

A NATUREZA COMO FONTE DE INSPIRAÇÃO PARA A CONCEPÇÃO DE EMBALAGENS SUSTENTÁVEIS

Gerson Luiz Meira – gersonmeira@ig.com.br
UFSC

Adriano Heemann – Prof. Dr., aheemann@cefetsc.edu.br
CEFET/SC

Resumo: O presente trabalho apresenta uma reflexão sobre o potencial da biomimética na concepção de embalagens. Inicialmente apresenta-se o conceito de mimetismo e resgata-se o surgimento das primeiras experiências miméticas na natureza. Em seguida expõe-se o conceito de biomimética e suas aplicações, propondo sua utilização como fonte de inspiração para a criação de embalagens de produtos industrializados. O exemplo utilizado é o ovo de galinha. Discute-se sobre a viabilidade do uso de materiais biodegradáveis e cristais de carbonato de cálcio na composição de uma embalagem. Apresenta-se, finalmente, uma argumentação sobre aspectos de sustentabilidade de tal embalagem inovadora.

Palavras-chave: Biomimética, Embalagem, Projeto do Produto.

1. INTRODUÇÃO

À medida que são aprofundados os conhecimentos sobre estruturas e mecanismos dos seres vivos, emergem a complexidade e funcionalidade dos sistemas vivos, mesmo naqueles considerados simples ou primitivos. A partir dessas observações é possível a utilização de princípios já desenvolvidos pela própria natureza, segundo Montenegro (2003). Assim, na mais suposta insignificante forma de vida, pode-se identificar meios de solucionar problemas encontrados em diversos setores produtivos. A partir da valorização da biosfera como fonte de inspiração para a indústria, cresce a importância da preservação da vida saudável, uma vez que esta é exemplo de solução aplicáveis em projetos.

De acordo com Bras & Reap (2006), para que o aproveitamento de conceitos naturais pela indústria de fato aconteça, setores da engenharia de projeto de produtos deverão conectar-se mais intensamente com biólogos e ecólogos a fim de entenderem os princípios de soluções observados na natureza. Vários problemas industriais já foram solucionados através de análises de seres vivos como, por exemplo, o velcro inspirado nos micro ganchos do carrapicho, adesivo subaquático inspirado em estudos do mexilhão, o casco e a forma do submarino inspirado na forma do golfinho, pintura auto-limpante inspirada nos estudos da flor de lótus.

Conforme Ferreira (2003) é consenso nos setores produtivos a noção de que a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas passa obrigatoriamente por mudanças nos modelos de produção e nos conceitos de qualidade. Neste sentido, a concepção de um produto deve estar embasada em valores, não só relativos aos produtos propriamente ditos, mas



também das suas embalagens, contemplando as repercussões ambientais de todo o projeto.

Segundo Ramos (1993), a partir da análise do “objeto natural”, podem ser extraídos os princípios naturais promissores do ponto de vista da técnica para serem aplicados na resolução de problemas de projeto. Desta forma, ao elaborar um banco de características e aplicações dos sistemas naturais, é possível encontrar determinadas funções e utilidades inspiradas em animais, plantas, insetos, crustáceos e outros. Existe assim, a possibilidade dessas características serem aplicadas em projetos.

2. SUSTENTABILIDADE NO DESIGN

Com o aumento da consciência internacional sobre a necessidade de se minimizar a degradação ambiental, sucedem-se mudanças significativas nos modelos e sistemas de valores, canalizando ações que, na sua maioria, visam à otimização do uso de energia e matérias-primas. O conceito de sustentabilidade emerge no setor de produção de bens de consumo, apontando para um melhor produto e um melhor processo, que juntos contribuem para a manutenção do meio ambiente. Nesse sentido, um olhar renovado sobre produtos industrializados está fundamentado, de modo mais evidente, em princípios de uso da energia e de reaproveitamento de materiais. Assim, a sustentabilidade em projetos também estaria fortemente vinculada a eco-eficiência, definida pela relação entre o valor de um produto e o seu impacto ambiental.

Manzini & Vezzoli (2002) destacam que o termo eco-eficiência indica o grau em que está conjugada a redução do impacto para a produção, distribuição, uso e descarte/eliminação, com o aumento da qualidade dos serviços oferecidos. Portanto, esse tipo de desenvolvimento de novos produtos deve considerar todas as fases do ciclo de vida do produto (*Life Cycle Design-LCD*), identificando problemas e objetivos que culminem no aumento da sustentabilidade. De acordo com Heemann (2000), o *designer* tem um papel fundamental. Ele pode gerar conceitos ambientalmente mais integrados em seus projetos, buscando adequar aspectos interdisciplinares à benefícios ambientais.

Nesse mesmo contexto, a utilização dos princípios da biomimética em atividades de projetos de produtos pode demonstrar a capacidade de intervenção criativa, concebendo subsídios para possíveis soluções inspiradas em analogias, resultando na melhor sustentabilidade do produto.

3. MIMETISMO

Conforme Ramos (1993), os processos de sobrevivência e evolução natural dos seres vivos são continuamente adaptados às condições do meio em que vivem, o que resulta em sustentação daqueles mais eficientes e funcionais. Estes seres passam as suas aprendizagens e adaptabilidades às gerações seguintes, adequando-se aos mais variados problemas surgidos ao longo de sua existência.

Segundo Wickler (1968), um dos primeiros experimentos sobre adaptações e imitações de seres vivos foi realizado pelo inglês Henry W. Bates. Entre 1849 e 1860 ele se fixou na região do Rio Amazonas no Brasil para investigar espécies de borboletas. Bates constatou nessas pesquisas que um determinado tipo de borboleta (Vice-rei - *Limenitis Archippus*), sem defesas contra seu predador natural, adquiriu características semelhantes à outra espécie de borboleta (Monarca - *Danaus Plexippus*) que repulsava o pássaro, seu predador natural. A razão da repulsão dos pássaros pelas borboletas Monarcas era a presença de substâncias tóxicas (glicosídeos) em suas asas, que causavam vômitos e fortes contrações estomacais nos

pássaros. Através de uma imitação de cores, a borboleta Vice-rei afastava os pássaros, desfrutando assim de proteção similar a que as borboletas Monarcas dispunham. Na “figura 1” e “Figura 2” estão representados os dois tipos de borboletas:



Figura 1: Borboleta Monarca (*Danaus Plexippus*)
Fonte: Wikipédia (2007)



Figura 2: Borboleta Vice-rei (*Limenitis Archippus*)
Fonte: Wikipédia (2007)

A partir deste e de outros experimentos com insetos, Bates formulou o conceito de mimetismo. No Brasil, mimetismo é definido por Holanda (2004) como a “propriedade de certos animais se adaptarem à cor e configuração dos objetos em cujo meio vivem, ou de outros animais de grupos diferentes”. De acordo com Wickler (1968), a maioria dos casos de características miméticas se refere a exemplares individuais que se parecem a um elemento determinado através de suas cores ou do seu comportamento.

Atualmente o mimetismo dá lugar à busca pelas obras primas da natureza as quais se copiam e criam processos para solucionar problemas, busca essa denominada de biomimética - a imitação da vida inspirada pela natureza - ou, segundo Benyus (1997), “a inovação inspirada pela natureza, o exame de uma nova e revolucionária ciência que está redescobrendo as melhores idéias da vida e transformando o mundo”.

4. BIOMIMETISMO

Segundo Bar-Cohen (2005), os benefícios do estudo da biomimética podem ser vistos em

muitas aplicações, incluindo materiais multifuncionais, drogas melhoradas, robôs, etc. Uma repercussão importante da biomimética é o impulso à proteção de espécies contra a extinção, já que é ela a fonte de possíveis soluções. Em muitos casos, os elementos vivos podem ser considerados um modelo a ser imitado em projetos de produtos. É possível se aprender técnicas de fabricação através dos animais e das plantas. Exemplos disso estão no desenvolvimento de fibras biodegradáveis, cerâmicas, plásticos, e vários produtos químicos. Além de fornecedora de modelos, a natureza também pode ser vista como uma guia na determinação do destino das inovações em termos de durabilidade, desempenho e compatibilidade.

De acordo com Montenegro (2003), a biomimética vem se tornando comum nos meios científicos, e já está vinculado ao trabalho de diversos cientistas (engenheiros, químicos, físicos, biólogos, etc.) que procuram copiar os processos biológicos e aplicá-los em diferentes áreas tecnológicas e científicas. Benyus (1997) declara que a biomimética usa um padrão ecológico para inspirar inovações tendo uma nova forma de ver e de valorizar a natureza. Seu objetivo é o direcionamento de soluções com base naquilo que se pode aprender com a natureza e não no que se pode extrair dela.

Seguindo esse conceito da biomimética e tomando como ponto de partida análises de elementos naturais com características de armazenamento, é possível imitar o modo de se embalar produtos industrializados. É possível criar uma embalagem, inspirada na natureza, que envolva toda sua estrutura para acondicionar um produto ou algum tipo de alimento. A seguir, propõe-se a utilização da biomimética para a criação de embalagens de produtos industrializados. O exemplo discutido é o ovo de galinha. Trata-se de um exemplo de estrutura natural, que atende exigências opostas. Ele é resistente o suficiente para proteger o embrião da ave e deve ser frágil o suficiente para ceder no momento da eclosão do filhote em formação.

5. SISTEMA NATURAL: O OVO DE GALINHA

De acordo com Reis & Mendonça (2004), a casca do ovo é basicamente composta de cristais de carbonato de cálcio e é facilmente encontrado na superfície terrestre na forma de rochas calcárias. Observando-se a casca do ovo ao microscópio, nota-se que ela é repleta de poros. Na superfície dessa casca há uma capa lipídica que evita perda de água, tendo a função de impermeabilizar o ovo. Quando o ovo de galinha está fertilizado, um embrião de ave desenvolve-se dentro dele. Mas um embrião não usa pulmões para respirar. Em vez disso, o CO₂ produzido pelas células dissolve-se no sangue, viaja com este através do cordão umbilical e acaba por se dissolver na parte aquosa da clara. O embrião, ao respirar, absorve O₂ e expele CO₂, que é dissolvido na clara. Os poros que existem na casca do ovo, permitem que o CO₂ em excesso na clara transpasse para a atmosfera. O O₂ penetra pela casca e se dissolve na clara, possibilitando que o embrião respire.

Vasconcelos (2000) esclarece que, antes da sua postura, o ovo possui uma pele formada por três membranas, uma externa e duas internas, repletas de líquido sob pressão servindo como um acolchoado. Após a postura, a membrana externa seca e desaparece, enquanto o líquido endurece e forma a casca calcária. A membrana interna permanece e permite a troca de O₂ entre a atmosfera e o embrião. Os cristais de carbonato de cálcio, diferentemente dos ossos não contém fosfatos. Eles são muito finos e grudados lado a lado, deixando de quando em quando um espaço vazio que é o poro. Num ovo de galinha a quantidade de poros é de aproximadamente 10 mil. Simões; Bitondi & Hartfelder, (2002) ilustram na “Figura 3” os

elementos básicos de um ovo de galinha: 1) casca; 2) citoplasma ativo; 3) membrana externa; 4) membrana interna; 5) membrana vitelina; 6) vitelo branco e 7) vitelo amarelo.

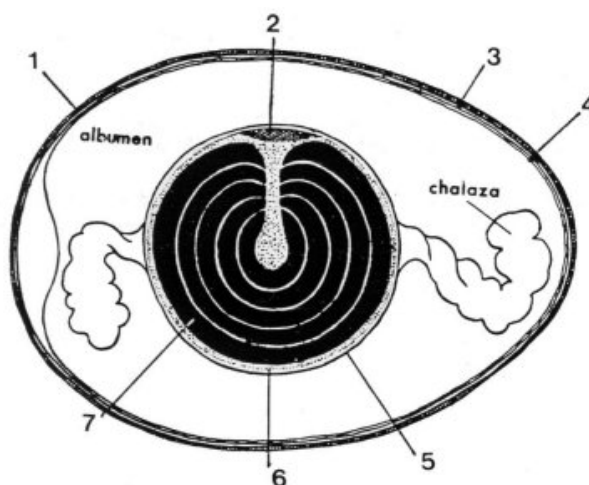


Figura 3 – Representa os elementos básicos de um ovo de galinha.
Fonte: Simões; Bitondi & Hartfelder, (2002)

6. ESTRUTURA E FINALIDADE DA EMBALAGEM

O desenvolvimento estrutural da embalagem de um produto pode ser alcançado através do mimetismo do ovo. Pode-se projetar uma superfície externa resistente a impactos durante o manuseio e o transporte, mas com micro poros para acondicionamento duradouro de alimentos não perecíveis. Esses micro poros possibilitarão que o alimento seja acomodado dentro do invólucro permeável ao ar sem ocasionar proliferação de fungos ou bactérias. Uma membrana interna elástica impermeável também auxiliará na salvaguarda desse alimento, proporcionando acondicionamento seguro, desde que respeitando a natureza do alimento quanto às condições de armazenamento e prazo de validade.

Este exemplo sugere uma embalagem simples e que não polui. A embalagem pode ser confeccionada de modo a promover uma diferenciação na apresentação de produtos alimentícios, já que o material poderá ser descartado de forma que não agrida o ambiente. Poderá utilizar material reciclável na sua composição como, por exemplo, carbonato de cálcio encontrado na própria casca do ovo. Grande parte dessa matéria prima poderá ser adquirida e coletada em empresas que utilizam o ovo como parte integrante dos ingredientes utilizados na fabricação de produtos alimentares, tais como indústrias de panificação. Outra possibilidade de obter-se a matéria prima carbonato de cálcio poderia ser através da coleta dos resíduos da maricultura (mariscos e ostras), abundantes na região litorânea do estado catarinense e, sobretudo, na ilha de Santa Catarina. Desta forma, o consumidor poderia descartar esta embalagem no lixo comum, de modo a enriquecer o solo de aterros sanitários com o elemento cálcio. Se a embalagem fosse descartada em um solo puro, serviria como objeto de compostagem para o plantio de diversos hortigranjeiros. Assim, no que diz respeito ao descarte e à reutilização, a embalagem biomimética poderia ser eco-eficiente.

Como citado acima, o material utilizado na confecção da referida embalagem inspirada na natureza poderia ser o carbonato de cálcio. Entretanto, outros materiais poderiam ser viáveis como, por exemplo, os bioplásticos derivados do amido, cuja decomposição em ambiente externo é muito rápida. De acordo com Menin; Redivo; Felisberto & Sebio, (2006),

conscientes do nível de degradação ambiental causado pelo plástico, vários países investem na produção de plásticos com características biodegradáveis, cuja diferença está na degradação por microorganismos (bactérias e fungos). A decomposição destes bioplásticos ocorre em semanas, apontando assim, à sustentabilidade ambiental da embalagem sugerida. As propriedades físicas dos bioplásticos se assemelham as do polietileno e do poliestireno e podem ser moldados em injetoras convencionais.

A idéia de se utilizar os bioplásticos na confecção da embalagem biomimética seria importante principalmente naquelas descartadas em curto prazo como, por exemplo, as embalagens de ovos de páscoa. Um novo ovo de páscoa poderia dispensar o filme plástico convencional, como ilustrado por Luna e Amigos (2002) na “Figura 4”.



Figura 4: Ovos de páscoa em bioplástico
Fonte: Luna e Amigos (2002)

Como boa parte das embalagens é eliminada tão logo se adquire o produto, o bioplástico, como matéria-prima seria uma solução plausível para acondicionamento de produtos diversos, inclusive para o exemplo citado acima, desde que respeitado as características do ciclo de vida da matéria-prima utilizada para este fim. Deve-se, no entanto, observar que um diagnóstico para a definição precisa do material mais apropriado para confecção da embalagem exigiria uma análise quantitativa detalhada, que não é o objeto do presente artigo.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evolução natural dos seres vivos está embasada na eficiência e funcionalidade desenvolvidas no decorrer de milhões de anos. Os seres vivos desenvolveram maneiras de sobrevivência, buscaram posturas adequadas às ameaças em seu meio, organizando-se individual ou coletivamente. Um olhar sobre os sistemas naturais em busca de fontes de inspiração para projetos de produtos também estimula o projetista a refletir sobre o uso adequado da natureza. A aplicação da biomimética na concepção de uma embalagem impulsiona o projetista a desencadear um processo criativo interdisciplinar.

O trabalho apresentado procurou suscitar a busca de soluções de projeto em modelos já existentes na natureza. O exemplo mencionado tratou da concepção de embalagens de produtos. Discutiu-se sobre o uso de materiais biodegradáveis e cristais de carbonato de cálcio



na composição de uma embalagem inspirada no ovo. De um modo mais amplo, esse tipo de abordagem também evidencia a importância estratégica de se proteger espécies contra extinção, uma vez que elas seriam relevantes não apenas para o equilíbrio da biosfera, mas também para o fornecimento de modelos inovadores no setor produtivo. Muitos desses modelos ainda não foram descobertos, outros ainda não foram suficientemente compreendidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAR-COHEN, Y. Technology That Imitates Nature. Jet Propulsion Lab - Califórnia Institute of Technology, USA - 2005. Disponível em:
<http://www.biomimetica.blogspot.com/2005/06/design-nature-2006.html> - Acessado em 16 de novembro de 2006.

BENYUS, J. M. Biomimética: Inovação Inspirada pela Natureza. São Paulo: Cultrix, 1997.

BRAS, B. & REAP, J. Towards Biologically Inspired Design for Sustainability. IV Global Conference on Sustainable Product Development and Life Cycle Engineering. São Carlos, 2006.

FERREIRA, M.S. A Função Design e a Corrente da Sustentabilidade: Eco-Eficiência de um Produto. Fundação de Ciência e Tecnologia - CIENTEC / RS. 2nd International Conference on Design, 2003. Disponível em: <http://webmail.faac.unesp.br/~paula/Paula/funcao.pdf> - Acessado em 04 de novembro de 2006.

HEEMANN, A. Projeto Conceitual de Produto: Interdisciplinaridade e Meio Ambiente. In: Krueger, Eduardo Leite. (Org.). Tecnologias Apropriadas: Publicação do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia do CEFET-PR. 1 ed. Curitiba: CEFET-PR, 2000, v. 1, p. 25-36.

HOLANDA, A. B. Dicionário Eletrônico Aurélio – Versão 5.0 – Positivo Informática Ltda, 2004.

LUNA E AMIGOS. Página da Cultura: Ovos de Páscoa. Disponível em:
www.lunaeamigos.com.br/cultura/origemdapascoa.htm - Acessado em 05 de dezembro de 2006.

MANZINI, E. & VEZZOLI, C. O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis. São Paulo: Edusp, 2002.

MENIN, M.; REDIVO, C.C.; FELISBERTO, L.C. & SEBIO, L. Bioplásticos: Aplicação no Design de Produtos Descartáveis. 7º Congresso de Pesquisa & Desenvolvimento em Design. Paraná, 2006. Disponível em: www.design.ufpr.br/ped2006/home.htm - Acessado em 23 de outubro de 2006.

MONTENEGRO, R.V.D. A Teia da Aranha. Revista Ciência das Origens, nº6 - setembro/dezembro de 2003. Publicação original: *Geoscience Research Institute*. Disponível em: www.grisda.org/ciencia/66_port=06.pdf - Acessado em 23 de outubro de 2006.



RAMOS, J. A Biônica Aplicada ao Projeto de Produtos. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1993.

REIS, M.J. & MENDONÇA, Â. A Física e a Química do Ovo. Projeto Quimicamente Delicioso. Fundação Ilídio Pinho, Lameças - Portugal, 2004 - Disponível em: http://quimicamente.no.sapo.pt/ingredientes_ovoinfo.html - Acessado em 04 de novembro de 2006.

SIMÕES, Z.L.P.; BITONDI, M.M.G. & HARTFELDER, K. Observação do Ovo de Galinha Não Embrionado. Caderno de Práticas de Embriologia e Morfogênese. Departamento de Biologia. São Paulo: USP, 2002. Disponível em: <http://rge.fmrp.usp.br/cursos/zm> - Acessado em 28 de novembro de 2006.

VASCONCELOS, A.C. Estruturas da Natureza: Um Estudo da Interface Entre Biologia e Engenharia. São Paulo: Studio Nobel, 2000.

WICKLER, W. El Mimetismo en las Plantas y en los Animales. Madrid: Guadarrama, 1968.

WIKIPÉDIA, Borboleta monarca e vice-rei. Disponível em: [www.http://pt.wikipedia.org/wiki/Borboleta-monarca](http://pt.wikipedia.org/wiki/Borboleta-monarca). Acessado em 11 de março de 2007.