

Avaliação da implantação do Sistema de Gestão de Armazém em uma empresa multinacional do ramo de acionamentos

Assessment of the implementation of a Warehouse Management System in a multinational company of industrial gears and drives

Rafael de Assis¹
Juliana Keiko Sagawa¹

Resumo: A eficiência nas operações logísticas torna as empresas mais competitivas. Nesse aspecto, o uso de ferramentas para o gerenciamento e controle dessas operações é essencial para uma logística ágil e eficiente. O Sistema de Gestão de Armazém (*Warehouse Management System*, WMS) é uma das alternativas disponíveis no mercado capaz de automatizar as operações logísticas, buscando maior eficiência. A partir desse contexto, este estudo tem como objetivo central observar o processo de implantação de um Sistema de Gestão de Armazém em uma empresa de componentes mecânicos e analisar os impactos nas operações logísticas em termos de eficiência e qualidade de trabalho. Os resultados deste estudo estão focados na satisfação dos envolvidos, avaliada por meio de entrevistas, e nos resultados operacionais, fazendo-se um comparativo dos indicadores de desempenho logísticos em dois momentos distintos: o período anterior e o posterior à implantação do WMS. A partir da análise dos indicadores, foi possível observar um ganho de agilidade nas operações logísticas que, conseqüentemente, reflete-se em ganhos financeiros. Além disso, os relatos dos colaboradores envolvidos na mudança revelaram diminuição de atritos e aumento expressivo da confiabilidade e da credibilidade depositada nas informações por parte de clientes internos e externos.

Palavras-chave: Sistema de Gestão de Armazém; WMS; Logística; Gestão da cadeia de suprimentos.

Abstract: *The companies may gain competitive advantage when they have an efficient logistics. In this aspect, the use of tools for the management and control of material handling and storage are essential for a fast and efficient logistics. The Warehouse Management System (WMS) is one available alternative for the automation of the logistic operations. In this context, this study has the central objective of analyzing the results of the implementation of a WMS system in a manufacturer of mechanical parts, in terms of operational efficiency and quality. The results of this study are focused on the satisfaction of the workers involved with the logistic operations, evaluated by means of interviews, and on the operational results, evaluated by means of a comparative analysis of the logistic performance indicators at two different times, the time before and the time after the implementation of the WMS. The analysis of the performance indicators demonstrated that the logistic operations have become more agile, what has reflected on financial gains. In addition, the workers involved with the change have reported a decrease in the functional conflicts and an increase in the reliability and credibility of information available to internal and external customers.*

Keywords: *Warehouse Management System; WMS; Logistic; Supply chain management.*

1 Introdução

A Logística é uma atividade muito importante nas instituições e que ocorre há séculos – as antigas civilizações já tinham a necessidade de transporte e armazenagem das mercadorias produzidas e comercializadas (Soriano, 2013). Ao longo do tempo, o processo logístico vem se desenvolvendo com novas tecnologias e novos métodos e atualmente é uma parte do processo com extrema responsabilidade dentro de toda cadeia produtiva.

O ambiente industrial sofre recorrente pressão por melhorias ante os seus consumidores. Isso significa que, cada vez mais, as empresas buscam aperfeiçoar seus serviços para satisfazer seus clientes, e com isso acabam sofrendo pressão, entrando em concorrência mais acirrada com outras empresas de mesmo setor e que possam oferecer melhores serviços, em menor intervalo de tempo. Guarnieri et al. (2006, p. 127) afirmam que “[...] o desenvolvimento da logística

¹ Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, Rodovia Washington Luís, Km 235, CEP 13565-905, São Carlos, SP, Brasil, e-mail: jonmaraf@hotmail.com; juliana@dep.ufscar.br

Recebido em Fev. 13, 2017 - Aceito em Jul. 6, 2017

Suporte financeiro: Nenhum.

empresarial tem sido exponencial nos últimos anos, por ser fator essencial para a competitividade das empresas”.

Um sistema de gestão de armazém, *Warehouse Management System* (WMS), tem a função básica de aprimorar a gestão da logística. Banzato (2005) diz que o WMS propicia aprimoramento e integração entre atividades operacionais e administrativas, incluindo todos os setores e atividades ligados à movimentação de materiais, dentro da indústria e comércio. Poon et al. (2009) e Jin et al. (2013) complementam que, com o desenvolvimento da logística moderna, o WMS torna-se importante na cadeia de suprimentos, na qual o nível de informação se torna cada vez maior. Poon et al. (2009) enfatiza que os sistemas de gerenciamento de armazéns foram desenvolvidos para lidar com recursos do armazém e controle das operações.

A empresa estudada é uma montadora multinacional alemã de produtos eletromecânicos localizada no interior paulista. Em 2013, a principal montadora do grupo existente no Brasil foi desativada e, em função dessa mudança, a montadora estudada teve um aumento de mais de 150% na produção para atender a demanda da montadora que foi fechada. Com esse aumento veio a dificuldade de gerir os processos fabris, acarretada pelo aumento de mão de obra, aumento de turnos, pressão por produtividade, entre outros. Em termos de área construída e instalações, não houve aumento. Muitos desafios relacionados a processo e volume de produção foram superados com a abertura de um segundo turno e o treinamento de mão de obra; porém o maior desafio foi gerenciar o estoque e todas as movimentações que, com a mudança, começaram a se tornar um problema em potencial.

Dentre as problemáticas encontradas com o novo cenário inclui-se o alto índice de divergências nos estoques, dificuldade de gerir espaços vazios, limitação do sistema de localização de itens, perda de pedidos devido ao aumento da *lead time* das operações logísticas, pouca rastreabilidade, atritos interdepartamentais, armazenamento incorreto. Esses problemas potencializaram-se em função de a empresa manufaturar produtos por encomenda e personalizados, que já tendem a possuir *lead times* mais longos.

Diante desse cenário e prevendo já esse tipo de problemática, a empresa veio a buscar uma solução automatizada para obter maior produtividade e, principalmente, confiabilidade nas operações ligadas à logística. Um *software* capaz de apoiar a gestão e automatizar os processos logísticos engloba inúmeros fatores que buscam atender essa demanda, entretanto sua implantação envolve conceitos e mudanças processuais e estruturais.

Nesse contexto, o objetivo central da pesquisa consiste em observar o processo de implantação de um Sistema de Gestão de Armazém e analisar os resultados obtidos com base na visão de diferentes

departamentos da empresa, avaliando os resultados obtidos nas operações logísticas em termos de eficiência e qualidade de trabalho.

Este estudo também vem trazer diretrizes para outras empresas que enfrentam problemas na logística, exemplificando as funcionalidades desse sistema e contribuindo para a literatura existente com uma visão dos efeitos dessa implantação em uma empresa multinacional.

2 Referencial teórico

Um Sistema de Gestão de Armazém (WMS) busca otimizar, controlar e registrar o fluxo de materiais e informações, reduzindo rotinas e maximizando o uso do espaço disponível e o desempenho das tarefas atreladas à logística. O sistema auxilia a gerenciar todas as tarefas envolvidas com a logística (Banzato, 2005; Moura, 2010), por meio de componentes de *hardware* e *software* voltados à coordenação do fluxo de materiais e informações. Essa coordenação, por sua vez, afeta diretamente a mão de obra, pois gera modificações de procedimentos de trabalho e rotina. Praticamente todo sistema WMS tem computadores, leitores de código de barras, impressoras zebra, alguns equipamentos periféricos e em alguns casos equipamentos de radiofrequência (Moura, 2010). Segundo Banzato (2005), existem dois principais objetivos nos processos de armazenagem, sendo eles: a maximização da utilização de recursos como espaço, equipamentos e mão de obra e a satisfação das necessidades dos clientes.

Moura (2010) e Costa & Gobbo (2008) citam também que o WMS atende esses objetivos reduzindo os índices de erro, melhorando o recebimento de materiais, otimizando o espaço de estocagem, melhorando o serviço ao cliente, melhorando a produtividade da mão de obra, melhorando a utilização dos equipamentos e assegurando maior precisão no apontamento do estoque. Segundo Jin et al. (2013), o WMS reduz custos de gerenciamento, melhora a taxa de utilização da equipe e do equipamento, além de encurtar o fluxo de trabalho. Klabusayová (2013) expõe como vantagens do sistema a administração e definição da ordem das operações, determinação do local de armazenagem, confiabilidade nos fluxos de recebimento e expedição e monitoramento das operações. Segundo Zhou & Fei (2016), o armazém automatizado é uma parte importante do desenvolvimento do sistema logístico moderno porque gera economia de espaço e de intensidade de trabalho. O WMS tem capacidade de alocar e planejar as atividades corriqueiras automaticamente para os operadores (Banzato, 2005) e o faz com uma precisão muito maior que o homem, em função dos equipamentos e tecnologia aplicados no sistema (Moura, 2010). Moura (2010) também ressalta que a identificação e rastreabilidade são a base para operações eficientes e precisas.

Costa & Gobbo (2008) complementam que nos sistemas ERP existem módulos logísticos, porém em muitos casos é necessário ter um sistema sofisticado,

dedicado e especialista. Para suprir essas carências, o WMS foi desenvolvido. Klabusayová (2013) destaca que o WMS é um sistema integrado a outros sistemas, principalmente o ERP.

A utilização de um WMS também traz benefícios aos gestores, pois ele registra o tempo que o funcionário gasta para determinada tarefa, faz um índice do que foi separado e auxilia a determinar o volume de mão de obra que deve ser usado (Banzato, 2005; Moura, 2010). Apesar de ser um sistema com bastante tecnologia para gerenciamento do armazém, ele é ainda assim configurável e dirigido pelos colaboradores. Por esse motivo, o sistema requer pessoas qualificadas para operá-lo. Harb et al. (2016) citam a importância da capacitação e educação dos colaboradores para o sucesso na implantação e utilização do WMS.

Pelo fato de o WMS ser configurável, ele adapta-se a diferentes segmentos empresariais. Neste trabalho, elaborou-se um quadro comparativo das funcionalidades do Sistema de Gestão de Armazém com base na revisão dos trabalhos de Banzato (2005), Moura (2010), Costa & Gobbo (2008) e Klabusayová (2013). Para tal comparação, foram propostas categorias de classificação das diferentes funcionalidades ou características do sistema, conforme apresentado no Quadro 1.

Segundo os autores pesquisados, o WMS deve possuir ferramentas e funções para apoiar as principais etapas e processos da logística de entrada, de produção e de saída, a saber: pré-recebimento de materiais, gestão de portaria, recebimento, controle de qualidade de entrada, armazenagem, transferência, separação de pedidos, contagem cíclica e expedição. Tais processos macro foram adotados como categorias para classificação das funcionalidades e características do sistema. Outras categorias consideradas relevantes, como apoio à gestão e possibilidade de integração e customização também foram propostas. Apesar de não serem macroprocessos logísticos, elas agrupam funcionalidades importantes do WMS.

Para dar maior agilidade e confiabilidade aos processos logísticos, o WMS conta com o apoio de algumas tecnologias, conforme já mencionado. A leitura de código de barras veio como importante aliada, pois atribui uma referência a determinado item, define sua identidade e informações relevantes. Porém essa tecnologia só ganha agilidade se atrelada a um sistema de radiofrequência (Moura, 2010), que permite atualizações em tempo real. Ainda completando, Moura (2010) e Soriano (2013) explanam que, para um sistema de radiofrequência eficiente é necessário dispor de antenas para envio de ondas de rádio para todos os equipamentos interligados na rede, e quando o uso de coletores e código de barras também é necessário deve-se ter impressoras para emissão de etiquetas, computadores fixos e um servidor.

Outra tecnologia possível de integração com WMS é o RFID, Identificação por Radiofrequência. Conforme Banzato (2005) e Klabusayová (2013), o RFID foi criado para superar as imperfeições que o código de barra possui. Dentre elas, podem-se citar

restrições de informações, erros de leituras, leituras duplicadas, avarias nas etiquetas, entre outras. Poon et al. (2009) também menciona que o RFID é mais eficaz do que a tecnologia leitura por código de barras. Banzato (2005) e Moura (2010) destacam que a leitura do RFID é mais simples e rápida, pois não são necessários leitores remotos, não é necessário virar a embalagem à procura do código de barras e é possível fazer várias leituras ao mesmo tempo.

3 Procedimentos metodológicos

3.1 Caracterização da empresa

O presente trabalho apresenta um estudo de caso feito em uma montadora de empresa multinacional alemã fundada em 1931, com ampla linha de produtos para acionamentos complexos. A empresa é bastante verticalizada, produzindo aproximadamente 85% de todos os itens que compõem seus produtos eletromecânicos. No Brasil, a planta estudada trabalha em sistema ATO (Assemble to Order) e tem como seu único fornecedor uma planta responsável por atender toda a América Latina.

3.2 Variáveis e etapas da pesquisa

Segundo Miguel (2010), a estrutura geral de realização da pesquisa do tipo estudo de caso consiste na definição de objetivo e variáveis da pesquisa, construção do referencial teórico, visita técnica, coleta de dados, transcrição e compilação, análise de dados e redação.

As variáveis levadas em consideração para este estudo estão ligadas ao nível de burocracia, desempenho, credibilidade, acurácia e qualidade dos processos logísticos, bem como à satisfação dos envolvidos com o processo, e aos relacionamentos interdepartamentais e com clientes finais. As definições de tais variáveis são mostradas no Quadro 2.

Como o objetivo deste estudo é observar a implantação do Sistema de Gestão de Armazém e analisar os resultados obtidos sob diversas perspectivas dentro da empresa, a coleta de dados foi feita por meio de observação direta, análise de documentos e indicadores e realização de entrevistas com colaboradores de diversos setores da empresa. Foram considerados vários níveis hierárquicos, incluindo operadores, analistas e gestores. Com base nesse conjunto de dados, buscou-se obter um quadro comparativo das situações existentes antes e depois da implantação do sistema. A Figura 1 expressa os passos para coleta e análise dos dados.

Como a proposta deste estudo é avaliar o impacto da implantação do sistema WMS, as questões pertinentes às entrevistas foram divididas em duas fases, antes e após implantação do WMS, e o objetivo foi formular questões que extraíssem dos entrevistados sua percepção sobre os reflexos da

Quadro 1. Funcionalidades do WMS.

	Funcionalidades	Banzato (2005)	Moura (2010)	Costa & Gobbo (2008)	Klabusayová (2013)
Possibilidade de integração e customizações	Possibilita integração com sistema de radiofrequência	X	X		X
	Possibilita integração com sistema de código de barras	X			X
	Possibilita integração com sistema RFID	X			X
	Possibilita integração com sistemas de armazenamento automatizado	X			
	Possibilita interface com clientes e fornecedores			X	
	Possibilita customizações	X			
	Possibilita parametrizações	X			X
	Possui cadastro próprio	X			X
Recebimento e inspeção	Aceita regras/estratégias diferentes para itens	X			X
	Gerencia pátio	X	X		
	Gerencia a programação e entrada de pedidos	X			
	Controla portaria	X			
	Realiza o processo de conferência “cega” no recebimento	X			
	Controla o lote	X		X	
	Verifica cada item no pedido	X	X	X	
	Designa automaticamente locais de estocagem		X		X
	Gera etiquetas		X		
	Sistematiza classificação dos itens			X	
Processos de armazenagem	Inspecciona e controla qualidade	X		X	
	Controla o FIFO	X			X
	Atualiza em tempo real	X			
	Atribui endereço automaticamente	X			X
	Reconhece as limitações físicas dos endereços	X			
	Verifica estocagem nos endereços corretos	X			
	Planeja a alocação de recursos	X			
	Define características de uso de cada local de armazenagem			X	
	Confirma e guarda com acurácia		X		
Separação de pedidos	Confirma transferência e reabastecimento	X			
	Designa e direciona as atividades de separação		X		X
	Controla as rotas	X		X	X
Contagem cíclica	Gera lista de separação		X	X	
	Gerencia o processo de inventário rotativo	X	X	X	
	Identifica e registra recebimentos do inventário por meio de estocagem		X		
Expedição	Rastreia todo inventário por local		X		
	Gera sequência de expedição		X	X	
	Calcula os pedidos para embalagem		X		
	Gera documentos de expedição	X	X		
	Atualiza sistema para faturamento		X		
	Dimensiona a embalagem		X		

Fonte: autores.

Quadro 1. Continuação...

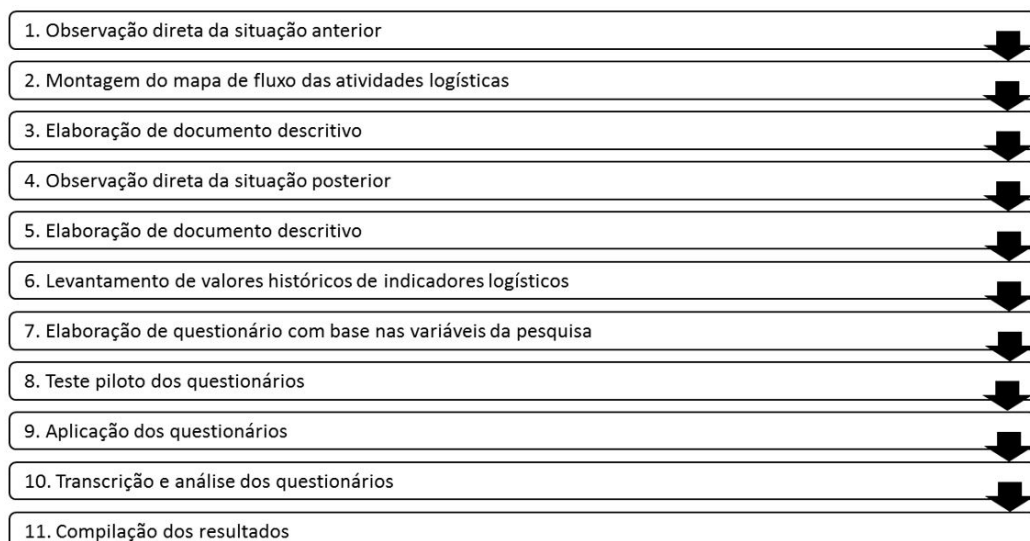
	Funcionalidades	Banzato (2005)	Moura (2010)	Costa & Gobbo (2008)	Klabusayová (2013)
Apoio à gestão	Planeja e controla capacidades	X	X	X	
	Gerencia pedidos em atraso	X			
	Monitora o desempenho das atividades	X			X
	Classifica e identifica a mão de obra para a atividade	X			X
	Analisa a produtividade da mão de obra	X			X
	Apoia o processo de gestão de estoque	X			X
	Rastreia todas as operações		X	X	

Fonte: autores.

Quadro 2. Variáveis da pesquisa.

VARIÁVEIS	DESCRIÇÃO
Nível de burocracia	Refere-se ao volume de atividades indiretas relacionadas ao registro de informações, à quantidade de documentos distintos existentes para tal, e ao tempo gasto com tais atividades
Desempenho das operações logísticas	É medido através do acompanhamento histórico de indicadores logísticos
Satisfação e credibilidade	Considera o nível de satisfação dos envolvidos com o desempenho das operações logísticas e a credibilidade das informações relacionadas a essas operações
Acurácia	É definida como o nível de correspondência entre o estoque físico do item e seu registro no sistema (de quantidade e tipo)
Qualidade	Considera melhoria sentida nos processos logísticos quanto a agilidade, erros operacionais, armazenamento, identificação e rastreamento
Relacionamentos interfuncionais e com o cliente	São avaliados por meio da frequência e intensidade das reclamações providas de clientes internos e externos em relação ao setor de logística

Fonte: autores.

**Figura 1.** Etapas da pesquisa. Fonte: autores.

implantação na qualidade das operações logísticas. Foi elaborado um roteiro de entrevista semiestruturada com 15 questões e mais 6 questões fechadas para todos os 19 entrevistados, que corresponderam a 10% do quadro de funcionários. Mais especificamente, foram entrevistados: 3 coordenadores, sendo eles dos setores logístico, de montagem e comercial; 2 analistas de planejamento; 2 vendedores; e 12 operadores logísticos dos setores de recebimento, expedição, separação e inventário. A escolha de funcionários com diferentes cargos e funções se deu justamente para se obter vários pontos de vista sobre as operações logísticas. As entrevistas foram realizadas e gravadas na própria empresa, abordando perguntas sobre dificuldades na realização das operações, potencial para prejuízo financeiro, atritos entre departamentos, retardo das operações, horas extras e reflexos para o cliente final. As questões fechadas foram inseridas com o objetivo de se obter uma nota para a eficiência das operações logísticas antes e depois da implantação do WMS e indicar o grau de satisfação dos entrevistados em relação às operações logísticas.

4 Estudo de caso

4.1 Fluxo geral de materiais e informações

O fluxo de materiais e informações, incluindo a logística de entrada, produção e saída, é mostrado na Figura 2.

O fluxo inicia-se pelo fornecedor de matéria-prima (MP), que é uma fábrica do próprio grupo. Essa fábrica é responsável por abastecer todas as montadoras, não só brasileiras mas de toda a América Latina.

Tal fábrica, além de produzir insumos, também centraliza a compra de itens não fabricados. Assim, as montadoras têm apenas a fábrica do grupo como

fornecedora. Por essa razão não há departamento de inspeção de qualidade nas montadoras, uma vez que esse processo é realizado na fábrica. A montadora recebe todos os dias cerca de 13 toneladas de peças destinadas ao ambiente fabril, transportadas por carretas, e esse material é recebido, conferido e destinado à armazenagem. O setor de logística também é responsável pela separação das peças que serão utilizadas na montagem, realizada segundo a programação emitida pelo departamento de Planejamento e Controle da Produção. Todo o fluxo de separação e manufatura é realizado de acordo com as diretrizes do PCP, que avalia a quantidade de matéria-prima necessária para atender os pedidos nos prazos estabelecidos. Após a montagem, os acionamentos passam por testes e são pintados e embalados para aguardar a expedição. A figura também mostra as trocas de informação entre o PCP e os departamentos de vendas e compras que, por sua vez, fazem a interface com o setor financeiro.

4.2 Dinâmica logística antes do WMS

No caso estudado observou-se que os principais fatores que contribuíam para os problemas na logística estavam ligados à confiabilidade das informações logísticas e à eficiência das operações de movimentação. A seguir, descreve-se a dinâmica de recebimento, armazenagem e separação de pedidos, mostrados nos blocos da Figura 2. Os fluxogramas detalhados dessas operações são apresentados na Figura 3.

O fornecedor de matéria-prima (MP) abastece a montadora estudada diariamente, por meio de modal rodoviário. Após a entrada da nota fiscal no sistema, é gerado um romaneio de conferência, com o qual os operadores conferem item recebido e quantidade. Se as informações estiverem corretas, o material é

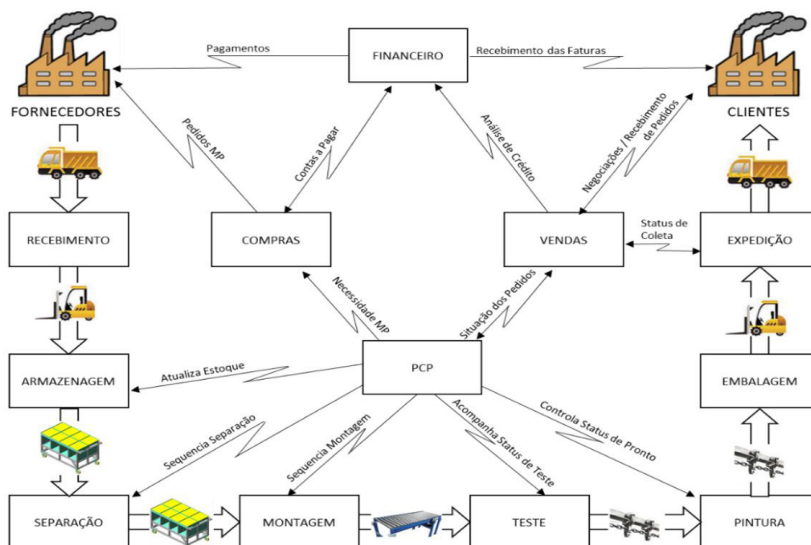


Figura 2. Fluxo de materiais e informações. Fonte: autores.

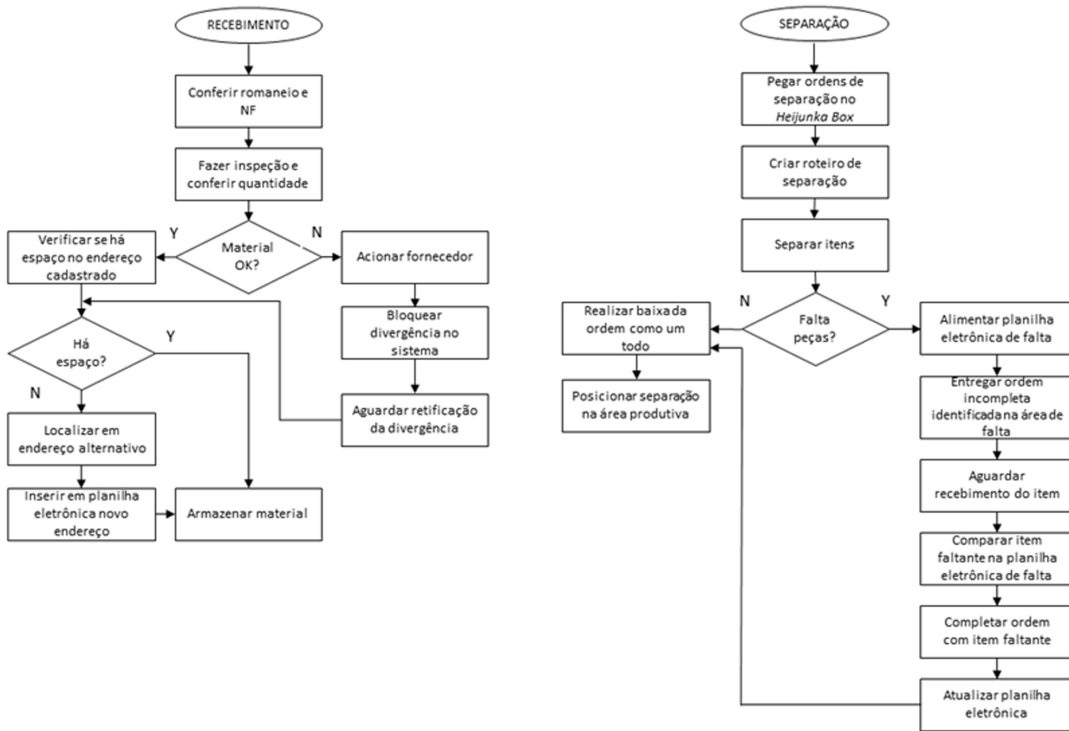


Figura 3. Fluxograma de recebimento e separação de materiais. Fonte: autores.

disponibilizado para a armazenagem. Cada item tem um endereço principal cadastrado no sistema; caso a quantidade de material exceda o espaço, os materiais são alocados em endereços alternativos gerenciados por planilhas eletrônicas.

A Figura 3 também mostra o fluxograma da separação de materiais para as ordens de montagem. Tal operação é uma etapa dos processos logísticos orientada pelo PCP, na qual se abastecem 20 postos de montagem para manufatura, em cinco aglomerados, de acordo com o tipo e tamanho de produto.

A sequência de trabalho era distribuída pelo PCP em uma caixa de nivelamento de carga (*heijunka box*) e as ordens eram posicionadas estrategicamente de acordo com a prioridade. A operacionalidade das tarefas de separação era extremamente prejudicada pelo controle de planilhas eletrônicas paralelas dos endereços e quantidade dos itens, que não eram atualizadas no tempo certo, aumentando o tempo de procura de peças.

Para agravar ainda mais, a baixa dos itens do estoque era feita como um todo, ou seja, somente quando a ordem de montagem estava completa. Consequentemente, as ordens que continham divergências eram deixadas em uma área de ordens incompletas e o gerenciamento dos itens faltantes e itens separados aguardando baixa era controlado por planilhas eletrônicas. Essas planilhas começaram a ser tão importantes quanto o ERP, mas o fato é que, com o tempo cada vez mais escasso, a perda de tempo com a

procura de peças e a pressão diária por produtividade ocasionavam falhas na atualização dessas planilhas. E localizar um item guardado em algum endereço alternativo, que não foi devidamente atualizado na planilha, tornava-se uma ação praticamente impossível em meio a mais de 7 mil posições de armazenagem. As sistemáticas de recebimento e separação seguem exemplificadas na Figura 3.

Nesse cenário, a empresa viu-se diante de inúmeros problemas, como divergências, atrasos, retrabalho e paradas para procura de peças, produção de itens desnecessários para repor estoque, excesso de pedidos separados, que ficavam incompletos aguardando itens, falta de espaço para alocar esses pedidos, falta de espaço para alocar itens recebidos, excesso de horas extras, perdas de pedidos e baixa acurácia dos registros de estoque. A resultante desse conjunto de problemas refletia-se na insatisfação do cliente, que passou a não ter mais confiabilidade na qualidade das operações realizadas pela empresa e certos atritos entre empresa e cliente tiveram que ser contornados através da cortesia de fretes. Outra prática, antes incomum que começou a surgir foi a conferência física dos itens antes da venda. Tal prática contribuía ainda mais para a improdutividade.

A partir desse momento, a empresa empenhou-se em encontrar rapidamente uma solução para sanar os problemas referentes aos processos logísticos. Essa solução incluía a implantação de um Sistema de Gerenciamento de Armazém (WMS).

4.3 Dinâmica logística depois do WMS

Para o processo de implantação foi necessária uma reestruturação na cadeia logística, a começar pela organização e estratégia de alocação dos itens.

Foi necessário um trabalho de mapeamento de todas as posições do estoque, no qual foram levados em consideração postos de trabalho e consumo. Itens que são destinados a determinado posto de trabalho devem estar no mesmo corredor, e itens com maior giro devem obrigatoriamente estar em posições que ficam ao alcance do operador logístico sem uso de empilhadeiras e paletes. Além desse mapeamento, foi medido o volume de todos os materiais e posições de estoque e foram determinados os pontos de ressuprimento. Todas essas informações, atreladas a informações já existentes do cadastro dos materiais que o ERP já possuía, como preços e curva ABC, serviram de parâmetro para a configuração do sistema WMS.

Para maior eficiência do sistema foi necessário delimitar posições fixas para itens de maior consumo, essas posições direcionam o operador durante a separação; as demais posições seriam variáveis, nelas, o excedente de determinado item ou itens de menor consumo seriam armazenados. Essas posições variáveis foram denominadas dessa forma porque, dependendo da necessidade e quantidade, o sistema determina onde, dentre todas as posições livres do estoque, deve-se alocar o item. Automaticamente, quando um item armazenado em uma posição fixa entra no ponto de ressuprimento, o sistema gera uma ordem de trabalho para que determinada quantidade seja movimentada da posição variável para a posição fixa.

Para cada item foi criado um código de barras, assim como para cada posição, criando-se uma identidade única, com a finalidade de realizar

atualizações em tempo real. Outro investimento foi necessário na estrutura para radiofrequência, que engloba a instalação de antenas para comunicação remota, aquisição de impressoras zebra para criação de etiquetas e de coletores remotos, de forma que cada operador logístico tivesse o seu coletor.

O sistema ERP é amplo e contém inúmeros módulos para a gestão da empresa, como, por exemplo, módulos para apoio às áreas comerciais, fiscais e produtivas. Pelo fato de a empresa já possuir um ERP complexo, optou-se por um sistema WMS que tivesse essa interface com o ERP utilizado na empresa, entretanto, foram desenvolvidas várias adaptações para essa interface, que se dá por meio de transações automáticas e periódicas, atualizando-se todo o sistema a cada 2 minutos. Essas atualizações levam para o sistema ERP as informações do WMS, como saldos de estoque, baixas, status das operações, condição de inventário, entre outras. O módulo MRP do sistema ERP, por exemplo, utiliza essas informações para calcular o estoque em mãos e planejar a liberação de ordens de compra de componentes, assim como o módulo MRP atualiza o módulo destinado à área comercial, dando aos vendedores as previsões corretas para a comercialização de determinado produto. Assim, toda a movimentação realizada no WMS é atualizada nos demais módulos do sistema ERP, não comprometendo a acurácia de informações e economizando algumas transações. Para que o WMS fosse capaz de monitorar o rastreamento dos itens, mapeou-se a sistemática de movimentação dos mesmos, com a finalidade de mostrar em tempo real a condição de disponibilidade dos itens. Nesse mapeamento foram criadas zonas virtuais que remetem ou não aos espaços físicos dentro da empresa, como mostrado na Figura 4.



Figura 4. Mapeamento do WMS: criação de zonas virtuais. Fonte: autores.

Dentro de cada zona também pode-se monitorar o status dos itens. O WMS fornece informações completas sobre o trânsito dos materiais nas zonas virtuais, possibilitando uma visão ampla e concisa de onde estão os materiais dentro da empresa, a quais ordens de trabalho estão atrelados, quais operações já foram realizadas e quem as realizou, assim como mostra as operações pendentes. A rastreabilidade se torna muito mais eficiente e o papel se torna desnecessário. Vale ressaltar que, com o WMS, a baixa de materiais do estoque e qualquer movimentação podem ser feitas por item, ao contrário da situação anterior, na qual era necessário que todas as peças de um pedido estivessem completas para se efetuar a baixa

O maior desafio do processo de implantação foi tentar prever o choque cultural que certamente iria ocorrer. O sistema WMS é complexo, porque obriga a padronização e formalização dos processos, limita a existência de registros informais e alternativos, monitora e rastreia toda movimentação de peças e aponta a produtividade dos envolvidos, direciona as tarefas e não permite muita autonomia de decisão para operações padrão. Essas novas práticas de trabalho, em comparação com as anteriores, mudaram bastante a rotina dos operadores logísticos.

Dois recursos customizados muito importantes, denominados “monitor de picking” e “monitor RF”, também foram inseridos nesse contexto. O monitor de picking foi criado para auxílio do planejamento e controle de produção. Com esse recurso é possível agrupar várias ordens de montagem e realizar a análise de disponibilidade de uma só vez e de forma visual, como num semáforo.

A partir do monitor de *picking* é possível gerar a ordem de trabalho, que é o gatilho para que a separação se realize. Nesse momento da geração da ordem de trabalho, os itens armazenados são automaticamente reservados e nenhuma outra ordem pode utilizar esses itens, mesmo que o separador ainda não tenha realizado a operação física de separar. O WMS fornece recursos que possibilitam enxergar essa dinâmica dos itens, incluindo alocação, transporte, divergência, processo e disponibilidade. Se algum desvio acontecer no percurso, o rastreamento é eficiente e rápido.

O “monitor RF” é outra ferramenta customizada para a empresa, a qual pode ser comparada a uma sala de controle. Nele é possível visualizar todas as movimentações, os trabalhos a serem realizados e os recursos humanos disponíveis. Dessa forma, o gestor de operações logísticas aloca os recursos humanos para atendimento das ordens de trabalho pendentes. Com simples arrastes na tela de interface do sistema é possível alocar dois ou mais operadores para pontos mais congestionados, e é possível alterar a sequência das ordens de trabalho. Uma vez realocado, o operador sabe, pelo coletor, qual sua próxima tarefa, e mesmo que esse operador queira realizar outra tarefa, o sistema o restringe e não disponibiliza as informações e ferramentas necessárias.

Com todo sistema implantado foi possível observar, através de fluxogramas, como as operações logísticas se tornaram mais enxutas. O fluxograma representado na Figura 5 mostra os processos de recebimento e separação, que ficaram bem mais simples após a implantação. Assim, é possível fazer uma comparação com o cenário anterior, já apresentado na Figura 3.

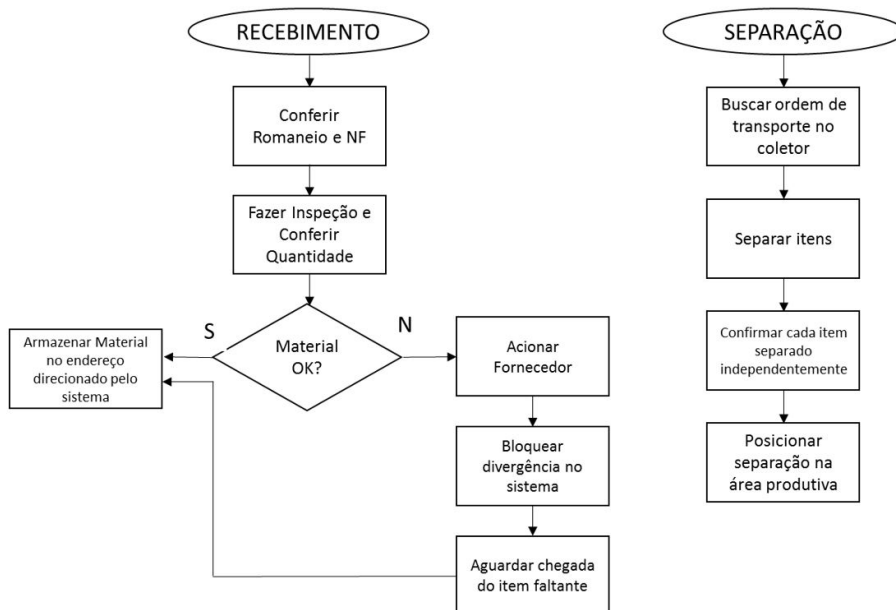


Figura 5. Fluxograma de recebimento e separação após implantação do WMS. Fonte: autores.

5 Resultados e discussões

Mesmo com as ações preparatórias descritas no item 4.3, a fase de migração para o novo sistema foi muito conturbada; muitos problemas não foram previstos e algumas ferramentas do WMS não estavam desempenhando as funções conforme o esperado. Muitos ajustes tiveram que ser realizados, principalmente relacionados à baixa de itens pelo sistema, à cultura dos operadores logísticos e à própria estratégia da empresa com relação a endereços fixos. Segundo relatos dos envolvidos, essa fase foi tão perturbadora quanto o cenário vivido anteriormente; por um certo tempo, pôs em xeque a eficiência do sistema WMS para a empresa. Contudo, passada essa fase de transição, o sistema mostrou sua eficiência e os colaboradores adaptaram-se à nova maneira de trabalho.

Observou-se uma melhoria significativa na operação de separação devido às ferramentas do sistema WMS, que juntamente com a utilização dos supermercados (área de estoque próxima aos postos de trabalho) possibilitaram que o tempo de separação fosse reduzido quase que pela metade. A Tabela 1 apresenta os valores médios de alguns indicadores relacionados à separação de pedidos ou de ordem de montagem. Pode-se observar a diminuição do tempo médio da operação, a redução de pessoas engajadas no processo e o aumento de produtividade.

Conforme visualizado na tabela, o impacto foi significativo. A prática de utilização de endereços fixos e supermercados ligados à nova política de armazenamento, considerando a proximidade com os postos de trabalho e o giro dos itens, reduziram o tempo de uso de empilhadeira. A delimitação da rota pelo sistema otimiza a utilização do tempo e o sistema de radiofrequência garante a confiabilidade das operações. A alta acurácia do estoque garante a rapidez no processo.

No recebimento eram necessárias aproximadamente 20 horas para que toda a carga diária de materiais fosse conferida e armazenada, podendo esse indicador ser maior, dependendo dos problemas encontrados durante a conferência; após a consolidação do sistema WMS, esse tempo caiu para aproximadamente 8 horas. Por esse motivo, atualmente há apenas um operador logístico responsável pelo recebimento e armazenagem no segundo turno.

A expedição apresentou melhoria na confiabilidade de informações e no tempo de espera para despacho de equipamentos e, principalmente, houve uma diminuição de reclamações. Entretanto, o número de operadores nesse setor continua o mesmo, porque não houve redução de etapas no processo e o WMS não foi implantado com 100% dos recursos na expedição. A melhora nesse setor foi sentida principalmente pelos reflexos no aumento de confiabilidade nas operações anteriores a embalagem e expedição.

Dos resultados palpáveis, observa-se que a acurácia das informações sobre o estoque foi o mais significativo. A alta variedade de itens e endereços traz uma complexidade maior ao gerenciamento das movimentações. O WMS trouxe ferramentas que possibilitaram o rastreamento e a possibilidade de realização da contagem cíclica com a empresa operando. Para maximizar a eficiência, um operador logístico foi dedicado à contagem cíclica em tempo integral. O resultado foi uma redução das divergências em mais de 96%, obtendo-se uma acurácia, no momento de fechamento do estudo, de 98% do valor do estoque total. Para que esse índice fosse alcançado, a principal mudança decorrente da aplicação do sistema WMS certamente foi o não arbítrio por parte do operador em relação às tomadas de decisões de movimentação dentro do almoxarifado, juntamente com a extinção das planilhas eletrônicas para controlar posições vazias e sobras. A Figura 6 apresenta a evolução dos indicadores de acurácia dos estoques e pontualidade de separação dos pedidos de clientes e ordens de

Tabela 1. Indicadores logísticos da separação.

Indicadores	2013	2014	2015
Quantidade de operadores	16	14	10
Tempo de separação (minutos/equipamento)	8	7	5
Quantidade de separação diária por operador	60	68	95

Fonte: autores.

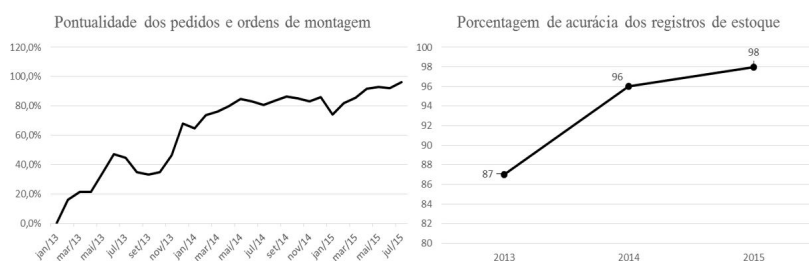


Figura 6. Pontualidade e acurácia. Fonte: autores.

montagem. Considerando o período de janeiro de 2013 a julho de 2015 é possível observar que a pontualidade alcançou valores superiores a 95%. A pior marca registrada foi de 0,1%, em janeiro de 2013, em função de atrasos acumulados por semanas.

Conforme mencionado anteriormente, para avaliar os impactos do WMS sob outras perspectivas elaborou-se uma pesquisa de percepção juntos aos colaboradores das principais áreas envolvidas no processo de mudança. Conforme mencionado, os colaboradores entrevistados pertenciam a diferentes níveis hierárquicos, visando que toda a população envolvida estivesse representada. A pesquisa foi planejada de forma a abranger as variáveis da pesquisa definidas na seção de metodologia.

As entrevistas realizadas com operadores, gestores, analistas da área fabril foram transcritas e as respostas foram agrupadas em categorias, com base na semelhança de conteúdo e na semelhança dos termos utilizados pelos respondentes. Assim, no período anterior ao WMS, foram mencionadas as seguintes dificuldades:

- falta de acurácia do estoque (53%);
- processo lento e confuso, devido a falhas de atualização de planilhas paralelas, falta de padrão para realização das operações e falta de status de ordens de trabalho já realizadas (23%);
- rastreabilidade de materiais do estoque (18%);
- autonomia nas tomadas de decisão por parte do operador, devido a escolhas da sequência da carga de trabalho diário (6%).

Todos esses fatores mencionados potencializavam os atrasos. As porcentagens indicadas em cada item representam a porcentagem de respondentes que mencionaram cada um dos fatores listados.

Para o departamento comercial, as dificuldades decorriam da falta de informação em relação aos pedidos incompletos, o que gerava falta de pontualidade das ordens de montagem e pedidos, levando à insatisfação dos clientes. Esse aspecto foi citado por 100% dos respondentes da área comercial. Os entrevistados perceberam os potenciais impactos financeiros gerados por essa situação. Tais aspectos financeiros estavam associados aos seguintes pontos: fabricação de itens, por não haver condições de localizar as peças no estoque, citada por 38% dos entrevistados; perda de clientes em função de prazos não atendidos, apontada por 17% dos entrevistados, sendo inclusive citada por operadores de logística que não tinham contato direto com o cliente final; pagamento de fretes como cortesia aos clientes, devido aos atrasos, fato mencionado por 16% dos entrevistados, todos eles operadores logísticos da área de expedição, vendedores e analistas de PCP; e alocação de mão de obra para retrabalhos e procura de peças com e sem regime de hora extra, presente na resposta de 29% dos entrevistados. Não foi possível mensurar alguns valores financeiros e outros não foram cedidos pela empresa. Assim, essas evidências de impactos financeiros baseiam-se na percepção dos respondentes. O grau de satisfação em relação às operações logísticas e à acurácia do estoque também foram avaliados pelos entrevistados. As Figuras 7 e 8 expressam os resultados dessa avaliação.

Praticamente todos os entrevistados citaram como principais melhorias confiabilidade, rastreabilidade e

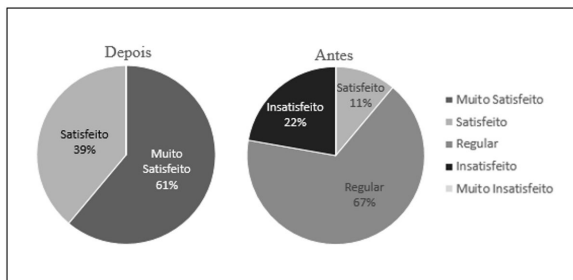


Figura 7. Satisfação dos colaboradores e clientes internos da área de logística. Fonte: autores.

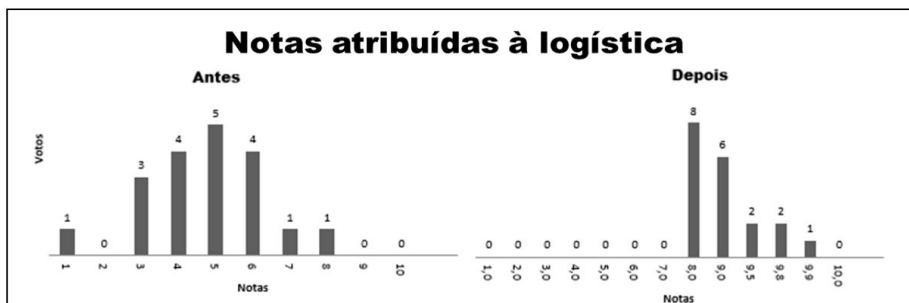


Figura 8. Notas atribuídas pelos clientes internos para a acurácia dos registros de estoques. Fonte: autores.

gerenciamento eficaz das operações logísticas após a implantação do WMS. Os impactos dessa evolução na eficiência das operações logísticas foram notados por todos os setores fabris, inclusive o departamento comercial entrevistado e o cliente final. Papéis e planilhas paralelas foram todos extintos, ou seja, houve uma diminuição do nível de burocracia e uma integração das informações. O relato de um dos entrevistados demonstrou aumento pontual da burocracia em tarefas que estornam as operações no sistema WMS, contudo, a opinião do mesmo entrevistado, compartilhada com a de todos os operadores logísticos, é de que a confiabilidade e simplicidade na execução das tarefas são importantes. Etapas redundantes e desnecessárias não fazem mais parte do novo cenário logístico.

O estudo e o mapeamento do fluxo dos setores logísticos, bem como a medição do desempenho das operações logísticas, cedidos pela empresa, confirmam a percepção dos entrevistados.

Observou-se que o sucesso na implantação do sistema WMS exigiu o empenho de todos os envolvidos, principalmente porque novas rotina e filosofia de trabalho tiveram que ser assimiladas. Nesse percurso houve o envolvimento da diretoria da empresa junto aos colaboradores, participando de forma direta na solução dos problemas, creditando aos colaboradores a importância da nova filosofia de trabalho.

O Quadro 3 apresenta um resumo dos resultados alcançados. Tais resultados foram obtidos a partir de três fontes de dados: observação direta dos pesquisadores,

Quadro 3. Resumo dos resultados.

Fatores avaliados	Situação anterior à implantação do sistema WMS	Situação posterior à implantação do sistema WMS
Rastreabilidade de materiais e informações	Baixa rastreabilidade e pouca acuracidade do estoque	Rastreabilidade total das operações logísticas
Acurácia do estoque	Confiabilidade de 87%	Confiabilidade de 98%, com perspectiva de 99% para 2016
Trajeto de trabalho	Aleatória. O separador escolhia a rota a seguir, possibilitando movimentações excessivas e repetidas	Rota planejada pelo sistema conforme posição das peças no estoque, otimizando as movimentações e deslocamento do operador
Nível de burocracia	Alto. Processo muito manual, muitas planilhas paralelas e papéis	Baixo. Sem uso de papéis. Controle por sistema
Cumprimento de datas	Entregas atrasadas, geradas por falhas no processo e falta de acuracidade no estoque	Entregas dos pedidos completas e no prazo
Qualidade das operações logísticas	Baixa, com uma avaliação de 4,76 em escala até 10	Alto, com uma avaliação de 8,63 em escala até 10
Principais potenciais de impacto financeiro	Retrabalho, horas extras, perdas de pedidos e cortesia de fretes	Redução do <i>Lead Time</i> de separação, redução de horas extras e aumento da produtividade
Grau de satisfação dos colaboradores com o sistema logístico	Regular	Muito satisfeito
Produtividade de separação de <i>picking</i> e ordens de montagem	Em média, 8 min./ordem	Em média, 5 min./ordem
Produtividade da conferência e armazenamento	Necessário 20 horas diárias	Necessário 8 horas diárias
Organização e padronização	Baixa	Alta
Fatores avaliados	Desvantagens e dificuldades	
Estornos	Exige várias movimentações de sistema	
Dependência do sistema de radiofrequência	Todas as operações param sem radiofrequência	
Investimento	Alto investimento em <i>hardware</i> e <i>software</i>	
Dificuldade de implantação	Mudança de cultura	
	Organização e padronização	
	Montagem de infraestrutura	
	Interface com ERP	
	Cadastro dos itens	
	Etiquetagem	

Fonte: autores.

evidências documentais/medições e as entrevistas de percepção. Assim, o fator rastreabilidade de materiais e informações e o fator relativo a potenciais de impacto financeiro foram significativamente citados nas entrevistas; já os aspectos relativos a acurácia de estoques, nível de burocracia e cumprimento de datas foram tanto mencionados nas entrevistas quanto avaliados por meio de documentos e indicadores; já a questão da rota de trabalho, organização e padronização foram percebidas por meio de observação direta, mas também foram mencionadas nas entrevistas; a qualidade das operações logísticas e o grau de satisfação dos operadores foram avaliados por meio das questões fechadas; e os indicadores de produtividade foram avaliados por meio de documentos cedidos pela empresa.

6 Conclusão

O foco deste estudo foi direcionado à avaliação da implantação do sistema WMS em uma empresa multinacional, com base em evidências concretas (como indicadores) e com base na visão de diferentes departamentos da empresa. Nesta avaliação foram confrontados dados relativos à situação anterior e à situação posterior à implantação, por meio de observação direta, análise documental e entrevistas. Em função de um aumento significativo de carga de trabalho na planta estudada, provindo da desativação de outra unidade, a empresa estudada se deparou com diversos problemas nas operações logísticas, que passaram a afetar o cliente final e comprometeram a qualidade das operações na empresa. A solução foi encontrada na implantação do *software* WMS para apoiar o gerenciamento das operações logísticas.

Um dos fatores importantes para o sucesso na implantação desse *software* referiu-se à reformulação da metodologia de trabalho, aliada a práticas de organização e padronização. Somente assim os benefícios do sistema WMS puderam ser notados.

A partir da análise de indicadores relevantes foi possível observar um ganho de agilidade nas operações logísticas, que consequentemente reflete-se em ganho financeiro. Além disso, os relatos dos colaboradores envolvidos na mudança revelaram diminuição de conflitos e um aumento expressivo na confiabilidade e credibilidade por parte de clientes internos e externos. Esses fatores demonstraram a recuperação de eficiência e a projeção de um nível de serviço com maior excelência.

Alguns benefícios trazidos com a implantação do sistema são concretos, conforme expresso nos indicadores. No entanto, algumas melhorias são intangíveis e mais difíceis de serem mensuradas, como o potencial de aumento de competitividade. Segundo relatos e observação direta, alguns clientes já elogiaram a nova postura quanto a prazos e reataram novos pedidos junto à empresa. A maioria dos colaboradores declarou-se muito satisfeita em relação

ao desempenho das operações logísticas, sendo que a nota média para a qualidade das operações logísticas após a implantação foi de 8,63. Esse número representa uma melhoria de aproximadamente 80%, comparadas essa avaliação com a dos mesmos colaboradores referente ao período anterior à implantação do sistema.

O sistema WMS requer um alto investimento, que demonstrou trazer vantagens, mas também há algumas desvantagens. O principal ponto negativo mencionado foram os transtornos e vários ajustes necessários na fase de implantação e transição. A adaptação por parte dos envolvidos, até o entendimento completo do sistema, foi gradual. Esse período foi conturbado e gerou descrença na eficiência do sistema; contudo essa fase foi superada sem grandes impactos. Algumas tarefas não muito comuns ficaram mais complexas, como é o caso dos estornos, mas não a ponto de interferir na eficiência e qualidade das operações.

Com base nesse estudo, conclui-se que os resultados obtidos com a implantação do sistema foram satisfatórios. Há uma percepção por parte dos envolvidos na pesquisa de que os ganhos financeiros e estratégicos decorrentes compensaram o investimento realizado.

Este estudo também buscou contribuir para a literatura existente com o relato de um caso de implantação em uma empresa multinacional, visando trazer diretrizes a outras empresas que enfrentam problemas semelhantes na área de logística e exemplificando as funcionalidades do sistema implantado. Para trabalhos futuros, sugere-se a realização de uma pesquisa mais ampla, do tipo *survey*, envolvendo uma amostra maior de empresas que implantaram sistema WMS. Dessa forma, seria possível comparar as funcionalidades presentes no sistema de cada empresa, bem como verificar a relação entre a implantação do mesmo e o desempenho logístico das empresas, de forma mais generalizada.

Referências

- Banzato, E. (2005). *Tecnologia da informação aplicada à logística*. São Paulo: IMAM.
- Costa, W. A. S., & Gobbo, J. A., Jr. (2008). Etapas de implementação de WMS: estudo de caso em um varejista moveleiro. *GEPROS - Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, 3(4), 101-121.
- Guarnieri, P., Chrusciack, D., Oliveira, I. L., Hatakeyama, K., & Scandolari, L. (2006). WMS – Warehouse Management System: adaptação proposta para o gerenciamento da logística reversa. *Produção*, 16(1), 126-139. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132006000100011>.
- Harb, A., Kassem, A., Chartouni, M. A., & Chaaya, L. B., 2016. Effects of warehouse management and engineering system on cost reduction and operations improvement. In *Proceedings of the VI International Conference on Digital Information Processing and Communications* (pp. 8-12). Beirut: ICDIPC.

- Jin, Y. L., Gong, A. L., & Liu, S. P. (2013). *Study of logistics warehouse management system based on RFID* (Vol. 748, pp. 1281-1284). Shenyang: Advanced Materials Research.
- Klabusayová, N. (2013). Support of logistic processes in modern retail chain warehouse. *Applied Mechanics and Materials*, 309, 274-279.
- Miguel, P. A. C. (2010). *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Moura, R. A. (2010). *Sistemas e técnicas de movimentação e armazenagem de materiais* (7a ed.). São Paulo: IMAM.
- Poon, T. C., Choy, K. L., Chow, H. K. H., Lau, H. C.W., Chan, F. T.S., & Ho, K.C. (2009). A RFID case-based logistics resource management system for managing order-picking operations in warehouses. *Expert Systems with Applications*, 36(4), 8277-8301. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.10.011>.
- Soriano, F. F. (2013). *Gestão da armazenagem: uma análise do sistema de gestão WMS* (Dissertação de mestrado). Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- Zhou, C., & Fei, Q. (2016). Warehouse management system development base on open source web framework. In *Proceedings of the International Conference on Industrial Informatics - Computing Technology, Intelligent Technology, Industrial Information Integration* (pp. 65-68). Shanghai: IEEE.