre 18 e 30 anos.	Sedentário ou hobbista: Há uma relativa manutenção da capacidade esportivo-motora, porém observa-se uma certa regressão da capacidade no campo da velocidade. Atleta ou praticante constante: Idade de melhor desempenho esportivo, exceto em poucas modalidades como ginástica artística e natação.
Idade adulta média: Entre 30 e os 45/50 anos	Sedentário ou hobbista: Observa-se uma redução acentuada da velocidade, coordenação e resistência, com relativa manutenção de força física. Atleta ou praticante constante: Período da manutenção possível da capacidade de desempenho.
Idade adulta posterior: Entre 45/50 a 60/70 anos.	Sedentário ou hobbista: Nota-se redução da capacidade motora e velocidade, força e resistência diminuem nitidamente. Atleta ou praticante constante: Pode-se notar involuções acentuadas de forma geral.
Idade adulta tardia: A partir dos 60/70 anos	Em ambos os casos, caracterizam-se por uma acentuada involução física e motora.

2.5. Conhecendo e praticando os movimentos – a relação com a biomecânica

Ao se iniciar em um esporte, o indivíduo passa por um período de adaptação aos movimentos e à utilização dos equipamentos. Esse período varia de pessoa para pessoa, e muitas vezes determina o talento e a intimidade deste indivíduo com o esporte praticado. A disposição pessoal e a facilidade em aprender detalhes

também podem ser diferenciais. No iatismo, costuma se destacar o velejador que possui maior conhecimento de ventos e correntes; no futebol é considerado “craque” o jogador que possui melhor controle da bola e é capaz de se entrosar melhor com os companheiros. Para Kiss *et. al.* (2004), “desempenho esportivo é um fenômeno complexo, resultante de vários processos e fatores internos e externos ao indivíduo, devendo ser compreendido como um sistema aberto”.

Um importante fator para o melhor aproveitamento do movimento durante a prática de uma atividade física é o conhecimento do corpo. Cada indivíduo precisa ser visto como único, e assim ter os exercícios voltados para suas limitações. Séries de musculação ou tempo praticando futebol devem variar de pessoa para pessoa, principalmente se os corpos não possuem o mesmo parâmetro de mobilidade, resistência e força. Muitos destes limites são relacionados ao ambiente e aos equipamentos usados durante a prática de esporte. Santarém (2000) acusa equipamentos mal projetados como causadores de lesões. Para Barreto (2003), as pessoas consideram a caminhada um bom exercício, mas caminham em locais inadequados e usam calçados impróprios para tal atividade, podendo assim sofrer lesões por exercícios praticados de maneira errada. O ato de colocar o corpo em situação esportiva sem ter conhecimento dos equipamentos adequados, da forma correta de utilização e também dos locais ideais para a prática de tais atividades se transforma em um potencial causador de constrangimentos físicos. O conhecimento da biomecânica pode se tornar o maior diferencial entre a prática de esportes como promotor de saúde ou a prática prejudicial destas atividades.

A biomecânica é a ciência do estudo do movimento humano, muitas vezes limitada a apenas esse conhecimento. Porém, para Atwater (1980, apud Marques Junior, 2004), investiga não só o movimento humano, mas também equipamentos desportivos, próteses, equipamentos de segurança e outros. O estudo da relação do praticante de um esporte com seu equipamento e mais as ações das forças externas também pode ser chamado de biomecânica. Para Hall (1993),

“Biomecânica é uma ciência multidisciplinar que envolve a aplicação de princípios mecânicos ao estudo da estrutura e função dos organismos vivos. Levando-se em conta que os biomecânicos provêm de diferentes áreas acadêmicas e campos profissionais, a pesquisa biomecânica enfoca um amplo espectro de problemas e questões.”.

Segundo Amádio (1986), a biomecânica pode ser dividida em forças internas e externas. As internas são compostas pelas forças musculares, articulares e outras forças, enquanto que as externas constituem-se da força da gravidade, da força de reação no solo e outras. Exatamente por essa abrangência interna e externa da biomecânica observa-se a necessidade de seu conhecimento para a prática de esportes como a vela, o *surf* e o *windsurf*, praticados em espaços naturais como mares ou lagoas e utilizando equipamentos. São esses os conceitos de biomecânica utilizados aqui.

A importância dessa ciência frequentemente é deixada de lado, tanto na prática desportiva quanto no dia-a-dia. Muitas vezes um estudo aprofundado da biomecânica auxilia na relação de um usuário com o produto e no meio esportivo faz com que haja um maior conhecimento do equipamento e do espaço de prática da atividade, além de uma melhor noção de movimentos. Em suma, ajuda a adequar o praticante à sua atividade.

Chapanis (1996) diz que as únicas formas de se produzir um produto são (i) utilizando modelos ajustáveis, (ii) modelos padrão e (iii) modelos construídos diretamente para o usuário. É comum encontrarmos equipamentos padronizados ou ajustáveis em lojas de artigos esportivos, mas poucos podem se dar o luxo de ter acessórios produzidos de acordo com seu corpo. Existe também a questão dos regulamentos dos esportes. Em se tratando de vela, por exemplo, um veleiro da classe *Snipe* não pode ser alterado no desenho do casco e deve atender às especificações padrões através de medições rígidas da classe, portanto não é um equipamento passível de grandes alterações para acomodação total do corpo humano. Algumas alterações que dizem respeito ao conforto podem ser feitas, desde que não interfiram no desenho do barco e nas regras específicas. Essa regra é válida para qualquer outra classe de iatismo. As medições são utilizadas também no *surf* e no *windsurf*, onde a prancha deve ser projetada para melhor atender ao corpo do praticante. No *windsurf*, as classes são separadas por tamanhos e tipos de velas e pranchas.

A biomecânica é uma ciência que pode ser aplicada por profissionais de diferentes áreas e em diversas situações. Uma das áreas possíveis é a do Design, onde o estudo da biomecânica auxilia na criação e reformulação de produtos que tenham interação com o corpo humano. Um barco a vela é tripulado por pessoas, e isso significa a necessidade de investidas na área da biomecânica e Ergonomia

para que haja maior conforto, segurança e facilidade de uso. O designer tem na Ergonomia um vasto campo de ação para o desenvolvimento de produtos adequados ao corpo humano. De acordo com Hall (1993), “...os princípios biomecânicos são aplicados por cientistas e profissionais em inúmeros campos ao abordar problemas relacionados à saúde humana e ao desempenho.”.

A definição utilizada por Carr (1998) ilustra a biomecânica como sendo a aplicação das leis e princípios mecânicos aos organismos vivos. Assim como Hay (2006), para quem biomecânica é “o estudo dos sistemas biológicos usando os métodos da mecânica”. Ainda citando Hay (2006),

“... quando o sistema biológico de interesse é o corpo humano, como o é na maioria dos casos do esporte e da educação física, a biomecânica pode ser definida em termos mais explícitos como ‘o estudo do corpo humano sob o ponto de vista das forças internas e externas exercidas sobre ele’”.

Entre as forças internas, geradas pelos movimentos musculares, de ligamentos e tendões, encontram-se os limites corporais, ou seja, de resistência, força e flexibilidade, além de capacidade respiratória e de concentração, velocidade e outras. Já entre as forças externas, que atuam sobre o corpo durante a atividade física, temos além da gravidade, do peso e da resistência (atrito) das forças naturais (água, ar, solo), limitações impostas pelo ambiente ao redor (como o espaço disponível para a movimentação), equipamentos que geram mais atrito ou impedem movimentos mais livres e também a falta de conhecimento do local onde a atividade está sendo praticada. Um jogador de futebol que não conhece com precisão o campo pode se acidentar em algum buraco, assim como um piloto que não conhece a pista pode perder tempo precioso em uma corrida.

Em se tratando da prática esportiva, os estudos da biomecânica podem ser feitos a partir de observação e testes, além de treinos para que o praticante execute os movimentos de forma correta dentro do ambiente disponível para isso. É nítido que o treinamento e a prática ajudam na melhoria do desempenho do esportista. Porém a quantidade e a qualidade deste treinamento devem ser sempre assistidas e de acordo com as limitações do corpo do praticante, além de ser sempre voltadas para algum objetivo específico. Esportistas profissionais, que dependem do esporte para sobreviver, estão sempre em busca de superação, ao passo que os *hobbistas* fazem da atividade física um meio de lazer e prazer. Porém, em ambos os casos os limites e objetivos devem ser respeitados, para que não haja prejuízos

ao invés de se obter os resultados esperados. Menzel (1992) diz que “enquanto no esporte de alto nível a alta intensidade e quantidade do treinamento tende a grande desgaste, no esporte escolar e de lazer uma técnica inadequada de movimento e o uso de equipamento inadequado aumenta o risco de lesões”.

2.6. Projeto e desenvolvimento de equipamentos para prática esportiva

Para a prevenção de lesões e também melhor aproveitamento da atividade física e do esporte, a ergonomia estuda, através da biomecânica, as limitações do corpo e a relação do praticante com o equipamento utilizado. Calçados com estudos específicos de amortecimento para basquete, vôlei e atletismo, tecidos que ajudam na transpiração do corpo e não ficam pesados de forma prejudicial ao atleta, luvas acolchoadas para ciclistas e pilotos, óculos com lentes anti-radiação, bonés ventilados e outros equipamentos foram desenvolvidos para maior conforto e, em consequência, melhor rendimento do praticante durante a atividade.

O futebol é um esporte popular que apresenta um alto grau de evolução nos acessórios e vestimentas, como as chuteiras, uniformes e a própria bola. As primeiras chuteiras desenvolvidas utilizavam couro natural e travas de metal, eram pesadas, desconfortáveis e pouco práticas. Hoje as chuteiras são fabricadas em couro sintético leve, possuem placas estabilizadoras para os pés e cadarço deslocado para o lado, influenciando menos na hora do chute. As travas são feitas em borracha e a tecnologia atual permite a personalização dos calçados, tanto nas cores quanto nos detalhes (EBF, 2007). O uniforme dos jogadores, antes camisas de tecido como algodão, lã e linho, que concentravam o suor e pesavam, transformaram-se com o decorrer dos anos em levíssimos uniformes de tecido sintético, como o *cool motion*, que expulsa o suor, fazendo-o evaporar rapidamente (Diuana, 2005). No basquete, o desenvolvimento dos tênis foi feito de modo a auxiliar a impulsão do jogador, amortecer impactos durante o salto e prevenir a entorse dos tornozelos, uma das lesões mais comuns neste esporte (o estudo de Moreira *et. al.*, realizado durante a temporada de 2002 da seleção brasileira de basquetebol, apresentou esta como a mais freqüente das lesões traumáticas ocorridas, com 12,8%).

Algumas marcas são bastante conhecidas por seu grau de desenvolvimento em materiais esportivos, além do trabalho de *marketing* em cima destes equipamentos. A concorrência acirrada entre as marcas gera uma corrida pelo melhor equipamento possível para cada esporte. A marca americana Nike faz contratos com esportistas de alto rendimento para utilizá-los como plataforma de lançamento de produtos como tênis e roupas. Seu tênis modelo *Nike Shox*, muito utilizado atualmente por praticantes de *jogging* e caminhada, é fruto de um desenvolvimento iniciado em 2000 e trabalha com sistema de propulsão semelhante às molas (Nike, 2007). As colunas existentes na sola se contraem, absorvem o impacto refletem a energia armazenada para cima. Outro projeto revolucionário da marca foi o sistema *Air Max*, cujo desenvolvimento iniciou-se em 1978 e até hoje evolui de acordo com novas pesquisas e testes. Segundo Tailby (1997, *apud* Kalinowski *et al.*, 2005),

“Os calçados projetados para a prática de esportes devem levar em consideração um número grande de fatores que devem melhorar a performance e a segurança, que têm a função de eliminar fatores negativos ou que podem trazer prejuízo para a pessoa e sua saúde física”.

Ainda no caso dos calçados, em tempos passados a fôrma era produzida de acordo com o pé de cada indivíduo, situação que hoje só é aplicada em caso de atletas patrocinados por grandes indústrias mundiais. Segundo Kalinowski *et al.* (2005), “os calçados feitos sob medida, numa fôrma especial para um único indivíduo, cede lugar para os sapatos feitos em série, um número reduzido de fôrmas padrão que agora devem atender a um universo muito maior de pessoas”.

O *marketing* e o desenvolvimento das marcas atingem diretamente esportes como o futebol, onde a busca pelo equipamento ideal parece incansável. Marcas como as alemãs Adidas e Puma, além da própria Nike, disputam a preferência dos grandes clubes e seleções, além dos contratos individuais com os jogadores. Outras marcas bastante utilizadas são as italianas Diadora e Kappa, a japonesa Mizuno e as brasileiras Olympikus, Penalty e Finta. Alguns fabricantes de acessórios para esportes náuticos bastante conhecidos são Cobra Sub, Nautika e Fun Dive. Além do vestuário, o desenvolvimento das marcas esportivas atinge equipamentos como raquetes, pranchas, barcos, velas, tacos, luvas e até mesmo pisos, como a madeira das quadras ou a grama dos campos. A tabela 3 mostra

alguns equipamentos que utilizam hoje o máximo da tecnologia no intuito de auxiliar o esportista a atingir um maior desempenho.

No iatismo o desenvolvimento dos equipamentos se dá através da pesquisa de novos materiais para casco, convés, mastro e vela, além dos cabos e moitões. Os barcos, antes de madeira, hoje são fabricados em fibra de vidro ou carbono, mais leves e resistentes. Os mastros já foram de ferro ou aço, e hoje são produzidos em alumínio.

Tabela 3. Alguns equipamentos que utilizam tecnologias inovadoras.

Equipamento	Características e inovações
	O tênis Adidas 1 possui um micro-processador que funciona como um cérebro eletrônico e um sensor magnético, ajustando o nível de amortecimento da sola de acordo com a força da pisada ou o tipo de piso. Além disso, possui o sistema <i>Torsion</i> , que protege o tornozelo de torções por pisadas erradas (baseado em Augusto, 2007 e Adidas, 2007)
	O <i>Air Max</i> é o principal modelo de tênis esportivo da Nike, e tem como inovação um sistema de amortecimento por ar que se molda facilmente ao tipo de pisada. O tênis, que existe há mais de 20 anos, evoluiu com o passar do tempo até chegar ao modelo atual, que possui o sistema <i>Air</i> em toda sua sola. (Baseado em Nike, 2007)
	A camisa para corredores <i>LF Top</i> da Puma é fabricada com a tecnologia <i>Cyclofresh</i> , baseada em moléculas de ciclodextrina. A inovação permite combater o mau cheiro causado pelo suor, além de evitar irritações na pele pelo contato com o tecido. O fio do tecido é refletivo. (Baseado em Puma, 2007)

	As pranchas de <i>surf</i> atuais podem ser fabricadas através de um <i>software</i> chamado DSD (<i>Digital Surf Designer</i>). Esse <i>software</i> calcula dados relacionados ao surfista, como altura e peso, além de registrar a força da perna e o estilo de surfar. Com isso projeta a prancha ideal, totalmente personalizada. (Abórigiknees, 2008)
	A Adidas, em parceria com o instituto Fraunhofer e com a empresa de <i>software</i> Cairos Technologies desenvolveu a bola “inteligente”. Ela possui chips que mapeiam o campo, dando com exatidão sua posição, útil para se tirar dúvidas em lances polêmicos. A bola também é capaz de calcular a velocidade em que foi chutada. (IDGNow!, 2007)

Um exemplo de equipamento de segurança cuja adaptação é difícil, mas se mostra bastante necessária é o HANS (*Head and Neck Support*), um dispositivo utilizado em conjunto com o capacete e o cinto de segurança em competições automobilísticas. Sua função é manter o pescoço mais firme, evitando que a cabeça fique solta. Por se tratar de um equipamento novo, é natural que haja um processo de adaptação ao uso para alguns pilotos mais antigos, acostumados a competir com a cabeça solta. Em alguns acidentes, porém, graças ao HANS, pescoço e cabeça ficaram mais protegidos e evitaram-se lesões mais sérias. No Grande Prêmio do Rio de Janeiro de *Stock-Car*, em setembro de 2004, um acidente na largada causou ao piloto Neto de Nigris fraturas no nariz e afundamento no seio da face, além de dores fortes no pescoço. Tais lesões ocorreram porque no momento da batida, em alta velocidade, com o carro a sua frente, a cabeça do piloto, solta e protegida apenas com o capacete, se chocou várias vezes contra o volante e o apoio de cabeça do banco. A partir desse acidente a ABPE (Associação Brasileira de Pilotos e Equipes de *Stock Car*), entre outras alterações nas regras em prol da segurança, tornou obrigatório o uso do HANS em competições oficiais de *Stock-Car*.

2.7. A biomecânica e o esporte náutico

No Brasil os esportes náuticos são bastante populares, principalmente o *surf*, motivado pelo vasto litoral e pela quantidade de praias existentes no país. Os esportes à vela, apesar de não serem tão populares, têm representantes brasileiros do mais alto nível em competições internacionais. Outra modalidade que está crescendo em popularidade e número de praticantes é o *windsurf* (ou “prancha a vela”). Um estudo mais aprofundado do esporte náutico no Brasil é apresentado no capítulo a seguir.

Não raro são os casos de pessoas que praticam estes esportes apenas por *hobby*, sem um conhecimento adequado das necessidades biomecânicas e técnicas, o que resulta muitas vezes em movimentos errados ou posturas inadequadas. Para Prins (2005), qualquer pequena mudança em termos de movimento afeta a performance do praticante.

Esportes como o *surf* e o *windsurf* são extremamente dependentes do equilíbrio do corpo, não só para se manter em cima de uma prancha, mas também para uma melhor base na hora de enfrentar as forças externas. É muito comum que o praticante, principalmente o iniciante, tenha problemas com o equilíbrio e seja derrubado da prancha pela ação do mar ou do vento. Esse equilíbrio é adquirido a partir de treinamentos e concentração, até que o corpo se acostume com a postura necessária. Constantes também são os problemas posturais relacionados ao mau posicionamento, mesmo que este se torne uma forma funcional de se equilibrar.

Para Barbanti, Tricoli e Ugrinowitsch (2004), “atualmente muitos cientistas do esporte usam métodos bastante sofisticados que envolvem alta tecnologia para investigar os movimentos esportivos”. A necessidade do conhecimento dos movimentos corretos não só é uma forma de melhorar o desempenho durante a prática como também de se prevenir de possíveis lesões musculares ou mesmo causadas por ações externas.

Na prática da vela, além de enfrentar as condições do mar (ou de lagoas), o praticante deve conhecer as ações do vento e utilizar seu corpo para o efeito alavanca, ou seja, balancear o equilíbrio do barco em relação à força do vento na vela. A postura nesses casos é bastante crítica, já que o corpo fica pendurado pelos pés e para fora do barco na maioria das classes de veleiros esportivos, tais como *Optimist*, *Laser*, *Snipe* e timoneiros de 420, 470 e *Star*. Velejadores mais

experientes sabem exatamente como manter a postura nessas situações, porém um praticante eventual não possui essa informação e com isso coloca-se em risco. Para Roed, Bjorkli *et al.* (2006), “um barco é um sistema dinâmico e pode ser seriamente influenciado por fatores ambientais como clima, vento e visibilidade”. Scheidt (2006, apud Bertoldo, 2006) diz que “a vela é um dos poucos esportes que lida com a percepção da natureza, com o vento, as mudanças climáticas e a água”. Essa colocação também se aplica ao *surf* e ao *windsurf*.

Pelos motivos apresentados observa-se como o estudo da biomecânica é importante para um melhor rendimento esportivo. Observando estas questões entende-se porque antes de se praticar um esporte tão extremo é importante que se conheça todos os efeitos de movimentos e posturas. O conhecimento técnico passa a ser o grande diferencial entre o risco de lesão e a prática correta.

2.8. A relação entre a biomecânica, a Ergonomia e a prática de esportes náuticos

Segundo Chapanis (1996), “a Ergonomia busca nas limitações e habilidades humanas a raiz para seus estudos”. Em se tratando de atividades esportivas, onde usualmente o ser humano procura sobrepor-se aos seus próprios limites, a aplicação de estudos ergonômicos se mostra parca, onde seriam de grande colaboração para uma melhor execução de movimentos. São comuns, principalmente em esportes náuticos, projetos de equipamentos bastante antigos atravessarem décadas e continuarem sem atualizações marcantes mesmo com a mudança no biótipo das pessoas com o decorrer dos anos.

Em muitos casos os praticantes não se preocupam com o conforto ou uma melhor posição em relação ao equipamento, preferindo uma postura desconfortável, mas que privilegie o desempenho. Para Chapanis (1996), o projeto de um equipamento deve levar em conta os aspectos fisiológicos, como altura, peso e alcance. Somando os problemas ergonômicos observados em equipamentos para a prática de esportes náuticos com a falta de conhecimento biomecânico dos praticantes criam-se riscos de lesões músculo-esqueléticas.

Rodriguez-Añez (2000) comenta que uma das aplicações das medidas antropométricas na ergonomia é no dimensionamento do espaço de trabalho e no desenvolvimento de produtos industrializados. O espaço disponível em um barco

de classe pequena, como *Laser*, *Finn* ou *Star*, é bastante reduzido em relação aos praticantes. Segundo entrevista¹ feita com um médico especialista em reabilitação, as lesões mais comuns na prática da vela são aquelas provocadas por impactos dentro do barco, causadas muitas vezes pelo número de movimentos realizados em um pequeno espaço, como por exemplo, pancadas na base da vela (retranca), tropeções nos cabos, escorregões no convés e outros choques em geral. Essa afirmação é confirmada por alguns atletas que já velejaram em no mínimo três classes diferentes, que também citam problemas posturais causados por posições incômodas em certas situações durante a prática, fruto de falta de espaço no *cockpit* dos barcos. O médico diz ainda que no caso do *surf* e do *windsurf* as lesões musculares mais comuns são causadas por excesso de esforço, por exemplo, em situações de nado. Outras lesões são ocasionadas por quedas e choques contra o equipamento.

As situações de desconforto e estresse durante a realização de tarefas em barcos e pranchas podem atingir níveis bastante extremos dependendo das condições apresentadas pelo mar no momento da prática. Nessas circunstâncias, o conhecimento de movimentos e posturas corretas pode ser a melhor forma de prevenção de acidentes ou lesões. Pesquisas mais aprofundadas na área do esporte náutico também são necessárias.

Segundo Coury (2005), estudos de intervenção feitos com qualidade são necessários para prover mais dados gerais e aumentar os entendimentos nos planejamentos, implementação e sustentação de medições efetivas do controle de constrangimentos músculo-esqueléticos durante o trabalho. Tal afirmação também pode ser direcionada à realização de tarefas durante a prática esportiva. Cockell *et al.* (2002) identificaram um aumento do nível do desconforto físico durante a jornada de trabalho, em todas as regiões corpóreas, em trabalhadores de uma indústria de detergente. As análises biomecânicas em jornadas de trabalho podem se aplicar, em muitos casos, à prática de esportes. Dependente das realizações de tarefas constantes, muitas vezes envolvendo esforço, o esporte náutico gera bastante desconforto físico no final da prática, ao mesmo tempo em que pode gerar um grande bem-estar psicológico.

¹ Entrevista informal feita sem roteiro definido, com o objetivo de saber quais as lesões mais comuns no esporte náutico.

O ideal para o treinamento seria obter conhecimento teórico antes do prático, conhecendo-se assim algumas atitudes a se tomar em certas condições. É sabido que alguns velejadores e surfistas começam a praticar o esporte diretamente no barco ou prancha, sem antes ter uma boa noção teórica em relação às posturas e movimentos necessários. O estudo de movimentos, do espaço disponível no barco, da relação da prancha com o corpo e os efeitos de ventos (fortes ou fracos) e maré deveria ser feito antes, em terra, para depois o praticante se aventurar a enfrentar a situação de treinamento. Em escolinhas existe essa teoria, mas em casos de pessoas que se arriscam a praticar o esporte como um *hobby* esse estudo passa quase sempre em branco. Para Barbanti, Tricoli e Ugrinowitsch (2004),

“há inúmeras pesquisas que tentam explicar os mecanismos que desencadeiam as adaptações ao treinamento, e essas pesquisas, de caráter eminentemente básico, também fornecem importantes indicativos para o treinamento”.

Essas pesquisas e informações podem servir como limite entre o desempenho e o risco. Considerando que a prática desportiva é necessária para uma vida mais saudável, a opção de se colocar em situações passíveis de lesões torna essa característica do esporte completamente nula. Informações sobre biomecânica, movimentos e a relação do praticante com o equipamento são de grande importância para que esse risco se torne menos iminente. Marques Júnior (2004) fez um estudo da biomecânica do salto no voleibol, esporte de alto impacto para os membros superiores e inferiores. Ele diz que “a aplicação do conteúdo de estudo da biomecânica no voleibol torna-se importante para entendermos como acontecem os movimentos”. Com isso, naturalmente, o praticante adquire experiência em movimentos melhorando assim seu desempenho.

O conhecimento do equipamento também é fundamental para uma boa relação com ele durante o esporte, que pode ser adquirida durante estudos e pesquisas. Na vela, os muitos cabos semelhantes espalhados pelo convés são passíveis de confusão, e isto pode gerar algum tipo de acidente. Por ser uma prática no iatismo (talvez pela falta de tempo disponível para organizá-los durante uma regata), deixar os cabos jogados no convés pode ser comum para praticantes experientes, mas praticantes eventuais certamente se atrapalham. No *surf*, deve-se saber a quantidade de parafina certa para evitar escorregões, como é o uso do cabo de segurança (estrepe) e também o tamanho de prancha ideal em relação ao corpo.

2.8.1. Posturas inadequadas, desconfortos e lesões: observando a tarefa

A prática de esportes não é em momento algum algo confortável. Estamos sempre em movimento, realizando esforço mental e/ou físico e em geral só há descanso ao fim da prática. Os posicionamentos e a movimentação constante geram, naturalmente, um desgaste físico. Somando-se a isso o fato de, na maioria das vezes, os equipamentos serem desprovidos de itens de conforto temos um quadro de estresse físico e mental.

Raramente há preocupação com o corpo humano como um todo e os pontos trabalhados para “evitar” desconforto são poucos, como a eliminação parcial de quinas em barcos à vela ou o revestimento com borracha macia na barra de apoio das velas de *windsurf*. A primeira solução evita algumas lesões como cortes ou esfolados, e a segunda deixa a tarefa de segurar e se equilibrar em uma barra durante aproximadamente duas horas um pouco menos dolorosa. Já no caso das pranchas de *surf* não se observa qualquer alteração deste nível há muitos anos. A última relatada aparentemente foi o uso de fios plásticos e revestimento macio no estrepe.

Segundo Van Der Linden, Guimarães e Tabasnik (2005), “conforto e desconforto são importantes temas para as sociedades contemporâneas, relacionando-se com questões de mercado e de saúde”. É importante para o praticante de esportes estar sempre com boa saúde, sob o revés de não ter um bom desempenho. O conforto do equipamento pode ser fator determinante para seu bom uso. Sabendo-se que a relação praticante/equipamento é bastante íntima, o conforto também pode ser o diferencial na hora de adquirir um equipamento.

Existem situações durante a prática de esportes náuticos onde a postura necessária se mostra bastante crítica, exigindo preparo e esforço por parte do praticante. Com a falta de equipamentos voltados para o conforto, é fácil verificar o corpo humano sendo exposto a um grande risco de estresse físico. A tabela 4 mostra uma lista de posições críticas adotadas por esportistas náuticos durante a tarefa, com uma breve descrição da situação. Poucas vezes esses riscos posturais são levados em conta no momento de praticar o esporte. Na figura 1, é apresentado um diagrama de posições básicas dos praticantes de vela, aplicável a classes como *Snipe*, *Star* e 420, em relação ao vento, onde ficam mais claras as

posturas adotadas pelos velejadores. De acordo com a numeração observada na figura, temos:

- (1) e (4) vento lateral;
- (2) través;
- (3) e (5) través orçado (contra-vento);
- (6) vento em popa (alheta);
- (7) e (8) vento em popa quando há variação de equilíbrio.

Tabela 4. Posições críticas adotadas durante a prática de esportes náuticos

	
O surfista necessita de força nas pernas para não se desequilibrar e cair da prancha, sob risco de ser engolido pela onda. A postura é crítica também para os braços, que auxiliam o equilíbrio. (foto: Cristalpage, 2007)	O espaço disponível para a movimentação é pequeno e os velejadores sentam-se bem próximos um ao outro. Essa posição limita os movimentos e gera choques entre eles. (foto: Chiaparro, 2008)
	
No <i>windsurf</i> é preciso muita força braçal, para sustentar o corpo e interagir com o vento. O risco maior aqui é de fadiga muscular no braço, podendo gerar quedas. (foto: UFSC, 2007)	Situação crítica, onde o velejador precisa estar em pé na lateral do barco na tentativa de buscar equilíbrio e melhor desempenho. (foto: Puerto Sherry, 2007)
	
Contra-peso em relação ao vento, onde o corpo fica pendurado para fora do barco. Necessário esforço abdominal e no músculo adutor da coxa. (foto: Snipe, 2007)	O velejador joga o corpo totalmente para fora do barco, para fazer o contra-peso, preso apenas por uma alça nos pés. Postura prejudicial à coluna e às pernas. (foto: Gress <i>et al.</i> 2005).

	
Em classes oceânicas, a tripulação precisa sentar nos bordos para assim equilibrar o barco em relação ao vento. Nesses casos a postura é crítica para a região lombar e quadris. (foto: FEVERJ, 2005.)	Em alguns barcos a vela de classes menores, com o vento em popa, a bolina é levantada, diminuindo assim mais ainda o espaço para os movimentos necessários. (foto: Elliott, 2006)

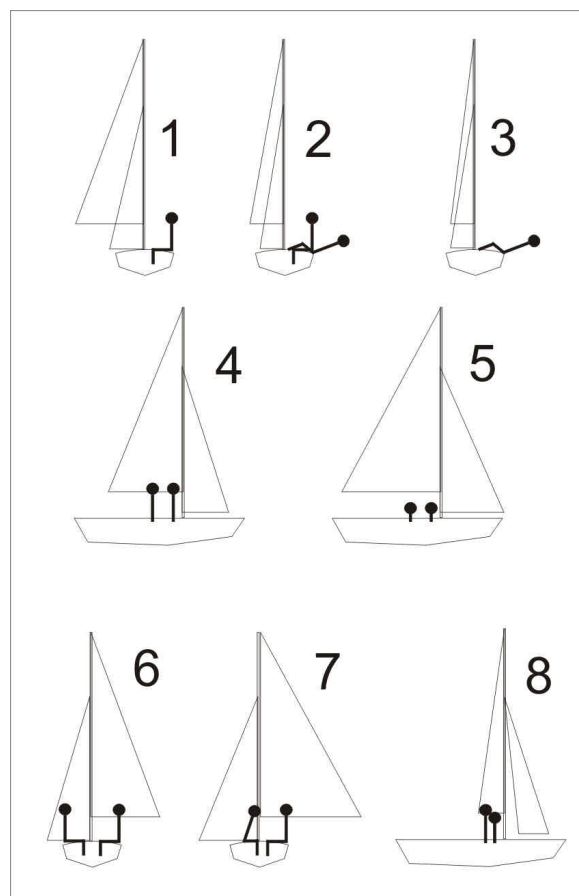


Figura 1. Diagrama de posições básicas dos velejadores em relação ao vento (Demaision e Mont'Alvão, 2006).

Huet (2003) faz um levantamento sobre posturas problemáticas em posições sentadas. Seu estudo ilustra, de acordo com Moraes e Pequini (2000, *apud* Huet, 2003), que na posição sentada o homem apóia cerca de 75% de seu peso corporal

em uma área de no máximo 26 cm³, que são as tuberosidades isquiáticas. No caso de velejadores, cuja posição básica é sentada, isso se agrava por não existir um apoio lombar para a coluna, fazendo com que a postura se torne bastante crítica e passível de lesões. Huet cita Andersson *apud* Corlett (2003), que desenvolve uma pesquisa para avaliar o sofrimento dos discos vertebrais em diversas posições sentadas, com e sem apoio lombar. Andersson (*apud* Huet, 2003) salienta a manutenção da lordose lombar como condição de conforto, tanto em repouso como em trabalho. Em velejadores de classes menores, as mudanças de posição são feitas apenas por questões esportivas, nunca em prol de conforto. Não há a opção de relaxar a coluna durante uma regata ou treino, podendo esta posição influenciar no andamento do barco. No *surf* e no *windsurf* a posição base é em pé, forçando a musculatura das pernas e coluna.

2.8.2. Equipamentos de segurança e prevenção de lesões em esportes náuticos

Outra questão importante é o uso de acessórios como colete salva-vidas, botas e luvas, que inicialmente teriam papéis preventivos e são mal-vistos por muitos praticantes. O salva-vidas, segundo alguns, limita o movimento do tronco trazendo ainda mais desconforto. As luvas fazem a mão perder o atrito natural com os cabos e superfícies. Assim, além dos riscos posturais naturais propiciados pelo esporte temos os riscos de lesões durante a interação com o equipamento. O uso de proteção nas mãos e nos pés ajuda a evitar lesões por atrito com cabos e alças, muitas vezes fabricados com tecidos rudes e ásperos que molhados podem causar esfolados e queimaduras. O uso de coletes salva-vidas também é necessário para o *windsurf*, principalmente ao ser praticado em águas profundas. Muitos praticantes fazem uso de luvas para evitar esfolados nas mãos, já que para a prática do esporte passa-se muito tempo segurando uma barra horizontal, por onde se controla a vela e os movimentos da prancha.

A parafina utilizada em pranchas de *surf* mantém uma camada não escorregadia mesmo em contato com a água, aumentando o atrito dos pés na prancha e ajudando no equilíbrio e na movimentação do praticante. O uso do estrepe ainda é bastante controverso entre os praticantes. Trata-se de uma corda prendendo o pulso ou tornozelo do praticante à sua prancha. Para alguns, é um

bom equipamento de segurança que evita a perda da prancha em algumas situações, para outros pode ser fatal caso enrole no pescoço durante uma queda. Szpilman (2008), em um guia de recomendações para prevenção de problemas no *surf*, cita em um dos itens para, em caso de queda, “não deixar o estrepe enrolar no pé, na mão ou principalmente no pescoço”.

A utilização de equipamentos de segurança é de extrema importância na prevenção de lesões, já que são projetados para minimizar riscos no corpo humano. Foi observado que velejadores e praticantes de *windsurf* pouco usam coletes salva-vidas, confiantes no fato de saberem nadar (requisito básico para a prática de um esporte náutico). Porém a natação é apenas um auxílio quando se trata de mar, já que as reações da natureza são inconstantes e imprevisíveis.

2.9. Considerações do capítulo

Noções de biomecânica deveriam estar mais presentes no esporte náutico. Um praticante de vela que possua mais noções de movimentos em relação a outros pode ter isso como um diferencial, não só para seu desempenho como velejador, mas também para sua vida esportiva. Conhecer bem o barco, seus equipamentos e o espaço disponível para os movimentos é fundamental para prevenir ou minimizar riscos durante a prática. Para essa relação homem-equipamento deveriam existir estudos ergonômicos mais aprofundados e precisos. Para a prática do *surf* e do *windsurf* essas noções são igualmente importantes, além do equilíbrio necessário para o corpo se manter em cima da base (prancha). Posturas, apoios e posicionamento dos pés podem ser o limite entre a prática segura e o risco de lesões. Um levantamento de prováveis lesões causadas durante a prática destes esportes daria um panorama mais completo dos riscos aos quais o corpo humano é submetido.

Os praticantes também devem conhecer bem as possíveis reações do mar e do vento, já que estarão em contato constante com essas duas forças da natureza. Estudos sobre biomecânica podem trazer conhecimentos importantes para um melhor entendimento dessas reações e assim fazer uma predição de como agir em situações de risco. O conhecimento teórico e científico deve fazer parte constante da prática de esportes náuticos. Ao compreender melhor corpo e o equipamento utilizado a possibilidade de constrangimentos e riscos diminui consideravelmente.

Outra necessidade para evitar riscos é o uso de acessórios de segurança e prevenção, como salva-vidas, bonés, luvas e outros. Acostumar-se ao uso pode ser de grande ajuda ao corpo, além de aumentar o conforto em algumas ocasiões.