





EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA EM SISTEMAS PRODUTIVOS E LOGÍSTICOS

POR **FÉLIX A. LARRAÑAGA**

Diversos trabalhos e pesquisas recentes analisaram a evolução das cadeias de suprimento em função dos avanços da tecnologia. Podemos destacar os estudos realizados regularmente pelo EFT (*Eyes for Transport*) e, especialmente, as pesquisas de Frost e Sullivan sobre o futuro da logística (2016), que desenham cenários até o ano de 2030. A incorporação e o uso de tecnologias mais avançadas seguramente contribuem para melhorar a inserção e a gestão dos atores brasileiros nas cadeias de suprimentos globais. É inegável que, colaborando para a maior eficiência das empresas, esses gestores conseguirão baixar custos, fazendo com que a produtividade aumente e, em consequência, seus produtos se tornem mais competitivos.

Os termos eficiência, produtividade e competitividade são geralmente usados como sinônimos, devido aos seus diversos pontos em comum. Mas, aqui, vamos considerar as seguintes definições:

- **Eficiência:** medida da utilização dos recursos, que indica que os resultados obtidos geraram o mínimo de perdas ou resultaram do melhor uso

possível do capital, materiais e/ou pessoas. Essa definição se assemelha à de produtividade.

- **Produtividade:** relação entre os recursos utilizados e os resultados obtidos (ou produção) de um sistema, ou a otimização dos recursos disponíveis para que a empresa obtenha melhores resultados.

- **Competitividade:** capacidade da organização de superar os concorrentes, por meio do desenvolvimento de uma ou mais vantagens/atributos de superioridade. Ou conceito que, como campo da teoria econômica, analisa os fatos e políticas que configuram a habilidade de uma nação (ou organização) em criar e manter um ambiente que sustente a maior criação de valor para suas empresas e prosperidade para sua população.

Este artigo resultou da compilação de conceitos e aplicações, publicados em diversos trabalhos sobre operações e logística, com o objetivo de ser útil à comunidade acadêmica e empresarial. Analisaremos a participação do Brasil no comércio mundial e a possível aplicação de tecnologias de alto desempenho no desenvolvimento econômico do país.

COMÉRCIO INTERNACIONAL A geração da riqueza de um país costuma ser mensurada pelo seu Produto Interno Bruto (PIB), que resulta da somatória do consumo, poupança, investimento, exportações e importações. Para crescer e se desenvolver no comércio exterior, uma nação precisa exportar produtos mais complexos e com maior valor agregado – bens e serviços com alto índice de produtividade, o que os torna mais competitivos e desejados no mercado internacional.

Para formalizar o comércio internacional é imprescindível contar com cadeias de suprimentos capazes de colocar produtos à disposição dos consumidores na forma e no tempo mais adequado. São cadeias que dispõem de diversos atores cujo trabalho se complementa com a finalidade de atender ao mercado. A observação desse processo evidencia uma profunda fragmentação territorial e operacional, embora a gestão seja integrada. Podemos citar, como exemplo, a fragmentação da cadeia produtiva mundial Nutella, do grupo italiano Ferrero. A produção de seus insumos – baunilha, açúcar, cacau e óleo de palma – está distribuída pelo mundo, mas as fábricas do produto final estão mais localizadas na Europa.

O jornalista e escritor Jorge Okubaro aborda, em artigo publicado no jornal O Estado de São Paulo (27/10/2014), a transformação do comércio mundial e o papel do Brasil neste contexto. Dentre suas principais afirmações, podemos destacar:

- A fragmentação do processo produtivo em escala mundial acentuou-se nos últimos anos, mas a participação do Brasil nas cadeias produtivas globais é cada vez mais modesta. Isso significa maior participação de produtos básicos na pauta, menor valor agregado, menores preços e dependência do comportamento dos preços das *commodities* (minérios, petróleo, grãos em geral).

- Enquanto as medidas protecionistas aumentam no Brasil, outros países em desenvolvimento tornam suas economias mais abertas e integradas ao processo global de produção.

- Uma maior integração com a economia mundial proporciona melhor competitividade e impulsiona avanços tecnológicos de modernização do parque produtivo, com ganhos de produtividade e renda, o que parece ter sido desconsiderado no Brasil.

- Segundo o último relatório da OMC, a fatia de bens inseridos nas cadeias globais, nas expor-

tações totais dos países em desenvolvimento, duplicou nos últimos 25 anos. Nesse ranking, o Brasil ficou entre os últimos países em termos de integração às redes globais de produção. Apenas 40% dos produtos que importamos são usados em produtos exportáveis, enquanto que Taiwan, Cingapura, Filipinas e Coreia do Sul destinam mais de 70% dos itens importados para fabricar produtos de exportação.

- O Brasil ainda é um dos países mais protecionistas do mundo. A defesa da indústria nacional, com tarifas de importação diferenciadas e exigências de conteúdo nacional, vem gerando menor complexidade industrial, menor produtividade e produtos menos competitivos.

Algumas tecnologias de ponta, como o rastreamento de ativos com tecnologia sem fio, as potenciais aplicações dos chamados aparelhos usáveis e a robotização em armazenagem, separação, transporte e distribuição podem impulsionar o desempenho brasileiro.

TECNOLOGIA DE RASTREAMENTO DE ATIVOS SEM FIOS

No final de 2010, a empresa SAVI testou a tecnologia de sensores de baixa potência e conseguiu superar as rigorosas exigências governamentais e empresariais dos EUA, no que diz respeito ao seu desempenho, confiabilidade e precisão. O sistema RFID da empresa foi testado e validado pela norma ISO, pelo Laboratório Nacional do Pacífico Noroeste. A SAVI lidera o fornecimento de sistemas de soluções de rastreamento baseadas em RFID há mais de 15 anos e tem ajudado a desenvolver as redes de RF Visibilidade em Trânsito, que são as maiores redes de rastreamento de carga do mundo. Há diversas aplicações sem fios que permitem aumentar a produtividade de operações e logística por meio de conexões WLAN (Redes Locais sem Fios). O rastreamento de ativos também está presente no carregamento, descarregamento, reposição e distribuição.

POTENCIAL DOS APLICATIVOS USÁVEIS NA INDÚSTRIA DO TRANSPORTE

O termo “usável” refere-se ao conjunto de aparelhos e dispositivos eletrônicos, surgidos na década de 1970, que se incorporam a alguma parte do corpo humano para interagir continuamente com o usuário e outros

ALGUMAS TECNOLOGIAS DE PONTA, AS POTENCIAIS APLICAÇÕES DOS CHAMADOS APARELHOS USÁVEIS E A ROBOTIZAÇÃO EM ARMAZENAGEM, SEPARAÇÃO, TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO PODEM IMPULSIONAR O DESEMPENHO BRASILEIRO

dispositivos, com a finalidade de realizar alguma função específica. Alguns exemplos desses aparelhos são os relógios inteligentes, os tênis com GPS incorporado, pulseiras que monitoram a saúde, óculos inteligentes e outros capazes de coletar e transmitir dados.

A agência ABI Research estima em 90 milhões os dispositivos usáveis para este ano, com potencial crescimento nos próximos anos. Apenas a venda de óculos inteligentes deve evoluir das 87.000 unidades atuais para 10 milhões, em 2018, segundo a Jupiter Research. Existe um enorme interesse no desenvolvimento de aplicações industriais para esses recursos.

A atividade de maior ganho potencial com a adoção dos óculos inteligentes é o serviço de campo que, segundo estimativa da Gartner, deve aumentar os seus lucros em até um bilhão de dólares anuais, através da eficiência e produtividade. A adoção desse recurso deve beneficiar a indústria do transporte, competindo com *tablets* como os Galaxy Tab, devido a seus menores custos. Sua utilização pode ser comparada à da tecnologia de voz, na qual os comandos são transmitidos por um operador e acionados por um serviço local ou remoto, permitindo aumentar os níveis de produtividade e eliminar erros.

No entanto, a tecnologia de voz tem limitações fora das quatro paredes do armazém ou depósito, enquanto os óculos inteligentes oferecem diversas aplicações com câmera, microfone e interconectividade integrados. Um motorista pode, por exemplo, verificar um embarque e capturar automatica-

mente a imagem do recepcionista, para provar um intercâmbio bem-sucedido.

Algumas das funções básicas dos óculos inteligentes são valiosas para os prestadores de serviços logísticos e os *courriers*, pois aumentam sua eficiência. Instruções especiais de entrega e/ou venda, hoje indicadas em telefones inteligentes, devem ser verificadas pelos motoristas manualmente. A utilização de óculos inteligentes permitirá que esse controle seja automático.

A utilização das funcionalidades de navegação por satélite e de fotografias de mapas de alta definição – explicando como chegar e entrar em lugares complexos – é outra possibilidade de aplicação dos óculos inteligentes, capaz de aumentar a produtividade e a competitividade de uma empresa.

A habilidade desse recurso, de capturar vídeos ou fotografias durante o processo de distribuição, fornece a evidência relevante de que determinada atividade foi completada, o que é especialmente importante no caso de reclamações de mercadorias perdidas ou roubadas. A disposição de rastreabilidade e prova do acontecido é chave para eliminar esse problema. Nessa solução, os óculos inteligentes são fundamentais.

Finalmente, cabe uma referência ao tema da segurança. A utilização desse recurso por motoristas ainda é considerada falta de trânsito. Uma boa dose de senso comum e penalidades melhor definidas nesse campo devem permitir a ampliação do uso dos óculos inteligentes no transporte.

ROBOTIZAÇÃO EM TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO

Nos próximos anos, a distribuição física será mais rápida, frequente e intrincada, com tendência a operar em uma estrutura labiríntica. A densidade de pacotes (pedidos) por m³ deve aumentar de 5 a 10 vezes, na próxima década. Não será o custo de transporte ou de armazenagem que determinará a montagem das redes de distribuição, mas o eficiente manuseio das mercadorias. Adicionalmente, os desenvolvimentos em tecnologia modificarão a paisagem logística.

Há três desenvolvimentos em transporte e distribuição que modificarão substancialmente as redes de distribuição: a Rede de Transporte Transeuropeia (TEN-T), os pelotões de veículos guiados de forma autônoma e as inovações na automação de depósitos.



- **TEN-T:** a Comissão Europeia desenhou dez corredores internacionais de transporte, que devem estar totalmente concluídos e em operação até 2030. As ligações desses corredores incluem os modais aquaviário, ferroviário e rodoviário. Junto a eles, haverá sistemas de gestão de tráfego e transporte que permitirão reduzir o custo de transporte no continente europeu. Nesses corredores, seguros e robustos, as mercadorias poderão circular sem interrupções e confiavelmente entre os centros produtores e as áreas de consumo. Especialistas acreditam que essa será a configuração da rede do futuro.

- **Condução autônoma de veículos em peloões:** hoje é tecnicamente possível formar trens rodoviários usando tecnologia sem fios e conduzi-los a partir de um veículo-líder. Essas composições deverão ter suficiente volume e frequência, o que exigirá enormes centros de distribuição, a partir dos quais os prestadores de serviços logísticos poderão combinar fluxos de transporte (através das cadeias de suprimento até a entrega), com alta frequência e grande confiabilidade. No entanto, uma pesquisa da EFT, realizada em junho de 2016, revela que 14% dos entrevistados esperam essa solução operacional para 2020, 13% para 2025 e 35% para depois de 2025.

- **Robotização em armazéns:** entregas mais rápidas, frequentes e complexas exigirão automação do manuseio dos bens nos armazéns. Tecnologias como robôs de separação de mercadorias ou de caixas, RFID, colocação automática de etiquetas, sistemas de descarregar e rolar mercadorias no armazém e a separação por voz permitirão aumentar a produtividade dos centros de distribuição. Depósitos onde os funcionários processam de 900 a 1.200 pedidos por hora não serão mais exceções. Os investimentos nessas tecnologias devem levar em consideração as escalas de operação mencionadas. Até alguns anos atrás, se acreditava que os armazéns não deviam exceder os 50.000 m² de área, pois áreas maiores seriam menos eficientes. Hoje são comuns depósitos com áreas de 150.000 m² a 300.000 m² (Action, Nike, Zara e outros). Na pesquisa da EFT, 20% dos entrevistados disseram que operam sistemas de separação robotizados e 14% usam robôs nos centros de distribuição, enquanto 41% os utilizam na manufatura. E, finalmente, os chamados *chatbot*,

programas com os quais os seres humanos podem conversar, terão enorme aplicação na execução de tarefas das operações logísticas.

• **O futuro:** na Europa, os depósitos, armazéns ou centros de distribuição deverão estar localizados em pontos estratégicos da rede TEN-T. Devem combinar os fluxos de muitos transportadores e ter seus processos internos totalmente automatizados. Também deverão estar interconectados entre si e dispor de sistemas avançados de planejamento, gestão de transporte, armazéns e tráfego.

A pesquisa de Frost & Sullivan, apresentada sumariamente na Revista Forbes por Swarnat Singh, aponta um cenário tecnológico para 2030 caracterizado pelos avanços citados neste artigo, o que confirma a necessidade de uma forte evolução na produtividade e competitividade.

Algumas previsões desses trabalhos indicam a adoção de veículos autônomos ou semiautônomos, começando pelas empilhadeiras e chegando a navios autônomos, chamados de “navios fantasmas” (*Ghost Ships*); a utilização da informação para gerar economia de combustíveis; o desenvolvimento de operadores sem ativos, capazes de oferecer serviços logísticos mais baratos; a incorporação de plataformas para agenciamento eletrônico de serviços logísticos; o uso de drones, já em vigor; a substituição da entrega do “próximo dia” por entregas na “próxima hora”; a redução da movimentação nos armazéns de até 50% e do tamanho dos armazéns de até 30%, dentre outras.

Todas essas perspectivas levam à discussão de que, provavelmente, nove em cada dez dessas unidades se transformarão rapidamente em locais de armazenagem obsoletos. Esses avançados recursos estão sendo bastante utilizados no ambiente global. Esperamos que o Brasil também evolua na incorporação de tecnologias semelhantes e, assim, consiga se inserir competitivamente nas cadeias de suprimentos globais.

FÉLIX A. LARRAÑAGA é PhD, professor convidado da Fundação Dom Cabral, professor da Universidade Nove de Julho (UNINOVE) Campus Santo Amaro (SP) e do SENAC e pós-doutorando da FEA/USP.

PARA SE APROFUNDAR NO TEMA

EYE FOR TRANSPORT. *Supply chain hot trends: Q1 and Q2*, 2016. London: EFT, 2016. 19 p.

EYE FOR TRANSPORT. *Savi's wireless asset tracking technology passes global tests*. Disponível em: <goo.gl/S3dfsJ>. Acesso em: 25 jan. 2017.

FROST & SULLIVAN. *Future of logistics*. Disponível em: <goo.gl/zVpAMB>. Acesso em: 25 jan. 2017.

MAXIMIANO, Antonio Cesar Amaru. *Introdução à administração*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 404 p.

OKUBARO, Jorge J. O Brasil e a transformação do comércio mundial, *O Estado de São Paulo*, São Paulo, 27 out. 2014. Caderno de Economia, p. B2.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. *Administração de processos: conceitos, metodologia, práticas*. São Paulo: Atlas, 2006. 291 p.

SWARMAT, Singh. *Future of logistics: five technologies that will self-orchestrate the supply chain*. Disponível em: <goo.gl/JgvUVJ>. Acesso em: 24 jan. 2017.

UPTON, David. *Wearables offer huge potential to transportation industry*. Disponível em: <goo.gl/xUtNqo>. Acesso em: 25 jan. 2017.

VAN ANTEL, Walther P. *Robotization in transport and distribution: will nine out of ten DCs soon be obsolete?* Disponível em: <goo.gl/jQvhgB>. Acesso em: 24 jan. 2017.

WORLD TRADE ORGANIZATION. *Annual report 2014*. Geneva: WTO, 2014. 152 p.