



CAPÍTULO 3

Aplicação e
desenvolvimento
de materiais
esportivos

Com novos materiais nascem novos esportes como o *wingsuit*

Com a evolução tecnológica das práticas esportivas, ciências antes distantes umas das outras agora se unem na busca de soluções para garantir mais conforto, segurança e desempenho aos praticantes, profissionais e atletas, durante a execução de suas atividades físicas. Materiais e design são elementos fundamentais dessa evolução, pois permitem criar produtos esportivos – roupas, calçados, equipamentos – adequados às necessidades dos usuários, conforme as normas e diretrizes de cada modalidade.

Os materiais têm papel fundamental na evolução humana, ao ponto de sua utilização caracterizar a nossa Pré-História em fases conhecidas como: Idade da Pedra, Idade do Bronze, Idade do Ferro. Esta categorização foi feita no início do século XIX pelo dinamarquês Christian Thomsen e, com algumas variações resultantes de descobertas posteriores, acabou por se tornar referência.

Em nossa era, o surgimento dos polímeros permitiu abrir um leque de possibilidades para os produtos que utilizamos em nosso cotidiano e multiplicar o desenvolvimento de novos produtos. Uma faca já não precisa ser fabricada somente em metal, por exemplo, mas pode ser construída com outras classes de materiais, como polímeros, cerâmicos ou as numerosas combinações entre eles.

Hoje, ao elaborar o projeto de um produto, o pesquisador tem a incumbência de transformar os materiais e as tecnologias existentes em objetos de uso. Deve materializar o contato do homem com o meio por meio da forma física e tridimensional do objeto. Por mais avançada que seja sua concepção, um projeto fracassa se não resultar em um objeto funcional. Portanto, o conhecimento dos processos de fabricação e dos materiais é tão indispensável à materialização de um projeto quanto o conhecimento de sua estrutura e função.

Na concepção atual de um produto, é possível utilizar materiais e processos de fabricação que até bem pouco tempo não eram sequer considerados. Um exemplo é o titânio, antes visto como um material caro, exclusivo para uso militar, e hoje utilizado para outros fins, de relógios esportivos a acessórios para alpinismo. Da mesma forma, a fibra de carbono – desenvolvida inicialmente para aplicações bélicas ou de segurança, como coletes à prova de balas e pontas de ogivas nucleares – agora empresta suas características peculiares de leveza e alta resistência mecânica a bicicletas, raquetes de tênis, chassis de veículos e outros. O titânio e a fibra de carbono estão entre os 50 mil diferentes materiais atualmente disponíveis no mercado aos quais se pode recorrer para a produção de equipamentos esportivos.

Os produtos alcançam o sucesso com uma combinação entre o bom projeto técnico e o projeto industrial criativo, na qual os materiais e os processos são usados para garantir a funcionalidade, a usabilidade e a satisfação na compra. O material escolhido, portanto, deve adequar-se perfeitamente ao conjunto de atributos esperados pelo equipamento esportivo, como a forma almejada, o enquadramento nos padrões e regras da modalidade esportiva e o bom desempenho, sem esquecer o respeito ao meio ambiente.

▶ **O que são polímeros?**

▶ Polímero é uma palavra originária do grego: poli=muitos e meros=partes. São macromoléculas, formadas por moléculas pequenas (monômeros), que se ligam por meio de uma reação química denominada polimerização. Os polímeros podem ser naturais ou sintéticos. São exemplos de polímeros naturais: celulose (plantas), caseína (proteína do leite), látex natural e seda. São polímeros sintéticos, entre outros: PVC, náilon, acrílico, poliestireno, policarbonato, PET, baquelite, poliéster, neopreno e ABS.

A polimerização mudou radicalmente a nossa civilização ao disponibilizar grande quantidade de materiais e produtos, antes impossíveis de fabricar, com baixo custo de produção. Por isso, podemos considerar que vivemos a Era dos Polímeros.



Cuidados com a multiplicidade de escolhas

Para o desenvolvimento de um produto, atualmente, o pesquisador se depara com numerosas opções de materiais que podem atender aos quesitos esperados. Assim, antes de “pôr as mãos na massa” é preciso avaliar cuidadosamente:

- as propriedades mecânicas e físicas;
- os processos de fabricação;
- a disponibilidade de suprimentos;
- os custos;
- as certificações exigidas;
- os acabamentos possíveis; e
- as possibilidades de reciclagem.

Só abordando todas essas características é possível fazer a seleção correta dos materiais, que se dividem basicamente em quatro classes com várias possibilidades de composição, conforme indica a figura a seguir.



Frequentemente, os equipamentos esportivos combinam peças de materiais diferentes e compostos na forma de ligas metálicas, cerâmicas, polímeros e outros

A seleção dos materiais permeia as diversas etapas do processo de desenvolvimento de novos produtos. A primeira etapa é a da identificação da gama de possíveis materiais aplicáveis ao projeto. Na segunda etapa é feita a seleção dos materiais quanto às possibilidades de uso, tendo como referência o que está disponível no mercado. Se os materiais existentes não satisfazem aos requisitos do projeto, pode-se considerar a possibilidade de desenvolver um novo material. Após essas definições, o projeto pode evoluir para as outras etapas de desenvolvimento.

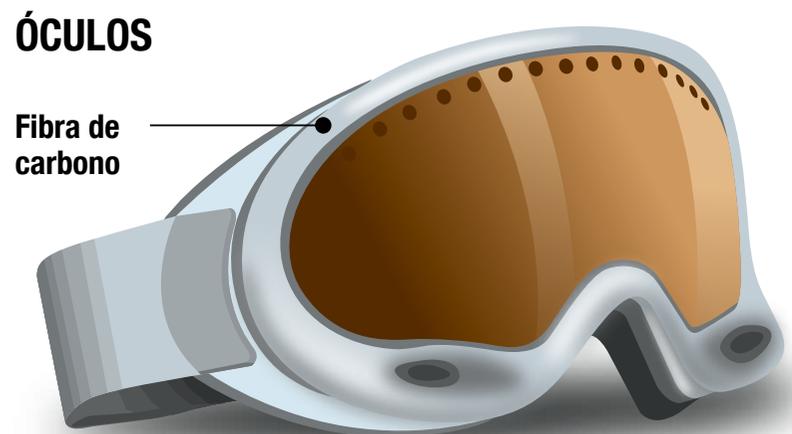
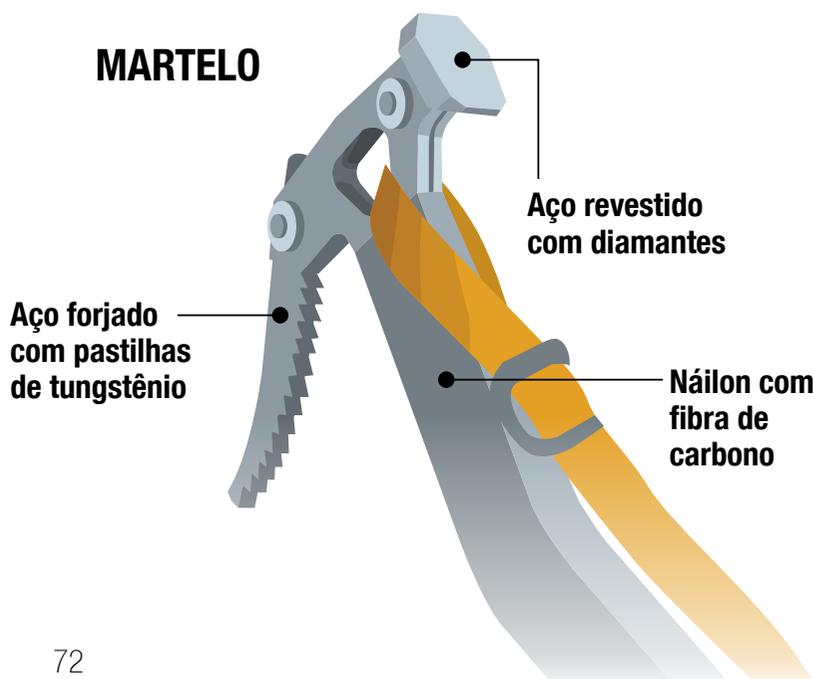
A seleção de materiais deve levar em consideração as propriedades químicas, físicas e mecânicas dos materiais. Tais propriedades estão diretamente ligadas às necessidades do usuário, sendo balizadas, no caso de equipamentos esportivos, por normas e regras elaboradas pelos comitês e/ou confederações de cada modalidade esportiva.

As diretrizes e normas podem ser obtidas com as associações e federações dos esportes. Nos sites do Comitê Olímpico Brasileiro (COB) e do Comitê Paraolímpico Brasileiro (CPB) é possível encontrar uma definição de cada modalidade, suas características e suas regras.

O desenvolvimento de novos materiais inclui a pesquisa, a aplicação e a comercialização desses materiais. Em muitos casos, porém, a relação entre o custo de fabricação e o volume de venda impede esse desenvolvimento em escala industrial. Um material pode ter alta performance na fase de pesquisa, mas se o mercado não absorvê-lo, provavelmente ficará restrito às esferas laboratoriais. Pode-se classificar o atual desenvolvimento de materiais em quatro grandes áreas:

1. De recente industrialização, como a fibra de carbono, ligas de níquel e plásticos estruturados.
2. Em fase de pré-industrialização, como as cerâmicas e os compósitos. Em desenvolvimento, como diversas ligas de alumínio e nanomateriais. Em fase de pesquisa, como as espumas de metal.

Vale alertar para a importância da fase da seleção de materiais para o sucesso funcional do produto. Se as escolhas não forem corretas, o produto poderá sofrer danos e mesmo oferecer risco à segurança do esportista, inclusive com graves consequências, dependendo de sua utilização.



A escolha dos materiais ainda está vinculada aos processos de fabricação, que afetam de forma diferenciada distintos grupos sociais e interesses, bem como o ambiente e a qualidade de vida. O pesquisador deve estar atento, portanto, às dimensões que caracterizam as inovações hoje possíveis na área do design.

Encontramos exemplos de projetos onde foram considerados todos estes aspectos – propriedades físicas, mecânicas, químicas, custo, disponibilidade no mercado e especificações do equipamento – no montanhismo: tanto nos óculos, que são ao mesmo tempo leves e resistentes, feitos com fibra de carbono, quanto em martelos, fabricados em aço revestido com diamantes, com o corpo em náilon e fibra de carbono e a ponta de cravamento no gelo feita de aço forjado com pastilhas de tungstênio.

▼ ▲ ◀ **EM RESUMO**

Atualmente temos uma grande quantidade de materiais disponíveis para a fabricação de produtos. Selecionar ou desenvolver um material depende, em muitos casos, de saber observar as necessidades do usuário e combinar com a viabilidade de mercado. No campo esportivo, materiais e produtos devem auxiliar o esportista a melhorar seu desempenho, mas também devem enquadrar-se nas normas e regras das modalidades praticadas.

Estética, especificações técnicas e ecodesign

Depois da primeira seleção de materiais vem a fase de design do produto. Usar uma técnica avançada e os materiais adequados, levando em consideração a função e a estética, são passos importantes, mas não garantem que o produto seja um sucesso de mercado. Para desenhar um produto com chances de ser bem aceito pelos usuários também devem ser evidentes as vantagens físicas do novo equipamento em relação aos existentes. Se o esportista não compreender, aceitar e apreciar tais vantagens, não trocará o equipamento tradicional pelo novo.

A aparência estético-formal do produto acabado depende, em grande medida, dos materiais selecionados. A estética do equipamento esportivo tem uma relação muito estreita com a ergonomia, aqui entendida como a adequação do produto ao usuário. Na grande maioria dos casos, o equipamento esportivo é uma extensão do atleta e precisa se adequar aos movimentos humanos para cumprir sua função.

Assim, o design começa pela definição do público passível de utilizá-lo, seus requisitos, suas restrições de projeto e as bases conceituais de usabilidade e segurança, antes, durante e após o uso do produto. Entre os requisitos estão, por exemplo, as formas, as dimensões, o peso, as propriedades, a precisão e suas margens de tolerância. As restrições se referem a fatores econômicos, ambientais, de segurança, de uso, de normas e/ou convenções técnicas.

Estes dois arcos cumprem a função de atirar flechas, mas o primeiro é um modelo simples e o segundo atende a especificações do esporte olímpico

Ao pesquisar as normas de orientação sobre as especificações técnicas dos produtos esportivos é preciso atentar para as particularidades de cada modalidade, pois existem muitas subdivisões. Nos Jogos Olímpicos, por exemplo, o ciclismo se divide em quatro modalidades: pista, estrada, *mountain bike* e BMX ou bicicross. Para cada modalidade há um equipamento específico, com requisitos diferenciados.



Outro exemplo é o tênis de mesa. Esse esporte é praticado em uma mesa que possui 2,74 centímetros de comprimento, 1,45 centímetro de largura e 76 centímetros de altura em relação ao solo. Assim, qualquer projeto de uma nova mesa deverá observar essas dimensões.

As imagens de arcos e flechas, a seguir, representam o contraste entre um produto que apenas cumpre a função e outro que atende a especificações técnicas de uma modalidade esportiva. As diferenças entre esses dois produtos vão dos materiais utilizados até a precisão de lançamento das flechas. Assim, o arco da direita tem a mesma função

do arco da esquerda, porém são evidentes as diferenças sobre os requisitos de conforto de uso, segurança e desempenho.

A utilização de diversos materiais para a execução da uma única prática desportiva também é bastante comum. Conforme mencionado pela campeã Fabiana Murer, no início desta publicação, as diversas varas usadas para o salto com vara numa competição têm flexibilidades diferentes e são escolhidas conforme o resultado pretendido pela atleta.

Em outros casos, os vários materiais compõem um conjunto de equipamentos que visa a proteger o esportista de quedas ou de intempéries ao praticar a modalidade esportiva. No esqui na neve, os equipamentos incluem – além dos esquis – botas, macacão, luvas, capacete, óculos e bastões. Nesse conjunto temos diversos materiais – como fibra de carbono, neopreno, titânio e o polímero policarbonato – que resistem a condições severas de clima. Qualquer desenvolvimento para esta modalidade implica na seleção de materiais que não sofram influência do frio e da umidade, elevados ao extremo. Esse cuidado garante, em primeiro lugar, a segurança do esportista.

As inspirações para o desenho de um novo produto podem vir de várias áreas, porém, no contexto global da sustentabilidade ambiental, duas áreas de pesquisa se destacam na geração de soluções como ferramentas muito úteis no processo de criação: o ecodesign, de impactos ambientais reduzidos, e a Biomimética, que busca aprender com a natureza e utiliza esse conhecimento em diferentes domínios da ciência.

O ecodesign incorpora os cuidados com o meio ambiente como um requisito no mesmo grau de importância que a eficiência, a estética, o custo, a ergonomia e a funcionalidade. As áreas de Design e Engenharia de Materiais apresentam os maiores desafios na definição de critérios de avaliação e análise para o desenvolvimento de produtos ecologicamente corretos. Sendo bem gerenciadas as decisões nessas duas áreas é possível minimizar os danos ao ambiente tanto no processo de fabricação como durante a vida útil do produto e na fase pós-consumo.

O ecodesign é a integração de considerações ambientais na fase de concepção e leva em conta o ciclo de vida completo do produto, desde a aquisição de matérias-primas até o descarte final.

O caminho correto para o desenvolvimento de ecoprodutos passa pela escolha de peças que atendam às diretrizes de montagem, manufatura, manutenção (assistência técnica) e desmontagem. Tais diretrizes são conhecidas por suas siglas em inglês: DfA (Desenho para Montagem), DfM (Desenho para Manufatura), DfS (Desenho para Manutenção) e DfD (Desenho para Desmontagem). Assim, a aplicação destas variáveis no projeto tende a reduzir o impacto ambiental do produto final em todas as esferas do ciclo global de produção e uso.



No esqui de neve, os materiais devem resistir a condições climáticas rigorosas e garantir a proteção ao esportista

O quadro a seguir descreve as variáveis de design utilizadas na busca da sustentabilidade.

Variáveis	Descrição
Design for Assembly ou Desenho para Montagem (DfA)	Durante a fase de desenvolvimento do produto, considera sistemas que facilitem sua montagem, ou seja, o produto final sairia da fábrica desmontado para montagem na loja ou em uma assistência técnica. Isso implica em redução do tempo de montagem em fábrica e aumento de produção. Também facilita a reposição de peças danificadas ou desgastadas pelo uso, em lugar da troca do equipamento completo, além de facilitar a reciclagem.
Design for Manufacture ou Desenho para Manufatura (DfM)	Seleciona processos apropriados para a manufatura. Inclui seleção de materiais, projeto modulado de componentes, padronização de componentes, desenvolvimento de partes multiuso e montagem direcionada para a minimização de desperdícios, por meio de módulos.
Design for Service ou Desenho para Manutenção (DfS)	Tem como preocupação os serviços de manutenção executados durante a vida útil do produto e seu recondicionamento. É importante para produtos que necessitam de ajustes periódicos, revisões ou reparos, como máquinas, carros e engrenagens, por exemplo.
Design for Disassembly ou Desenho para Desmontagem (DfR)	Enfatiza a facilidade de desmontagem do produto. Contempla vantagens como: redução do trabalho necessário para a retirada de partes do produto, redução do tempo de manutenção, e separação dos materiais compatíveis e incompatíveis. Amplia as possibilidades de reciclagem final e gera mais interesse pelo produto por parte de centros de triagem de recicladores. Essa variável também é denominada DfR - <i>Design for Recyclability</i> (Desenho para a Reciclagem) por tornar a reciclagem mais prática.

O ecodesign, no aspecto do ciclo de vida do produto, pode ser balizado por cinco etapas fundamentais:

1. Seleção de materiais, considerando também os impactos ambientais de sua extração.
2. Otimização da produção.
3. Sistema eficiente de transporte.
4. Redução dos impactos do produto durante a vida útil.
5. Fim da vida útil do produto, com encaminhamento para reciclagem ou para deposição final em aterros adequados.

Estas etapas visam a agregar os conceitos básicos necessários para uma política de implementação do ecodesign como técnica de desenvolvimento de produtos, incorporando os princípios da cadeia produtiva desde a seleção da matéria-prima até o fim da vida útil do produto. Evidenciam, portanto, a responsabilidade ambiental do fabricante do produto.



Os 3Rs em equipamentos esportivos

Um dos grandes problemas da prática da reciclagem é a dificuldade de desmontagem dos equipamentos esportivos, aliada ao encurtamento de sua vida útil por questões de segurança. Uma corda de montanhismo e o conjunto de pinos e mosquetões que prendem o montanhista à rocha não podem ser usados até o limite, pois colocariam vidas em perigo. O mesmo acontece com os equipamentos do mergulho autônomo ou com os capacetes de numerosas modalidades esportivas. Mas a aplicação dos 3Rs – Reduzir, Reutilizar e Reciclar – pode ser levada em consideração no desenvolvimento de novos produtos ou novas versões desses equipamentos, de forma a reduzir os impactos no ambiente em todas as fases de execução e descarte.

Reduzir – O primeiro R pode ser traduzido, em projetos de equipamentos esportivos, pela redução do número de componentes do produto, do volume de materiais e do número de materiais tóxicos e/ou incompatíveis com a reciclagem. Existem diretrizes de desenho para o ambiente (DfE – *Design for Environment*) para orientar, de maneira sistemática, a incorporação de atributos ambientais ao projeto, fazendo escolhas adequadas durante o processo de concepção. O resultado almejado é a redução do impacto ambiental durante todo o ciclo de vida do produto até seu descarte. O design para o ambiente deve ocorrer no início da fase de concepção do produto para assegurar que as variáveis ambientais sejam levadas em conta antes de qualquer decisão de fabricação. São exemplos de requisitos orientados para a redução:

1. utilizar sistemas de junção eficientes;
2. minimizar o volume de materiais;
3. minimizar a variedade de materiais utilizados;
4. identificar todos os materiais, visando a sua posterior reciclagem;
5. projetar sistemas modulares.



O ecodesign de equipamentos esportivos deve facilitar a montagem e desmontagem das peças de forma a reduzir o descarte desnecessário

Reutilizar – O segundo R significa utilizar novamente sistemas e subsistemas dos objetos e reutilizar materiais. Aqui também se deve considerar a segurança do esportista, mas muitas vezes é possível reutilizar peças e materiais com outras finalidades – não esportivas, inclusive – justamente porque não foram usados à exaustão.

Reciclar – O terceiro R consiste em aproveitar os materiais descartados no processo produtivo e também os materiais e componentes oriundos de produtos descartados. Além do aspecto ambiental, o fator econômico faz da reciclagem uma ação estratégica, em especial para os materiais poliméricos (plásticos), os mais volumosos e persistentes nos depósitos de resíduos sólidos. A questão principal é a dificuldade de separação dos componentes de um produto, que pode inviabilizar sua plena reciclagem. Isso deve ser avaliado no momento da seleção de materiais e, sobretudo, no desenvolvimento de novos materiais compostos. Depois de testar a eficiência de cada componente do equipamento esportivo, é preciso testar a viabilidade de seu reaproveitamento por meio da reciclagem.

Quando a inspiração vem da natureza

A Biomimética é uma ciência multidisciplinar que pesquisa, na natureza, princípios e/ou propriedades e seus mecanismos com o objetivo de aplicá-los na criação de novos produtos ou na solução de problemas técnicos de produtos existentes. Inclui a observação de estruturas, processos, funções, organizações e relações naturais em busca de inspiração, de lições. É uma ciência que estuda a natureza para aprender com ela e não sobre ela (de *bios* = vida e *mimesis* = imitação). No início, o nome era Biônica, junção de Biologia e Eletrônica, um termo ainda adotado por alguns grupos de pesquisa.

Esse ramo da ciência entende que o processo de evolução ocorrido durante milhões de anos na natureza resultou na seleção natural das melhores soluções para garantir a adaptação das espécies às suas funções intrínsecas e ao meio ambiente. Seja qual for o problema do produto a ser desenhado, provavelmente a natureza já testou e selecionou soluções. Sobretudo no campo dos equipamentos esportivos, tidos como extensões do corpo humano para o desempenho de funções semelhantes às desempenhadas por espécies da flora e da fauna em sua luta constante pela sobrevivência.

A metodologia da Biomimética permite organizar etapas fundamentais que facilitam o estudo, proporcionando uma maneira lógica de agir na captação de informações para aplicação em projetos. O exemplo a seguir demonstra o desenvolvimento de um calçado esportivo.

Ao observar o movimento articulado das patas de formigas e a maneira como elas se “agarram” a todo tipo de terreno, o designer industrial Márcio Gonçalves pensou na possibilidade de desenvolver um calçado para *trekking* (caminhada) no Laboratório de Design e Seleção de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LdSM/UFRGS). Primeiro ele estudou fotos de formigas do gênero *Acromyrmex*, popularmente chamadas de quenquém, incluindo algumas imagens realizadas por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

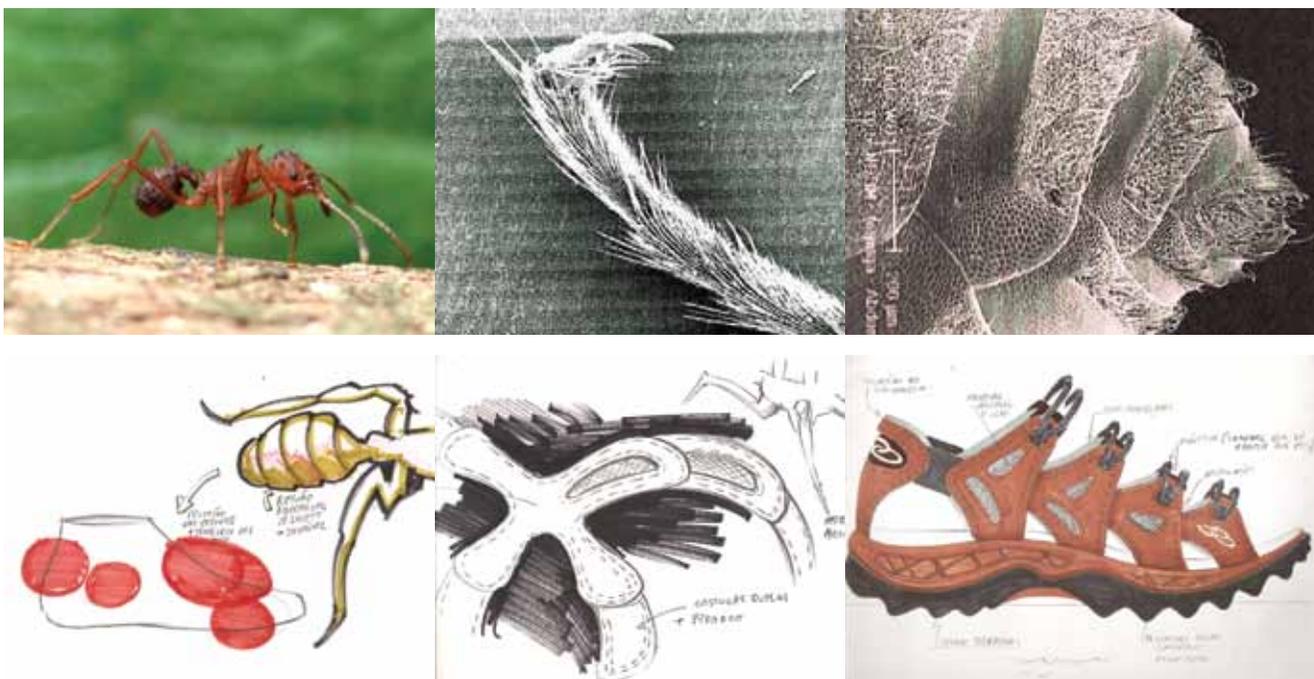
O designer verificou como se articulam os diferentes segmentos das patas e como a ponta do último segmento termina em uma pequena garra, que ajuda a formiga a andar sobre diferentes superfícies. O projeto do solado da sandália é análogo ao sistema de agarre da formiga para facilitar a caminhada em qualquer terreno. Na parte



superior do calçado, o sistema de elásticos articulados imita a função dos músculos estriados transversais das patas das formigas, que permitem carregar peso superior ao do próprio corpo. Assim, a forma como a sandália prende o pé confere estabilidade e segurança a quem caminha.

O designer também observou o segmento traseiro da formiga, conhecido como gáster, que é recoberto por placas encaixadas umas nas outras, de modo a proteger os órgãos internos do inseto. Os encaixes das placas inspiraram o design da parte superior da sandália, assegurando maleabilidade e proteção ao pé, sem descuidar da necessária ventilação por meio de pequenos recortes de telas. As fotos das partes da formiga e o desenho final da sandália podem ser conferidos a seguir:

Animais e plantas podem inspirar o design ou os materiais usados em novos equipamentos esportivos, como esta sandália de trekking inspirada em formigas



EM RESUMO

Além de um projeto eficiente, a engenharia e o design devem apresentar soluções inovadoras na seleção de materiais e em processos de fabricação, visando a substituir produtos complexos, com muitas peças e diversidade de materiais incompatíveis, por novos equipamentos esportivos, fáceis de montar e desmontar, com menos componentes, materiais identificados e recicláveis, de menor impacto ambiental e dentro das especificações técnicas de cada modalidade esportiva. As técnicas de ecodesign e Biomimética são ferramentas orientadoras tanto no processo criativo quanto na busca por soluções que melhorem a eficiência dos materiais.

▶ **Desafio: biodiversidade brasileira no pódio**

- ▶ Com tantas espécies de flora e fauna no Brasil, há grandes chances de se encontrar inspiração para novos produtos esportivos. Que tal buscar fibras e óleos essenciais para incrementar equipamentos com novas peças e/ou novos materiais? Algumas plantas já são utilizadas na construção civil e em peças automotivas, caso da fibra de curauá, da Amazônia. Ou que tal estimular seus alunos a observar a maneira como se movimentam os “recordistas” do reino animal? Temos exímios saltadores entre os anfíbios, talentosos ginastas entre os macacos, campeões de corrida entre as aves. Que tipos de materiais esportivos esses animais podem nos ajudar a criar? Proponha uma feira de ideias criativas para equipamentos esportivos inspirados na fauna e na flora existentes em sua cidade.

Estrutura e função do produto

A estrutura do produto pode ser definida como a reunião de partes ou elementos, em certa ordem ou disposição, e o modo como se relacionam para determinar o funcionamento do todo. A estrutura tem ligação direta com a função do produto, pois possibilita a montagem de dispositivos, sistemas ou acessórios necessários para a correta utilização do equipamento esportivo. Uma bicicleta para corrida é composta por diversas peças e dispositivos que só permitem sua utilização se estiverem montados. Já uma bolinha de tênis de mesa é composta de um único elemento estrutural que atende aos parâmetros do projeto.



O primeiro passo, num projeto de equipamento esportivo, é conhecer a função a que se destina e as regras da modalidade esportiva



Um dos passos essenciais para realizar um projeto de equipamento esportivo é conhecer sua função na atividade específica a que se destina. Devem estar bem claras as necessidades reais do usuário. Caso contrário, o produto poderá gerar problemas funcionais que acarretem perdas de rendimento do atleta.

O perfil do material é um fator extremamente importante para a estruturação e funcionalidade do produto. Para definir o que usar, além de todas as regras e considerações técnicas tratadas anteriormente neste capítulo, é importante saber o local/região onde a atividade esportiva será realizada, de modo a considerar o clima e o ambiente de utilização (neve, grama, areia, cimento, água doce, mar, terra, rochas, dentre outras condições possíveis).

A natureza da superfície aparente dos equipamentos também tem uma grande influência sobre seu efeito visual e sua aceitação pelos usuários. Na maioria das vezes a escolha dos materiais e o acabamento superficial determinam o sucesso do produto, pois sensações como frio, calor e texturas são repassadas ao esportista pelo contato com a superfície externa do produto.

Em geral, quem pratica algum esporte desenvolve percepções muito apuradas sobre seus equipamentos. Além da resistência e da segurança que oferecem, os usuários de equipamentos esportivos são muito atentos à estética. Características como cor, forma, textura e mesmo as percepções ligadas ao olfato, som e paladar contam. O processo de concepção de um produto deve incluir até aspectos abstratos, que são balizados por meio de informações pesquisadas com os usuários, como a relação do equipamento com vitórias e derrotas em competições.

Quantas bolas de futebol já não foram responsabilizadas pela decisão de jogos, como a Jabulani, da Copa da África do Sul de 2010? Quantos equipamentos não foram condenados por uma falha em um momento crucial? É preciso saber se há resistência contra um determinado material ou formato ou estrutura antes de apostar que a novidade é capaz de apagar memórias.



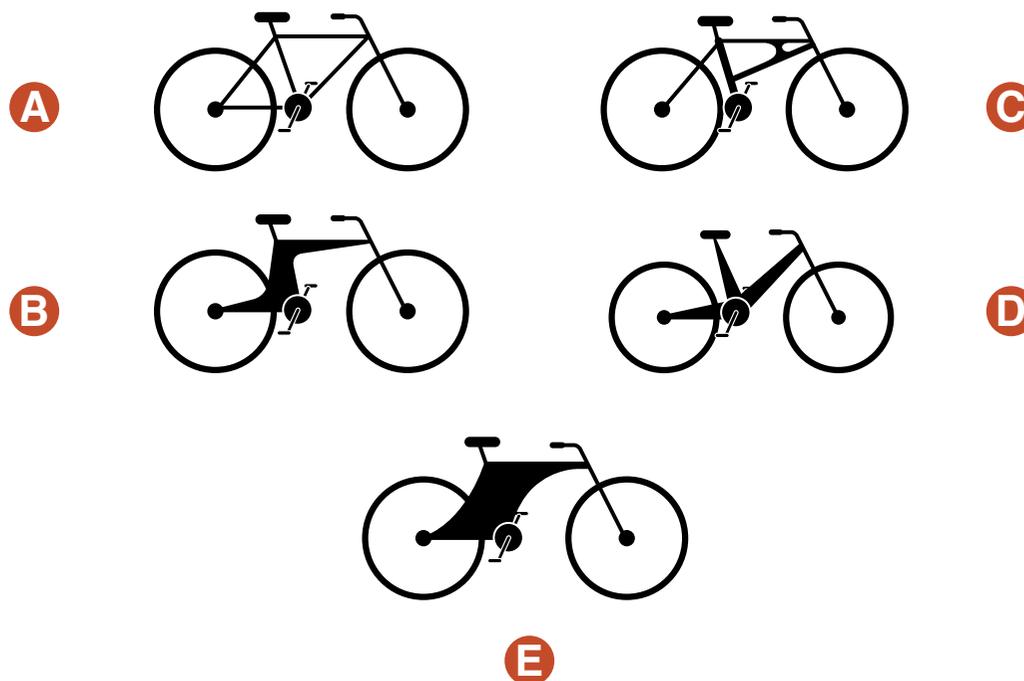
Além de resistência, conforto e segurança, os atletas também estão atentos à estética

Variáveis dos processos de produção

Há sempre dois caminhos bem distintos nos processos de produção: a fabricação de produtos com os materiais e processos conhecidos pela indústria e o desenvolvimento de novos materiais. Em ambos os casos, o planejamento da fabricação ajuda a evitar custos muito altos e a verificar a viabilidade técnica. Por isso, os processos de fabricação e a seleção de materiais devem ser ponderados em conjunto.

Bicicletas, por exemplo, podem ser fabricadas com diversos materiais e formas. Isso é diretamente influenciado pela modalidade esportiva a que se destinam. Mas entre os principais requisitos a serem observados na seleção de materiais para bicicletas estão os fatores mecânicos, como resistência a torções durante o uso. Ao definir os materiais para a produção do quadro da bicicleta, portanto, devem ser observados o processo de fabricação e seu custo.

Observe a seguir a configuração de cinco formatos de quadros de bicicleta fabricados em diferentes materiais.



O aço (A) é um dos materiais mais utilizados para a fabricação de quadros de bicicleta, porém, devido aos processos de fabricação por extrusão e estiramento, a forma fica limitada. O alumínio (B) pode ser processado por dobragem de chapa ou por fundição, facilitando alterações no design. O magnésio (C) é restrito ao processo de fundição. O polímero náilon (D) pode ser fabricado pelo processo de injeção sob pressão. E o material mais leve e rígido dos cinco exemplos é o compósito de resina epóxi, reforçado com fibra de carbono (E), cujo problema de utilização está na junção entre as partes, que, em muitos casos, pode gerar aumento de peso ou fragilidade, embora o processamento seja melhor quando fabricado em formato de casca.

Esse exemplo nos permite ver como as diversas possibilidades de fabricação de um mesmo produto limitam ou viabilizam o emprego de diferentes materiais. Quando a opção é pelo desenvolvimento de novos materiais, em geral há uma longa fase de avaliação da performance em diversas aplicações, realizada por laboratórios das universidades, de instituições de pesquisa de governos e de indústrias. Aos poucos, o novo material é apresentado aos fabricantes e só é comercializado quando chega a um volume de utilização considerável.

Ao chegar ao mercado, caso se comprove o ganho no desempenho de atletas, a indústria de equipamentos esportivos tende a valorizar fortemente o material. Nos últimos anos, este foi o caso de polímeros reforçados com fibra de carbono, novos elastômeros, novas estruturas multimateriais e materiais amorfos, todos responsáveis por melhoras radicais em materiais esportivos.



As diversas possibilidades de materiais e de projetos de um equipamento geram produtos diferentes: a bicicleta que faz manobras não serve para provas de velocidade, por exemplo

A validação dos ensaios e testes

Fabricados os protótipos, uma bateria de ensaios e testes deve garantir a avaliação, reavaliação, padronização e regulação dos equipamentos esportivos produzidos. O ideal é contar com uma equipe multidisciplinar para contemplar todos os aspectos necessários. O conhecimento e a comprovação do desempenho e o atendimento de normas e regulamentos técnicos são indispensáveis para aprovar materiais ou produtos em mercados competitivos e com exigência de alta performance, como o de equipamentos esportivos.

A Biomecânica pode contribuir muito nos ensaios de produtos esportivos, pois é a ciência que estuda o movimento dos seres vivos. Por meio da biomecânica pode-se fazer a escolha dos melhores ângulos das articulações para a realização dos movimentos ou analisar esses ângulos durante a prática do esporte, para auxiliar no aperfeiçoamento dos equipamentos em teste.

Os princípios da Biomecânica vêm de uma área da Física – a mecânica – centrada no estudo do movimento e do efeito das forças de tração ou impulso sobre o objeto. Só que as ferramentas da mecânica são usadas para estudo dos movimentos dos seres vivos. Na avaliação dos produtos esportivos, vale lembrar que, muitas vezes, equipamentos e atletas funcionam de forma absolutamente integrada.

Os ensaios devem ser normatizados e muitos deles posteriormente são incorporados ao controle de qualidade das indústrias. Um exemplo é o das bolinhas de tênis de mesa, cujo peso deve ser limitado entre 2,67 e 2,77 gramas e cuja geometria deve ser perfeita. Qualquer variação de peso ou geometria da bolinha implica em risco de desvios de trajetória durante a prática do esporte.



Outro exemplo é o dos mosquetões de montanhismo. O produto, utilizado em escaladas, é fabricado com uma liga de alumínio de alta resistência mecânica, boa resistência à corrosão e boa moldagem. Para avaliar a carga suportada pelo produto, aplica-se o ensaio de tração até o rompimento e só depois se definem os padrões de segurança e limites de vida útil.

Avaliar a performance dos materiais e dos produtos esportivos tornou-se uma fonte de pesquisa em diversas instituições no mundo. Congressos que tratam dessas questões ganharam forte destaque durante os últimos anos, caso do Asia Pacific Congress on Sports Technology e da Conference of the International Sports Engineering Association, que apresentam pesquisas nas áreas de materiais e design. Assim, antes de utilizar ou desenvolver novos materiais, busque fontes de informação que tratam do tema, como os anais eletrônicos desses eventos.



EM RESUMO

Para definir a estrutura do equipamento esportivo e o uso dos materiais selecionados é preciso conhecer sua função na atividade específica a que se destina. Além disso, devem ser avaliados a viabilidade e o custo do processo de fabricação, que podem ser determinantes para o design do produto final. Em seguida, devem ser definidos testes e ensaios necessários para a validação do material ou do produto desenvolvido e para o estabelecimento de limites de validade e segurança.



PARA SABER MAIS

Laboratório de Design e Seleção de Materiais

<http://www.ndsm.ufrgs.br/>

Comitê Olímpico Brasileiro (COB) – Informações sobre as modalidades esportivas

<http://www.cob.org.br/esportes/esportes.asp>

Comitê Paralímpico Brasileiro (CPB) – Informações sobre modalidades esportivas

<http://www.cpb.org.br/modalidades/>

CPB – Informações sobre classificação funcional

<http://www.cpb.org.br/classificacao-funcional/>

MatWeb – Site de informações sobre as propriedades dos materiais (em inglês)

<http://www.matweb.com/index.aspx>

Grupo de informação sobre titânio (em inglês)

<http://www.titaniuminfogroup.co.uk/>

Ergonomia

<http://www.joaogomes.com.br/apresenta.htm>

Journal of Bionic Engineer

<http://www.sciencedirect.com/science/journal/16726529>

CONSULTE O KIT PEDAGÓGICO

Este capítulo está relacionado ao **Plano de Aula 4** e às **Fichas de Atividades 2** (PET *in bol*, um novo esporte), **7** (Biomimética) e **8** (Evolução da bola de futebol)