

O CONCEITO DE EMBALAGENS INTELIGENTES

Ana Paula Reis Noletto

Pesquisadora Científica do Centro de Tecnologia de Embalagem – CETEA/ITAL

Sérgio Adriano Loureiro

Pesquisador do Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transportes – LALT/UNICAMP

As Embalagens Inteligentes (EI) proporcionam melhorias no acompanhamento das condições dos produtos e no controle logístico, tanto nas atividades de estocagem quanto nas atividades de transporte e distribuição, pois possibilitam o registro/monitoramento do produto em tempo real.

Parâmetros como temperatura, umidade relativa, luminosidade de exposição, pressão, composição gasosa e níveis de vibração, entre outros, são mensurados indicando, desde a necessidade de atualização de uma rota de distribuição até uma possível perda de qualidade ou deterioração completa do produto (Dainelli *et al.*, 2008; Vanderroost *et al.*, 2014).

Mas quais atributos tornam uma embalagem inteligente? Antes de introduzir o conceito de embalagem inteligente, é importante definirmos o conceito de inteligência em máquinas/dispositivos/produtos. Segundo Setzer (2002), a inteligência pode ser classificada de duas formas: criativa ou incorporada. A inteligência criativa é inerente ao ser humano e se refere à capacidade de criar novas ideias e fazer algo útil com elas.

Nas máquinas e dispositivos o que se observa é uma inteligência incorporada oriunda de seus projetistas (referente à forma e funcionalidade) e programadores, e que apresenta uma lógica-matemática restrita à matemática algorítmica e discreta.

Dessa forma, o autor entende que o conceito de Inteligência atribuída às máquinas deve ser considerado de forma específica, uma vez que esses objetos podem avaliar um grupo de dados somente de forma sintática sem lhes dar uma atribuição semântica.

Wong (2002) e Sánchez *et al.* (2012) definiram os atributos que um produto deve ter para ser considerado inteligente:

Produto Inteligente - Wong (2002)

- Possuir uma identidade única;
- Ser capaz de comunicar de forma eficaz com o seu ambiente;
- Ter capacidade de reter ou armazenar dados sobre si;
- Possuir uma linguagem para exibir suas características, requisitos de produção e outros;
- Ser capaz de participar ou tomar decisões relevantes para o seu próprio destino.

Produto Inteligente - Sánchez *et al.* (2012)

- Identidade e armazenamento de quaisquer outros dados relevantes;
- Detecção: sobre a sua condição física e ambiente ao qual está exposto;
- Atuação: sobre dispositivos internos ou externos;
- Tomada de decisão e participação no controle de outros dispositivos ou sistemas;
- Sistema de rede: para mandar e receber informações através de uma rede com ou sem fio (wireless predominantemente).

Os autores (Wong, 2002 e Sánchez *et al.*, 2012) mencionam que um objeto composto de objetos inteligentes é também um objeto inteligente, e que a sua inteligência é naturalmente uma combinação de todos os seus objetos inteligentes constituintes. Além disso, os autores descrevem que o nível de inteligência de um dispositivo depende da quantidade de atributos (dentre os listados) que fazem parte do dispositivo/produto.

Existem vários trabalhos que abordam os temas “*active packaging*” “*smart packaging*” ou “*intelligent packaging*”. Nesses trabalhos observa-se que nem sempre há uma definição desses termos e em alguns deles existe uma certa “confusão” de termos. Dentro dos atributos de inteligência identificados por Wong (2002) e Sánchez *et al.* (2012), a seguir são apresentados alguns dos artigos que definem o conceito de *Intelligent Packaging*:

- Em Goddard (1997), o autor considera que os termos *Intelligent Packaging* e *Smart Packaging* têm o mesmo significado e se referem à combinação de materiais avançados e sensores capazes de monitorar seu ambiente operacional em tempo real e responder apropriadamente.
- Schilthuizen (1999) caracteriza o conceito de embalagens com funções inteligentes descritas como sendo identificação, medições sensoriais (*sensing*), detecção, rastreamento e controle (que pode ser interpretado como o acesso remoto a essas informações).
- Em Kruijfy (2002) os sistemas de embalagens inteligentes são aqueles que monitoram a condição dos produtos embalados para dar informações sobre sua qualidade durante o transporte e armazenamento.
- Yam (2005) definiu embalagem inteligente como um sistema de embalagem que é capaz de realizar funções inteligentes (tais como a detecção, sensoriamento, gravação, comunicação e aplicação da lógica científica) para facilitar a tomada de decisão de forma a prolongar a vida de prateleira do produto, melhorar a segurança, melhorar a qualidade, prestar informações e avisar sobre possíveis problemas. Dessa forma, a embalagem teria capacidade de monitorar o produto, “sentir” as condições internas e externas do ambiente e se comunicar.
- Dainelli (2008) definiu como sendo embalagens que monitoram a qualidade do produto, identificam pontos críticos e fornecem informações mais detalhadas ao longo da cadeia de abastecimento.
- Segundo a União Européia (EC, 2009), embalagens inteligentes possuem um componente que permite o acompanhamento da condição do alimento ou do ambiente que o envolve durante o transporte e armazenamento.
- Em Vanderroost (2014) as embalagens inteligentes são descritas como sendo embalagens que têm a capacidade de perceber, detectar, ou gravar as mudanças no produto ou no seu ambiente.

- No trabalho de Dobrucka (2014) novamente o termo *Intelligent Packaging* é considerado o mesmo que *Smart Packaging* e é definido como sendo uma embalagem que contém sensores para fornecer informações a respeito da história da embalagem e da qualidade do alimento. Os dispositivos acoplados a essas embalagens devem ser capazes de informar sobre a integridade, qualidade e segurança do produto além de serem utilizados para garantir autenticidade, proteger contra roubo e dar rastreabilidade ao produto.

Considerando-se todos os atributos descritos, observa-se que os trabalhos de Goddard (1997), Schilthuizen (1999), Kruijfy (2002) e Yam (2005) abrangem um conjunto mais amplo de atributos, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos das embalagens inteligentes.

Atributos	Autores			
	Goddard (1997)	Schilthuizen (1999)	Kruijfy (2002)	Yam (2005)
Tomar decisão	X			X
Monitorar condições do ambiente e do produto	X	X	X	X
Possuir sistema de rastreamento		X	X	X
Possuir identidade		X		
Realizar a comunicação	X	X	X	X

Pela Tabela 1, observa-se que os atributos “Monitorar as condições do ambiente e do produto”, “Possuir sistema de rastreamento” e “Realizar a comunicação” são os mais mencionados pelos autores para descrever uma embalagem inteligente.

Apesar das importantes melhorias que podem ser obtidas através da utilização das embalagens inteligentes, como minimização de perdas de produtos e redução de custos nas operações logísticas, o custo dessas embalagens continua sendo o maior entrave para utilização das mesmas tanto no Brasil como no mundo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DAINELLI, D.; GONTARD, N.; SPYROPOULOS, D.; ZONDERVAN-van den E. B.; TOBBACK, P. *Active and intelligent food packaging: legal aspects and safety concerns. Trends in Food Science & Technology*, v. 19, p. S103–S112. 2008.

DOBROUCKA, R.; CIERPISZEWSKI, R. *Active and intelligent packaging food – Research and development–A review. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, v. 64, n. 1, p. 7-15, 2014.

GARCÍA-ARCA, J.; PRADO, J. C. *Packaging design model from a supply chain approach. Supply Chain Management: An International Journal*, v. 13, n. 5, p. 375-380, 2008.

GODDARD, N.D.R.; KEMP R.M.J.; LANE, R. *An overview of smart technology. Packaging Technology and Science*. V. 10, p. 129-143, 1997.

KLEVAS, J. *Organization of packaging resources at a product-developing company, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 35 n. 2, p. 116-131. 2005.

- KRUIJF, N.N.; VAN BEEST M.; RIJK, R.; SIPILÄINEN-MALM, T.; PASEIRO, L.P.; MEULENAER, B. Active and intelligent packaging: applications and regulatory aspects. *FoodAdditives&Contaminants*, v. 19, n. 1, p. 144-162, 2002.
- LAMBERT, D. M.; STOCK, J. R.; VANTINE, J. G. S. *Administração estratégica da logística*. São Paulo: Vantine Consultoria, 1998. 912 p.
- PEREIRA, G. R. *Aplicação da gestão baseada em atividades à distribuição urbana de bebidas*. 2007. 230 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- PERES, C. R. G. *Análise do método de custeio baseado em atividades aplicado à logística de distribuição*. 2006. 202 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.
- SETZER, V. W. IA–Inteligência Artificial ou Imbecilidade Automática. *As máquinas podem pensar e sentir* (2002). Disponível em:<<http://www.ime.usp.br/~vwsetzer/IAtrad.html>>. Acesso em: 25 set.2015.
- SCHILTHUIZEN, S.F. Communication with your packaging: possibilities for intelligent functions and identification methods in packaging. *Packaging Technology and Science*, v. 12, n. 5, p. 225-228, 1999.
- SOHRABPOUR, V.; HELLSTRÖM, D.; JAHRE, M. Packaging in developing countries: identifying supply chain needs, *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, v. 2, n. 2, p. 183-205, 2012.
- VANDERROOST, M.; RAGAERT, P.; DEVLIEGHERE, F.; DE MEULENAER, B. Intelligent food packaging: The next generation. *Trends in Food Science and Technology*, v. 39, n. 1, p. 47-62, 2014.
- WONG, C. Y.; MCFARLANE, D.; ZAHARUDIN, A. H.; AGARWAL, V. The intelligent product driven supply chain. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEMS, MAN AND CYBERNETICS. 2002. Hammamet - Tunisia: *Proceedings...Hammamet - Tunisia: 6–9 October (Vol. 4, 6 p.)*. 2002.
- YAM, K.L; TAKHISTOV, P.T., MILTZ, J. Intelligent packaging concepts and applications. *Journal of Food Science*, v. 70, p. 1–10. 2005.