

## COMPETITIVIDADE

### EMERGIA (COM “M” MESMO) E O SISTEMA EMBALAGEM IDEIAS PARA MODELAGEM UTILIZANDO A ANÁLISE EMERGÉTICA PARTE I – EMERGIA: HISTÓRICO E CONCEITOS

**Ari Costa**

Pós-Graduado em Engenharia de Embalagem  
Instituto Mauá de Tecnologia  
School of Packaging – Michigan State University  
Mestrando em Engenharia  
Instituto Mauá de Tecnologia

*Este é o primeiro de uma série de quatro artigos que abordam aplicações da metodologia emergética voltadas para a modelagem do sistema embalagem. Nele, apresenta-se o histórico e o conceito fundamental da metodologia, desenvolvidos com os trabalhos originais de Howard T. Odum, que a criou, e do Dr. Enrique Ortega, pesquisador da Unicamp seu divulgador incessante.*

A jornada entre um mundo restrito e o universo infinito, dos modelos fechados aos sistemas complexos, durou cerca de dois milênios até atingir a atual maturidade que dotou o homem de capacidade para entender o lugar onde habita e o que pode ser feito para mantê-lo vivo. A junção da racionalidade presente na Ciência Antiga na Grécia, onde era típica a utilização de ajuda pictórica para a compreensão dos modelos físicos, com os métodos numéricos e quantitativos desenvolvidos no Crescente Fértil, parece ser um estranho capricho do destino que pavimentou o caminho para a Ciência Moderna. A representação matemática para o mundo, desde então, transformou-se numa base necessária para a compreensão lógica humana.

A Revolução Científica iniciada no século XVII e propagada pelos séculos seguintes consolidou os modelos de mundo que hoje chamamos de reducionistas. A Teoria Geral dos Sistemas, introduzida na primeira metade do século passado, com o desenvolvimento da compreensão dos sistemas complexos, possibilitou a ampliação dos modelos de mundo que passaram a proliferar a partir dos anos 1960. A partir de meados da década de 1970, com base nas teorias do caos e da complexidade, esses modelos chegaram à capacidade de análise crítica e de simulação de fenômenos complexos, como os ecossistemas e os fatos econômicos.

A conscientização crescente do ser humano sobre a exaustão de recursos não renováveis que dão suporte à espécie humana induz ao reconhecimento da situação crítica em que se encontra o planeta. Usamos mal os nossos recursos!

Em 1967, Howard T. Odum introduziu a expressão “**energia incorporada**” para definir a quantidade de calor (ou Joules) de um tipo de energia necessária para produzir outro. Em 1983, para diferenciá-lo do método ecossistêmico – energético, ele e David Scienceman cunharam o termo **emergia** (escrito com “m”) que é toda a energia disponível usada, direta ou indiretamente na fabricação de um produto ou de uma embalagem. Trata-se, portanto, da sua “memória da energia” ou “riqueza consumida”.

Seguindo esse conceito, os três fluxos de energia (ou riqueza) abastecem a Terra (o seu calor interno, a influência gravitacional dos corpos celestes mais próximos e o proveniente do Sol – o mais significativo), contribuem para as várias transformações que ocorrem no planeta. A

fabricação de um produto ou de uma embalagem consome, direta ou indiretamente, riqueza real (energia disponível no planeta e que se deprecia na produção de bens).

A adoção de uma unidade para a **emergia** permite não confundir a energia utilizada para fazer um produto com aquela nele existente após o processo de transformação. Essa unidade é chamada de **emjoule** e, levando-se em conta o maior fluxo de energia recebido pela Terra, adotou-se o fluxo de energia solar como padrão, ou seja, **emjoules solares** (sej).

Outro vocábulo importante no contexto desses artigos é a **transformidade**, definida como o fator de conversão de energia de um tipo em outro. Sua unidade de medida é o **emjoule solar por Joule** (sej/J).

Os sistemas da natureza e da humanidade inserem-se na hierarquia universal de energia e estão imersos numa rede de transformações que une os pequenos aos grandes e estes, aos maiores ainda. Dessa maneira, qualquer um deles pode ser modelado para permitir simular seu comportamento e fazer previsões. A utilidade desta metodologia é ilimitada quando se pensa em analisar o sistema embalagem em diferentes abordagens, desde seus aspectos puramente tecnológicos até a avaliação do ciclo de vida e seus impactos ambientais. Para tornar essa modelagem possível pelo conceito de **emergia** aqui apresentado, usaremos os **diagramas de energia**, que serão objeto do segundo artigo desta série.

Publicado: Fevereiro de 2011 – Revista Embanews.