

TECNOLOGIAS DE PREPARAÇÃO DE PEDIDOS EM ARMAZENS: UM MODELO CONCEPTUAL PARA ANÁLISE E SELEÇÃO

Jorge Arnaldo Troche Escobar (UMinho)

jorge.troche@gmail.com

Maria do Sameiro Faria Brandao Soares de Carvalho (UMinho)

sameiro@dps.uminho.pt



São inúmeros os desafios enfrentados pelas empresas na atualidade no que diz respeito à sua competitividade num mercado global e complexo, sendo necessário uma permanente revisão e avaliação dos processos de gestão. Melhorias na eficiência do processo de preparação de pedidos (picking) em armazéns é um objetivo extremamente importante, sendo o processo de custo elevado. O objectivo deste paper é apresentar um estudo que visa criar uma metodologia para suportar a escolha de soluções tecnológicas para a estratégia de picker-to-parts. Foi criado um modelo conceptual capaz de incorporar as várias dimensões do processo de decisão sobre avaliação e seleção das tecnologias de preparação de pedidos com base quer na revisão bibliográfica, quer a partir de contribuições de uma empresa fornecedora de tecnologias de picking. No processo de decisão destaca-se a elevada complexidade, pois envolvem vários níveis de decisão e várias dimensões que passam pelo layout do armazém, a metodologia de preparação de pedidos, o nível de rastreabilidade a atingir, o modelo de codificação dos produtos, entre outros fatores determinantes, tal como o custo da própria solução tecnológica.

Palavras-chaves: preparação de pedidos, armazéns, metodologias, tecnologias, modelo conceitual.

1. Introdução

Os espaços destinados à armazenagem de produtos foram durante muito tempo, considerados como locais de menor importância dentro das empresas (RUSHTON et al., 2006). Hoje, entretanto, é imprescindível uma maior atenção a estes espaços e aos processos que nele decorrem, e isto pelo fato de que o simples armazenamento de inventários, sem ter em conta os métodos que contribuem para a agilização dos processos, em nada contribui para a eficiência da recolha e preparação dos pedidos no armazém.

Os armazéns constituem os locais onde são guardados os produtos ou materiais dentro da cadeia logística: matéria prima, produto semielaborado, produto terminado desempenhando diversas funções na cadeia de abastecimento: consolidação, depósito, regulador de fluxos, reexpedição, etc. (ERRASTI e BILBAO, 2004). São vários os processos desenvolvidos num armazém (LAMBERT et al., 1998), como por exemplo, a recepção, os envios e transferências, a seleção e preparação de pedidos (ou *picking*), a classificação e o *cross-docking*. Entre estes exemplos, a preparação de pedidos tem sido identificada como a atividade de maior custo (FRAZELLE, 2002; TOMPKINS et al., 2003).

O processo de recolha e preparação dos pedidos no armazém para o posterior envio ao cliente consiste no agrupamento e programação das ordens de pedido dos clientes, alocação de stocks em localizações, colocação de pedidos para posterior transporte e a recolha e disposição dos itens desde um local de armazenamento até o ponto de expedição (DE KOSTER et al., 2007). Este processo exerce uma influência global nas operações do armazém (GU et al., 2007) e no nível de serviço, apresentando a atividade de maior custo na maioria dos armazéns (ACKERMAN, 1997; ĐUKIĆ et al., 2010; RUSHTON et al., 2006). O processo propriamente de recolha apresenta 15% de todo o tempo gasto (TOMPKINS et al., 2003). Isto demonstra, claramente, a necessidade de pesquisar alternativas de redução do tempo gasto em algumas etapas deste processo, como, por exemplo, o tempo de movimentação e procura dos itens.

As alternativas para melhorar a eficiência operacional da preparação de pedidos são centradas na redução de tempos de viagem, sendo classificadas em um dos quatro grupos de políticas de funcionamento: definição de rotas, armazenamento, desenho de layout e processamento em lotes (ĐUKIĆ et al., 2010). Outra componente para obter melhorias dentro das empresas com relação ao processo de preparação de pedidos é através da tecnologia. Esta serve de apoio

com a combinação de processos de transação, suporte de decisão e sistemas de comunicação (BOWERSOX et al., 2010).

No presente trabalho, apresentamos resultados de um estudo realizado no âmbito do Programa de Pós-graduação em engenharia industrial da Universidade do Minho, Portugal. O objetivo central desse estudo foi identificar as estratégias aplicadas para a melhoria da preparação de pedidos. Um estudo de caráter teórico e empírico que visou o levantamento de informação sobre as metodologias e tecnologias implementadas pelas empresas de grande porte constatando a falta de um modelo de apoio à decisão. Como resultado do trabalho realizado, foi elaborado um modelo conceitual para representação do processo de seleção de sistemas de picking identificando os diferentes níveis de decisão e as etapas mais críticas do processo de decisão.

2. Metodologia

O estudo foi realizado em 2012, utilizando uma abordagem qualitativa do tipo bibliográfico. Segundo Saunders et al. (2007), a pesquisa bibliográfica permite ao pesquisador um contato mais íntimo com o que já foi produzido sobre determinado tema que será investigado, incidindo, portanto, na recolha e análise de dados em bibliografias especializadas. Seu objetivo é o de conhecer e analisar as principais contribuições teóricas existentes sobre um determinado tema ou problema (KÖCHE, 2002).

No primeiro momento, foram escolhidos como critérios de busca da revisão bibliográfica os anos que compreendessem o período de 1990 até 2012. Os dados recolhidos na revisão bibliográfica foram analisados de maneira interpretativa e reflexiva (NEVES, 1996), servindo de base para criação de um modelo conceptual capaz de descrever o processo de análise e seleção das tecnologias de preparação de pedidos.

Na impossibilidade de realizar trabalhos de campo que permitissem uma validação do modelo proposto, foram efetuados contatos com uma empresa multinacional fornecedora de tecnologias a Zetes burótica, com uma longa experiência de implementação de tecnologias em várias empresas com a qual foi possível discutir a validade de alguns pressupostos do modelo proposto, assim como, analisar alguns casos práticos de implementação de tecnologias de suporte ao processo de preparação de pedidos. Este processo foi fundamental para complementar a elaboração do modelo proposto.

3. Definição do problema

3.1. Estratégias de preparação de pedidos

Existe uma ampla gama de tecnologia de suporte em termos de sistemas de informação e equipamentos que podem ser utilizados para obter elevados níveis de produtividade e precisão. Contudo, na operação de preparação de pedidos de quantidades unitárias, a tendência é que seja uma operação manual com assistência de tecnologia. São utilizadas duas estratégias: adequar o operário ao produto (*picker-to-parts*) ou adaptar o produto ao operário (*parts-to-picker*). Ainda estas duas estratégias podem ser combinadas (*put system*).

De Koster et al. (2007) sugere que as pesquisas na área de preparação de pedidos têm aumentado nos últimos anos e da existência de literatura sobre os variados métodos para que a preparação de pedidos sejam tão eficientes quanto possíveis. No entanto, outros autores como Gu et al. (2010) consideram que pesquisas referentes à seleção de uma estratégia de preparação de pedidos são escassas, o qual poderia ser devido à complexidade do problema em si mesmo.

Não existe uma classificação única relativamente aos métodos de preparação de pedidos. Alguns autores classificam-os entre: principalmente manual e principalmente automáticos (EMMETT, 2005; RICHARDS, 2011). Entretanto, outros autores (ĐUKIĆ et al., 2010) classificam os métodos entre os baseados em listas de pedidos e os diferentes níveis de automatização (*voice picking*, leitores de radio frequência, etc.).

Este estudo foi centrado nas tecnologias de preparação de pedidos focados na estratégia de *picker-to-parts*, na qual o operário caminha ou dirige um equipamento de recolha ao longo dos corredores para a seleção dos itens, uma vez que é a estratégia utilizada na maior parte dos armazéns (segundo DE KOSTER et al., 2007 representa o 80% dos armazéns observados na Europa Ocidental).

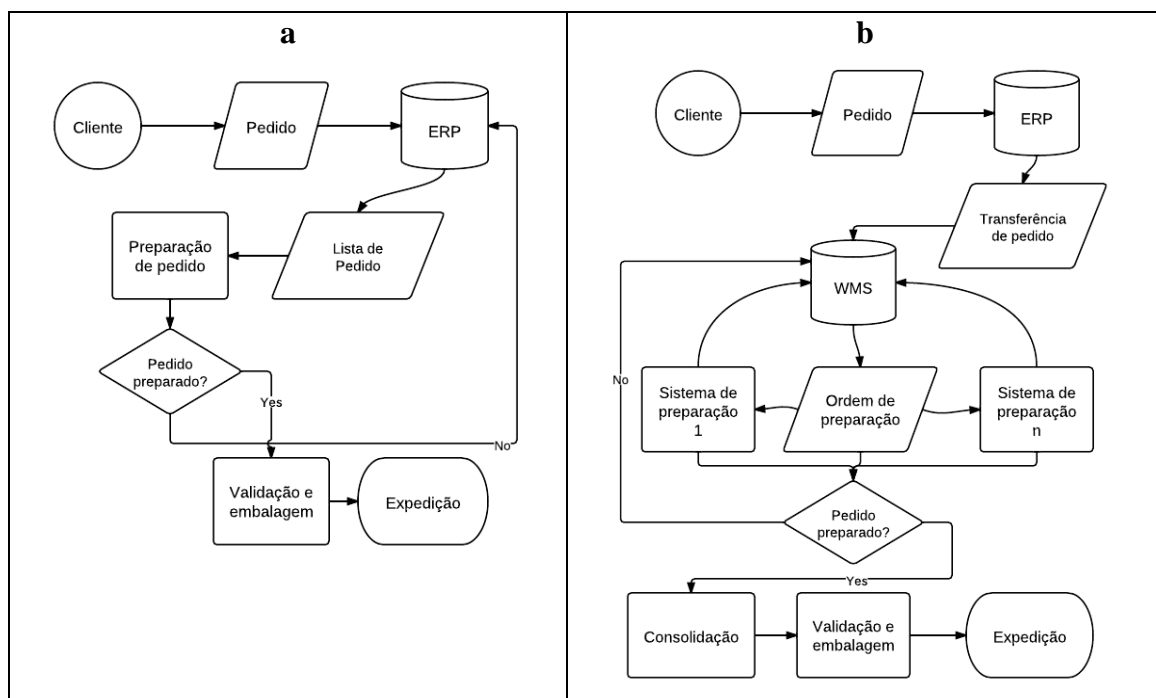
3.2. Tecnologias de preparação de pedidos

Um cenário comum, que podemos designar de tradicional dentro da preparação de pedidos, é a utilização de lista de pedidos. A lista é impressa numa folha de papel que tem uma série de informações, como a localização dos itens dentro do armazém e as quantidades a preparar. O operário leva a lista de pedidos desde o centro de informação do armazém e começa a procura e recolha dos itens listados. Este processo é apresentado na Figura 1a: o pedido do cliente é

focalizado no sistema integrado de gestão (ERP) e a informação é fornecida ao operário. São indicadas as quantidades de cada item que serão retiradas da localização predeterminada. Os itens são movimentados desde as prateleiras com a ajuda de alguns equipamentos de movimentação de materiais.

Nos armazéns tradicionais que envolvem um elevado número de transações, existe associado um elevado risco, pois o sistema recebe o *feed back* ao final de cada operação e durante o processo podem ser cometidos erros por causa dos critérios dos operários. Também geram erros no inventário, danificações e perdas de produtos. Outros problemas comuns implicam demoras nas preparações, principalmente devido aos erros na preparação e *mix* de lotes dos itens. A necessidade de deslocação do operário desde uma central de informação para recolha das listas de pedidos e posterior procura dos itens nas prateleiras também gera perdas de tempo consideráveis segundo a dimensão dos armazéns.

Figura 1. a) Sistema de preparação de pedidos em armazém convencional e, b) Sistema de preparação de pedidos num armazém com assistência de tecnologia



Fonte: Escobar (2012)

Além dos sistemas tradicionais, podemos identificar um novo cenário com a utilização de tecnologias de informação para preparação de pedidos (ĐUKIĆ et al., 2010; BRAGG, 2004). As principais tecnologias que podemos citar são: leitores por radio frequência (*RF scanning*),

direção por voz (*voice picking*), direção por luz (*pick-to-light* e *put-to-light*), e o sistema de direcionamento por óculos (*picking by vision*). Os dois primeiros são ligados ao sistema por rádio frequência ou sinal wireless. A terceira tecnologia utiliza um sistema de sinalização por luz em pontos específicos com um ponto de interface onde o operário registra a recolha (ĐUKIĆ et al., 2010) e o *picking by vision*, constitui um dos sistemas mais recentes, na qual o operário recebe indicações por meio de óculos especiais.

No processo preparação de pedidos com utilização de tecnologias (Figura 1b) o sistema ERP é encarregado do lançamento dos pedidos para o sistema de gestão de armazém (WMS), seguindo os critérios de eficiência estabelecidos. O WMS distribui as tarefas para cada componente do sistema de preparação para completar cada item do pedido.

Os sistemas de preparação de pedidos possuem uma grande variedade, e são escolhidos segundo as características e necessidades específicas de cada caso. Tal como é apresentado na Figura 1b podem funcionar mais de um sistema de preparação de pedidos no sistema (ex. *voice picking* e leitores de radio frequência), a solução pode ser variada ou inclusivamente, uma combinação de vários métodos de preparação e/ou tecnologias que levem a cabo a preparação dos pedidos para serem posteriormente consolidados antes da validação e embalagem para a posterior expedição.

3.3. Projeto de desenho de um sistema de preparação de pedidos

As decisões relativas ao desenho de um sistema de preparação de pedidos envolvem diferentes níveis de decisão e vários tomadores de decisão, portanto, tem uma natureza muito complexa (ROUWENHORST et al., 2000; GU et al., 2010; etc.). Na revisão efetuada poucas foram as contribuições encontradas relativamente aos processos de tomada de decisão e à definição de metodologias de suporte à decisão.

Baker e Canessa (2009) resumem uma série de premissas comuns no projeto de armazém:

- a) É conhecido que o projeto de um armazém é altamente complexo;
- b) Os autores abordam esta complexidade por meio de modelos que descrevem aspetos passo a passo;
- c) Estas etapas são interligadas e um grau de repetição é necessário, e;
- d) Pode não ser possível identificar a solução ótima, tendo em conta a grande quantidade de possibilidades em cada etapa.

O processo de decisão do projeto, envolvendo as diferentes etapas, também envolve diferentes níveis hierárquicos (ROUWENHORST et al., 2000). As decisões nos diferentes níveis são tomadas em sequência, sendo ao mesmo tempo interligadas umas com outras. A adoção de uma nova tecnologia de preparação de pedidos envolve uma série de questões chave:

- a) Estratégicas, relacionadas com as características e projeções do negócio;
- b) Táticas, relacionadas com as características de operação do armazém e, por último;
- c) Operacionais, que envolvem os aspetos técnicos dos equipamentos a serem considerados para a seleção final.

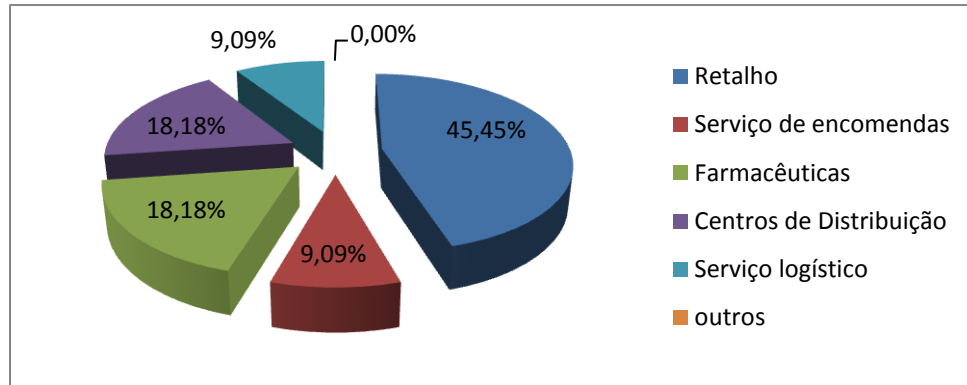
3.4. Análise de estudos de casos

Tal como foi referido anteriormente, para obter uma maior compreensão da importância das tecnologias de preparação de pedidos e o seu processo de análise e implementação na gestão dos processos de *picking*, foi contactada uma empresa fornecedora deste tipo de tecnologias (Zetes Burótica) com mais de 22 anos de experiência no mercado internacional.

O estudo de carácter qualitativo envolveu a análise de treze casos, abarcando empresas de diferentes ramos. As observações foram caracterizadas em cinco grupos:

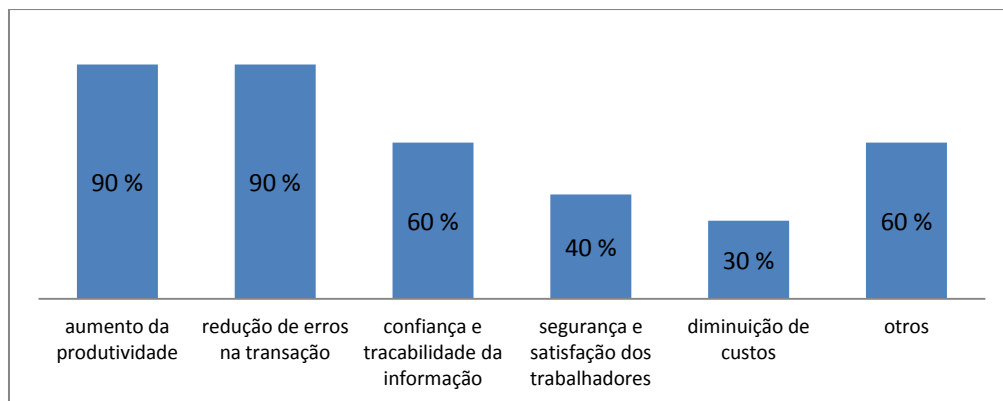
- a) Empresas: são de grande porte, utilizam centros de distribuição para uma cobertura nacional ou internacional. As áreas de atuação são apresentadas na Figura 2.;
- b) Maturidade tecnológica: são empresas que possuem sistemas de gestão de armazéns, implementam as ferramentas tecnológicas de preparação de pedidos como uma próxima etapa de investimento, na procura de obter maior eficiência neste processo;
- c) Características do produto: grande quantidade de itens e pedidos a preparar, a partir de volumes maiores;
- d) Soluções tecnológicas adotadas: dispositivos portáteis (*voice picking*, *RF scanning*) são adotados em múltiplas situações. Os sistemas fixos (*pick-by-light* e *put-by-light*) são aplicados para a classificação de pedidos desde contentores de maior dimensão, e;
- e) Resultados obtidos (Figura 3): Os resultados reportados como mais importantes são a diminuição de erros e aumento da produtividade.

Figura 2 - Principais áreas de aplicação das tecnologias de preparação de pedidos



Fonte: Escobar (2012)

Figura 3 - Resultados reportados com a implementação de tecnologias de preparação de pedidos nos casos analisados



Fonte: Escobar (2012)

4. Modelo conceitual para análise e seleção de tecnologias de preparação de pedidos

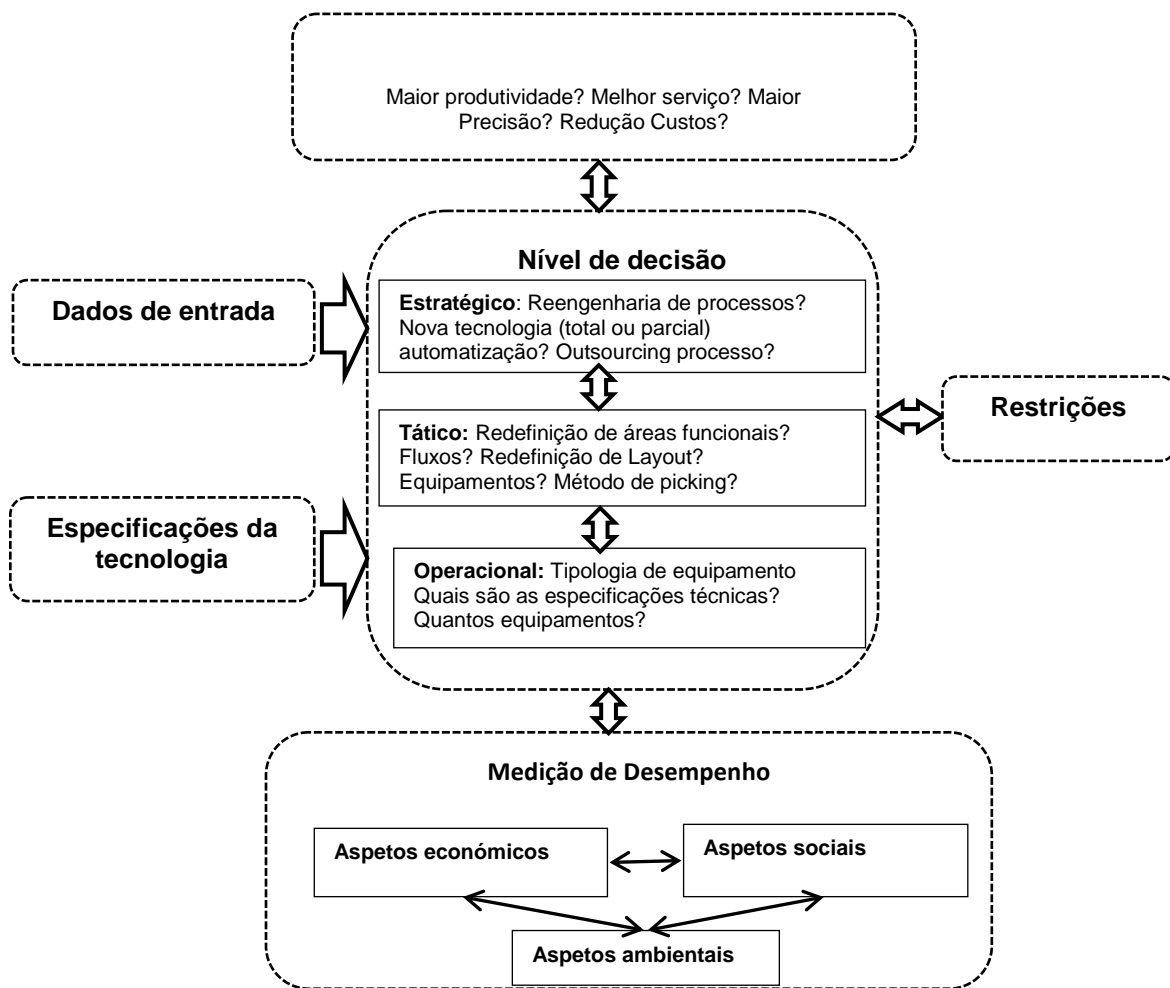
O mapa conceitual é uma estrutura esquemática para representar um conjunto de conceitos imersos numa rede de proposições, sendo então, segundo Tavares (2007) considerado como um estruturador do conhecimento, na medida em que permite organizar o conhecimento sobre determinado assunto numa estrutura cognitiva que permite visualizar e analisar a profundidade e extensão. Neste contexto, será necessário avaliar as interações que acontecem num armazém em relação à preparação de pedidos, quer num armazém convencional, sem nenhuma adaptação tecnológica, quer num armazém moderno que dispõe de um sistema de gestão de armazéns (WMS).

Esta análise permitiu a definição de um modelo conceitual para a tomada de decisões tecnológicas que permitam melhorar a produtividade e fiabilidade do sistema de preparação de pedidos (Figura 4). Uma vez que não foi identificada bibliografia sobre o processo de tomada de decisão sobre a adoção de tecnologias de preparação de pedidos, a construção do modelo foi feita a partir das caracterizações apresentadas na revisão da bibliografia e as considerações de uma empresa fornecedora de tecnologia presente no mercado.

Uma primeira questão fundamental neste processo passa por entender quais as razões de natureza estratégica/tática que impelem a empresa a procurar uma nova abordagem para o seu processo de preparação de pedidos (revisão do processo de distribuição, aumento da procura, baixo nível de serviço, baixa eficiência, etc.) e quais os objetivos a atingir (reduzir custos de operação; melhorar serviço, aumentar precisão, melhorar a produtividade, etc.).

Paralelamente, a identificação dos constrangimentos existentes, quer sejam de natureza financeira, quer sejam em termos de recursos (espaço, humanos, etc.) é também um fator decisivo para a análise do problema em questão.

Figura 4 - Modelo conceitual para análise de implementação de tecnologias de preparação de pedidos



Fonte: Adaptado de Escobar 2012

Nesta primeira etapa também são avaliadas as políticas de preparação de pedidos, o *layout* do armazém e os métodos de preparação atuais. Com o estudo de opções de melhoria destes aspetos podem ser obtidas importantes vantagens melhorando as técnicas utilizadas. Um importante *input* nesta etapa constitui o levantamento das práticas do setor como as experiências de empresas do ramo.

Os dados de entrada do sistema são variados, como exemplos: a situação atual (nível de serviço, custos), características da procura (estrutura e frequência dos pedidos, tendência, sazonalidade), características dos produtos armazenados (peso, volume, empilhabilidade, formatos unidades carga (*unit load*) etc.), modelo de codificação de produtos, níveis de inventário, rotação, stock segurança, *lead time*, dimensão e *layout* do armazém, maturidade tecnológica SI/TI (WMS).

De acordo com a informação obtida da empresa contatada foi possível validar o modelo conceptual, introduzindo nele a visão e perspectiva de profissionais que têm longos anos de experiência. Em particular foram incorporadas as seguintes contribuições:

- a) Necessidade de retorno de decisão, nos vários níveis; embora já tivesse sido identificada a natureza iterativa do processo, essa ideia foi reforçada, traduzindo a necessidade de ajustar processos e tecnologias;
- b) O fator “experiências de outras empresas no ramo” como sendo o input muito relevante na fase inicial do processo já que “as boas práticas do sector” tem um peso muito grande na decisão, e;
- c) A rastreabilidade na escolha das tecnologias: A rastreabilidade é um fator crítico para muitas empresas e vai condicionar a escolha da tecnologia (eventualmente obrigar a associar duas tecnologias para garantir a rastreabilidade ao lote e/ou, por exemplo, à data de validade). A complexidade advém da necessidade de conjugar e integrar o sistema de preparação de pedidos com o sistema de codificação dos produtos (referência/lote/data de validade, etc.).

Uma das fases críticas deste processo de decisão está relacionada com a avaliação de desempenho associada às várias soluções em análise, sendo que cada vez com maior frequência esta avaliação incorpora várias dimensões: económicas, sociais e ambientais.

Finalmente, os vários fatores de decisão (custo/velocidade/precisão/etc.) estão sempre presentes, e existe certa dificuldade na precisão no cálculo dos resultados sobre os benefícios que uma tecnologia pode trazer para a empresa. Esta dificuldade, muitas vezes, constitui uma barreira para a mudança de paradigmas por parte das empresas na adoção das tecnologias, levando-as muitas vezes a optarem por soluções mais tradicionais e menos inovadoras.

5. Conclusões

No estudo realizado, de natureza teórica e com algumas contribuições de carácter empírico, foi salientada a importância dos armazéns para a logística, sendo a gestão de fluxo de materiais a atividade que envolve a maior parte dos recursos nesses espaços, seja humana ou tecnológica.

Obter melhorias no processo de preparação de pedidos é um problema complexo, pois envolve uma série de aspetos a serem considerados para a tomada de decisões, envolvendo os

principais níveis hierárquicos. É de importância esgotar as opções de melhoria nas estratégias de preparação antes de recorrer a investimentos em equipamentos ou infraestrutura.

O processo de avaliação e seleção de tecnologias de preparação de pedidos segue as principais etapas do design de um sistema de preparação de pedidos. As decisões neste sentido não são independentes, mas, sim, integradas com as estratégias de organização e metodologias do processo de preparação de pedidos. Portanto, o investimento numa tecnologia envolve um *redesign* do sistema de preparação de pedidos para obter os maiores benefícios da implementação. Neste sentido foi identificada a pouca bibliografia existente sobre o processo de tomada de decisão para a seleção de tecnologias para preparação de pedidos.

Este estudo permitiu sistematizar as especificidades das diferentes tecnologias de suporte à atividade de preparação de pedidos, assim como, estabelecer um enquadramento para o processo de tomada de decisão das mesmas. A abrangência do estudo é limitada pelo que uma análise mais aprofundada do mesmo (envolvendo uma amostra de casos mais alargada e com mais detalhe de dados) será fundamental para um melhor conhecimento desta problemática.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é financiado por Fundos FEDER através do Programa Operacional Fatores de Competitividade – COMPETE e por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito do projeto FCOMP-01-0124-FEDER-016099.

REFERÊNCIAS

ACKERMAN, K. B., *Practical Handbook of Warehouse*, 4ta Edição. Massachusetts: Kluwer Academic, 1997.

BAKER, P., e CANESSA, M., *Warehouse design: a structured approach*, European Journal of Operational Research. 193, 425-436, 2009.

BRAGG, S., *Inventory Best Practices*, 1ra Edição, Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2004.

BOWERSOX, D., CLOSS, D., B., e COOPER, M., *Supply Chain Logistics Management*, 3ra Edição, New York: Mc Graw-Hill, 2010.

KÖCHE, J. C., *Fundamentos de Metodologia Científica: Teoria da ciência e iniciação à pesquisa*, 20ma Edição, Petrópolis: Vozes, 2002.

DE KOSTER, R., LE-DUC, T., e ROODBERGEM, K. J., *Design and Control of Warehouse order picking: a literature review*, European Journal of Operational Research, 182(2), 481-501, 2007.

ĐUKIĆ, G., ČESNIK, V., e OPETUK, T., *Order-picking Methods and Technologies for Greener Warehousing*, Strojarstvo: Journal for Theory and Application in Mechanical Engineering, 52, 1, 23-31, 2010.

EMMETT, S., *Excellence in Warehouse Management, How to minimize costs and maximize value*, 1ra Edição, Chichester: John Wiley & Sons, 2005.

ERRASTI, A., e BILBAO, A., *Marco de Análisis de Alternativas de Sistemas de Preparación de Pedidos, Aspectos a Valorar en la Reingeniería de Procesos de Almacén*, Primer Congreso de Logística y Gestión de la Cadena de Suministro, Zaragoza, Espanha, 2007.

FRAZELLE, E., *Supply chain strategy: The logistics of supply chain management*, New York: Mc Graw-Hill, 2002.

ESCOBAR, J. A. T. *Metodologias e tecnologias utilizadas no processamento de encomendas em armazéns: uma contribuição teórica e empírica para a sua análise e seleção*. Braga: Universidade do Minho, Escola de Produção e Sistemas, Dissertação – Mestrado em Engenharia Industrial com especialização em Logística e Distribuição, 2012, 93p.

GU, J., GOETSCHALCKX, M., e MCGINNIS, L. F., *Research on warehouse operation: A comprehensive review*. European Journal of Operational Research, 177, 1-21, 2007.

GU, J., GOETSCHALCKX, M., e MCGINNIS, L. F. *Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review*. European Journal of Operational Research, 203, 539-549, 2010.

LAMBERT, D. M., STOCK, J. R., e ELLRAM, L. M., *Fundamentals of Logistics Management*, Boston: Irwin-McGraw-Hill, 1998.

NEVES, J. L., *Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades*, Caderno de Pesquisas em Administração, 1 (3) 1-5, 1996.

RICHARDS, G., *Warehouse Management: A complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse*, 1ra Edição, Londres: Kogan Page, 2011.

ROUWENHORST, B., REUTER, B., STOCKRAHM, V., HOUTUM, G. J., MANTEL, R. J., e ZIJIM, W. H. M., *Warehouse design and control: Framenwork and literature review*, European Journal of Operational Research, 122, 515-533, 2000.

RUSHTON, A., CROUCHER, P., e BAKER, P., *The Handbook of Logistics and Distribution Management*, 3ra Edição, Londres: Kogan Page, 2006.

SAUNDERS, M., LEWIS, P., e THORNHILL, A., *Research Methods for Business Students*, 4ta Edição, Edinburg Gate: Financial Times-Prentice Hall, 2007.

TAVARES, R., *Construindo mapas mentais*, *Ciencias & Cognição*, 12, 72-86, 2007.

TOMPKINS, J. A., BOZER, Y. A., FRAZELLE, E. H., e TANCHOCO, J. M. A., *Facilities Planning*, 3ra Edição, Hoboken: John Wiley & Sons, 2003.