

BENEFÍCIOS DA IMPLANTAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ARMAZÉNS EM UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO

BENEFITS OF THE IMPLEMENTATION AND USE OF A WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM IN A DISTRIBUTION CENTER

Alexsander Machado* E-mail: alexsander.machado1@hotmail.com

Miguel Afonso Sellitto* E-mail: sellitto@unisinors.br

*Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, São Leopoldo, RS

Resumo: O objetivo deste artigo foi descrever de que forma a implantação e utilização de um Sistema de Gerenciamento de Armazéns (SGA) pode contribuir para o aumento da produtividade, redução de erros e aceleração no fluxo das informações em um centro de distribuição. O método de pesquisa foi o estudo de caso. Foi escolhida uma empresa distribuidora de mercadorias, localizada no Vale do Rio dos Sinos, que vende e distribui para empresas de todo o Brasil produtos de uso corporativo. A principal técnica de pesquisa foi a observação participante. Ao fim, para evidenciar os resultados observados, foram coletados dois indicadores, a produtividade e os erros de separação de itens em pedidos. Após quatro meses de observação, ambos apresentaram expressiva melhoria, reforçando a hipótese de que a escolha e a implantação do sistema de gerenciamento foram benéficas para a empresa.

Palavras-chave: Armazenagem; Distribuição; WMS; Picking; Roteirização.

Abstract: The aim of this article was to describe how the deployment and use of a Warehouse Management System (WMS) can help increase productivity, reduce errors and speed up the flow of information in a distribution center. The research method was the case study. We had chosen a distributor of goods, located in Vale do Rio dos Sinos, RS, which sells and distributes for companies throughout Brazil products for business use. The main research technique was participant observation. In order to highlight the observed results, we collected two indicators, productivity and errors for the separation of items into applications. After four months of observation, both showed significant improvement, strengthening the hypothesis that selection and implementation of management system was beneficial for the company.

Key-words: Warehousing. Distribution. WMS. Picking. Routing.

1 INTRODUÇÃO

A armazenagem é etapa essencial na cadeia de suprimentos: seu desempenho pode afetar a produtividade das funções produção (upstream) e distribuição (downstream). Um modo de construir vantagem competitiva em armazenagem é a instalação de tecnologias, tais como o *Warehouse Management System (WMS)*, ou Sistemas de Gerenciamento de Armazéns (SGA). O uso da tecnologia da informação

na logística de armazenagem e distribuição pode reduzir tempo de resposta, aumentar a eficiência no uso do espaço físico e na movimentação de materiais (GOMES e RIBEIRO, 2004; NOVAES, 2004), resultando em aumento de competitividade.

SGA's foram desenvolvidos para automatizar operações de manuseio e controle de materiais armazenados. Tais sistemas podem conferir rapidez e acuracidade às informações de estoques, reduzir tempos de ressuprimento e aumentar a produtividade da operação pelo uso de endereçamento eletrônico, principalmente se associados a rastreadores por rádio-frequência (RFID – Radio Frequency Identification). SGA's e RFID's podem coletar dados e processá-los em tempo real e com isto reduzir inventário médio pela identificação imediata de itens obsoletos ou faltantes e ainda reduzir tempo de entrega, pela localização e manuseio automático de itens (WANG et al., 2010; KOWK e WU, 2009; POON et al., 2009; RIBEIRO et al., 2006; KOSTER et al., 2007). SGA's integram-se com sistemas de gerenciamento de pedidos (OMS) e sistemas de gerenciamento de transporte (TMS). Suas principais funções são recebimento de pedidos, separação de itens, acompanhamento de embarques, gestão de estoques e geração de informação para decisão gerencial (KIM et al., 2008). O SGA atua em várias partes do processo logístico empresarial, podendo agregar valor de lugar, de tempo, de sequenciamento, de qualidade e de informação à cadeia produtiva. O SGA deve agilizar o fluxo das informações, auxiliando a operacionalidade e otimizando o processo de armazenagem (POON et al., 2009). Também deve escolher endereços no armazém que minimizem as rotas de depósito e de coleta, segundo a variedade da demanda dos clientes, otimizando o uso dos recursos de movimentação e minimizando o tempo até o embarque (LING-FENG e LIHUI, 2006; SHIAU, J. e LEE, 2010).

Este artigo descreve como um Sistema de Gerenciamento de Armazéns contribuiu para o aumento da produtividade em um centro de distribuição de ativos utilizados em atividades corporativas de clientes. São requisitos dos clientes: disponibilidade imediata e variedade nos itens e nas quantidades. O objetivo geral do artigo foi descrever como um SGA contribuiu para o aumento da produtividade e fluxo das informações em um centro de distribuição. O método de pesquisa foi o estudo de caso. O objeto foi um centro de distribuição de bens manufaturados (CD) localizado em São Leopoldo, RS. O período estudado foi o segundo semestre de 2009 e o primeiro semestre de 2010. A principal contribuição do artigo são os resultados do caso, que poderão ser usados como hipóteses para novas pesquisas. Os objetivos específicos

foram: (1) identificar as melhorias em relação ao processo anteriormente adotado na empresa; (2) identificar aumento da produtividade e velocidade da informação após implantação do sistema; e (3) identificar possibilidades de melhorias na ferramenta.

2 GERENCIAMENTO DE INSTALAÇÕES DE ARMAZENAGEM

As principais funções de instalações de armazenamento: recebimento, armazenagem, recuperação de itens, montagem e embarque de pedidos (GU et al., 2007). Os objetivos de gestão são minimizar custos e maximizar a probabilidade de atender plenamente os clientes, tanto no prazo como na quantidade integral do pedido (ARNOLD, 1999; CORRÊA e CAON, 2002). Muitas vezes, deve-se balancear os dois objetivos. Os Sistemas de Gerenciamento de Armazéns (SGA) são subsistemas de informação que têm como principal função auxiliar no gerenciamento destas atividades. Para atingir seus objetivos, um SGA deve ajudar a: (1) manter estoques que atendam pontualmente os clientes; (2) manter controle dos produtos para identificá-los na armazenagem e retirada dos mesmos; (3) minimizar as atividades físicas no depósito; e (4) manter atualizadas as informações. Pode ser útil formar lotes fixos de itens já separados, o que aumenta a eficiência da atividade, mas pode retardar o atendimento de um pedido específico se seus lotes ainda não foram separados (WON e OLAFSSON, 2005). Usualmente, pacotes de *softwares* possuem tais características, porém, como há diferenças entre empresas e processos, há necessidade de configuração específica para cada caso (BECKEDORFF e GÄRTNER, 2008).

SGA's integram-se aos sistemas de gerenciamento das empresas ou *ERP - Enterprise Resource Planning* - (Planejamento de Recursos Empresariais). Geralmente, é nas bases de dados de ERP's que as empresas armazenam seus dados de processo (NACIRI et al., 2011). ERP's integram os processos básicos de armazenagem, tais como: receber, estocar, separar e conferir materiais e produtos acabados (NAZÁRIO, 2009; ARBACHE et al., 2004). Em ERP's, todas as unidades funcionais da empresa estão integradas em um único sistema de computador, que atende às necessidades de diferentes usuários e oferecem ferramentas que podem suportar a integração de processos de gestão (KELLE e AKBULUT, 2005). A instalação de ERP's tem sido reconhecida como importante iniciativa de competição em cadeias de suprimentos (KUEI et al., 2008).

ERP's podem ser compostos por módulos de software desenvolvidos independentemente, ou por módulos separados que são integrados em plataforma unificada. Originalmente, ERP's integraram funções envolvendo planejamento de materiais, contabilidade, pedidos, distribuição e controle de atividades fabris. Mais tarde, incorporaram funções relacionadas ao gerenciamento de cadeia, tais como previsão de demanda, programação, gerenciamento de armazéns e logística de entrega. ERP's mais avançados têm incorporado gerenciamento de projetos, portais empresariais de atendimento a clientes, relacionamento com clientes e gestão de conhecimento. A combinação das funções de ERP e funcionalidades de SCM podem substituir softwares especializados, reduzindo custos e inconsistências na informação (TARANTILIS et al., 2008).

Para este artigo, interessam algumas funcionalidades do SGA: entrada de materiais; armazenagem de materiais; gerenciamento de estoques; e gerenciamento de pedidos.

2.1 Entrada de Materiais

O processo de gerenciamento começa pela funcionalidade *entrada de materiais*. O produto é desembarcado nas docas de recebimento e identificado (código e quantidade) por meio de códigos de barras e comunicação de dados por rádio-frequência (RFID). As características dos produtos mais utilizadas neste momento são cubagem, quantidades e peso, previamente cadastrados no SGA. Normalmente, esse cadastro relaciona-se com o ERP ou com o sistema operacional da empresa, pois as informações sobre níveis de estoques e cadastros de produtos devem estar numa única base de dados. Os produtos são entregues por transportadoras, cabendo a quem recebe: (i) conferir os materiais com um pedido ou documento de transporte; (ii) verificar as quantidades conforme documentação; (iii) identificar se há avarias nos materiais e documentá-las se necessário; e (iv) inspecionar os materiais de acordo com planos de amostragem estatística e inspeção específicos para cada item (BALLOU, 2006; ARNOLD, 1999).

2.2 Armazenagem de Materiais

Após cadastro e entrada, segue-se a etapa de armazenagem. Esta funcionalidade do SGA usa endereçamento eletrônico dos meios físicos do armazém, relacionando-os com as características dos ativos a serem estocados. Os espaços são utilizados temporariamente, segundo as entradas e saídas dos materiais. O uso racional dos endereços evita improdutividade que pode acarretar em alta do custo operacional (GURGEL, 2000).

O SGA trabalha com parâmetros de cubagem e endereçamento: a área por altura dos materiais e os espaços físicos a serem ocupados. Não se utiliza somente o piso para a armazenagem, mas sim todo o espaço vertical disponível, em localizações elevadas. O conteúdo armazenado é identificado em metros quadrados, porém a capacidade do depósito relaciona-se também com a altura em que as mercadorias são armazenadas (ARNOLD, 1999). Além da área de armazenagem, deve haver corredores para circulação de empilhadeiras, movimentadores de cargas, balcões de recebimento e área de montagem dos pedidos dimensionada para as atividades de movimentação de materiais (LACERDA, 2000).

A utilização do endereçamento na armazenagem tem como objetivo reduzir a necessidade de movimentação dos itens estocados. Pode-se adotar a prática de sempre retirar do armazém o item do produto que está há mais tempo depositado, para prevenir obsolescência ou perda de validade. Outro objetivo do gerenciamento dos materiais armazenados é não permitir o crescimento do estoque de itens sem movimentação, ou com baixa rotação. Esse fator se deve à necessidade de controle de giro dos estoques, pois quanto mais tempo um item ficar armazenado, maior o custo de armazenagem a ele associado (LING-FENG e LIHUI, 2006).

Dois disciplinas principais são observadas no gerenciamento dos materiais armazenados: FIFO (*first in, first out* - primeiro que entra é o primeiro que sai); e LIFO (*last in, first out* - último que entra é o primeiro que sai). Outras disciplinas são: idade do item, sensibilidade a temperatura e umidade relativa do ar, facilidade de recuperação, distância percorrida para recuperação e valores pagos pelos mesmos, para equilibrar fluxos de caixa (BANZATO, 1998).

De posse dos parâmetros de armazenagem e dos espaços livres, o WMS endereça o produto que chega em local que minimize a movimentação (BALLOU,

2006). A disposição dos itens em um armazém deve atender a alguns objetivos, tais como: (i) ocupação: possibilitar a melhor utilização do espaço de acordo com a metragem cúbica; (ii) utilização: aumentar o ganho no uso dos recursos produtivos no armazém; (iii) coordenação: tornar o sistema de informação cópia fiel do estoque; (iv) atendimento: de acordo com o arranjo dos materiais, possibilitar um satisfatório atendimento às demandas dos clientes; (v) seletividade: promover a correta utilização dos tipos de materiais; (vi) custos: reduzir os tempos de movimentação no depósito de forma a proporcionar um melhor valor agregado; (vii) perdas: identificar produtos vencidos e perdas relacionadas às características dos materiais; e (viii) nível: agregação de valor com a evolução nas atividades operacionais nos processos (LING-FENG e LIHUI, 2006).

2.3 Gerenciamento de Estoques

Nesta etapa, o SGA monitora os níveis de estoque, auxilia a gerência do armazém a controlar de forma ordenada e econômica os ativos, suas quantidades, pontos de reposição, momento de compra e registros de estoques. As quantidades de reposição dos materiais são sugeridas por regras objetivas e os pedidos direcionados ao departamento de compras ou diretamente aos fornecedores (BALLOU, 2006). O registro de estoque ajuda a estimar as demandas líquidas para os itens e liberar pedidos com base no estoque atual. Registros de estoque precisos permitem às empresas trabalhar com os valores corretos dos materiais, o que permite um atendimento eficaz para os clientes (ARNOLD, 1999).

O SGA facilita a verificação do estoque (inventário), pois o endereçamento eletrônico favorece a contagem diária ou geral dos ativos. Há dois momentos de verificação dos registros: contagem periódica (anuais) de todos os itens e contagens cíclicas (diárias) de determinados itens críticos. Algumas vezes, ordens podem não ser totalmente preenchidas por ruptura de estoque. Nestes casos, ou o sistema despacha a ordem incompleta ou aguarda e posterga a mesma até que o restante do material esteja disponível (RIM e PARK, 2008).

2.4 Gerenciamento de Pedidos

Nesta etapa, identificam-se os itens solicitados de um pedido, planeja-se a retirada dos endereços e organizam-se os operadores, geralmente com base em heurística (WEISS e FRYE, 1998). Baixo desempenho na separação de itens pode reduzir o nível de serviço ao cliente, pois aumenta o tempo até a entrega, está mais sujeito a envios incorretos, eleva custos e inviabiliza pedidos urgentes (GUE et al., 2006). O SGA atua com base em regras internas de tomada de decisões. Ao receber um pedido, decompõe o mesmo em grupos de itens que exigem tipos diferentes de processamento e separação, geralmente segundo uma heurística (BALLOU, 2006).

O SGA separa pedidos segundo lógicas diferentes, tais como: a separação de uma parte do pedido pode ser item a item, outra parte pode ser por caixa padronizada ou ainda por lote pré-formado paletizado (GUE et al., 2006). O SGA separa o pedido e organiza o fluxo dos itens ao longo da área de armazenagem com o objetivo de otimizar a sequência de coleta nos endereços. O sequenciamento na coleta dos pedidos define a priorização e o uso dos veículos de transporte e os roteiros que vão ser percorridos dentro da instalação. Dessa forma, quando os pedidos são registrados no sistema, é necessário acionar a separação das mercadorias, disparar a conferência e entrega das mercadorias em cada local e carregar estas mercadorias nos veículos de distribuição. O procedimento operacional de separação dos pedidos é dividido em: (i) emissão da lista de separação; (ii) o pessoal que separa os pedidos recebe a listagem dos mesmos a fim de separá-los e colocá-los nas áreas de despacho; (iii) o sistema informa ao separador o endereço de retirada dos materiais; (iv) o sistema indica para os separadores os materiais que deverão ser separados com fracionamento ou paletes inteiros; (v) os separadores deslocam os materiais para as áreas de conferência; e (vi) a mercadoria é conferida e direcionada para áreas de carregamento dos veículos. (GURGEL, 2000).

O SGA distribui as atividades dos separadores de forma a equilibrar as tarefas e não sobrecarregar operadores. Outra funcionalidade do SGA é a separação das tarefas por tipo de operador e localização do mesmo no armazém, permitindo economia de movimentação e tempo de operação. As tarefas são direcionadas por radiofrequência diretamente ao operador, sem papel, orientação da supervisão ou outra perda de tempo. Segundo Gurgel (2000), a inserção de dados no sistema de informação pode

ser processada por coletores de dados via radiofrequência, que lêem o código de barras dos itens movimentados e as etiquetas colocadas nos endereços. Por leitura ou escaneamento, ocorre a entrada de dados no sistema, o que pode se dar tanto no armazenamento dos produtos nos endereços como na separação dos pedidos. Normalmente, estas etapas são executadas por diferentes equipes.

2.5 Gerenciamento de Embarques

O SGA prepara os pedidos e agrupa os materiais para racionalizar movimentação e tempo. A maioria dos sistemas de gerenciamento de armazéns pode identificar, de acordo com uma dada parametrização, qual a melhor forma de carregamento e sequenciamento dos veículos cadastrados e disponíveis para a execução do embarque. No SGA, as demandas de clientes localizadas na mesma região geográfica são separadas ao mesmo tempo para serem carregadas juntas no mesmo veículo. A integração do sequenciamento da separação com as rotas previamente cadastradas e as informações cadastrais dos clientes permitem expressiva redução de custos operacionais nos processos de armazenagem e distribuição. No sistema, fazem-se estimativas da cubagem e peso dos pedidos de múltiplos clientes que serão levados no veículo (BALLOU, 2006).

A complexidade das heurísticas de carregamento se deve à variedade de itens, volumes, rotas e pontos de entregas demandados por clientes. Problemas de roteirização são intrinsecamente complexos. *Softwares* podem auxiliar, principalmente quando há múltiplas coletas e entregas. Muitas vezes, o SGA tem uma interface com o Sistema de Gerenciamento de Transportes (SGT), o que auxilia no gerenciamento dos transportes dos produtos oriundos de um processo de armazenagem e separação (BALLOU, 2006).

3 A PESQUISA

A empresa que sediou a pesquisa foi fundada em 2007, em São Leopoldo, no Rio Grande do Sul. Possui um complexo com 5.000m² de área construída e um terreno de 30.000m² e inaugurou um Centro de Distribuição em São Paulo em 2010. Vende e

entrega suprimentos no mercado corporativo. Os produtos são separados em divisões: (a) *Office*: réguas, canetas, lápis, grampeadores de papel, clips, talonários, pastas de arquivo, quadros brancos, papéis de tamanhos A3 e A4; (b) *Infoware*: adaptadores de tomada, cabos de conexão, capas para computadores, cartuchos de tinta, *mouse*, *mouse pad*, *pen drive*, pilhas, *toner*, entre outros; (c) *Coffee Break*: achocolatados, açúcares, adoçantes, diversos tipos de águas, cereais, biscoitos, chás, copos, guardanapos, leites, refrigerantes, sucos; (d) Higiene: absorventes de banheiro, águas sanitárias, álcool gel, amaciantes e desinfetantes de roupas, aspiradores de pó, baldes, vassouras, ceras para pisos, detergentes, materiais para higienização de ambientes; (e) EPI's: capacetes, calçados, cremes de proteção, luvas, máscaras de proteção, produtos de proteção auditiva e visual, uniformes e roupas especiais; e (f) *Rental*: aluguel de equipamentos, tais como veículos, plataformas elevatórias, máquinas para limpeza, equipamentos industriais e geradores de energia.

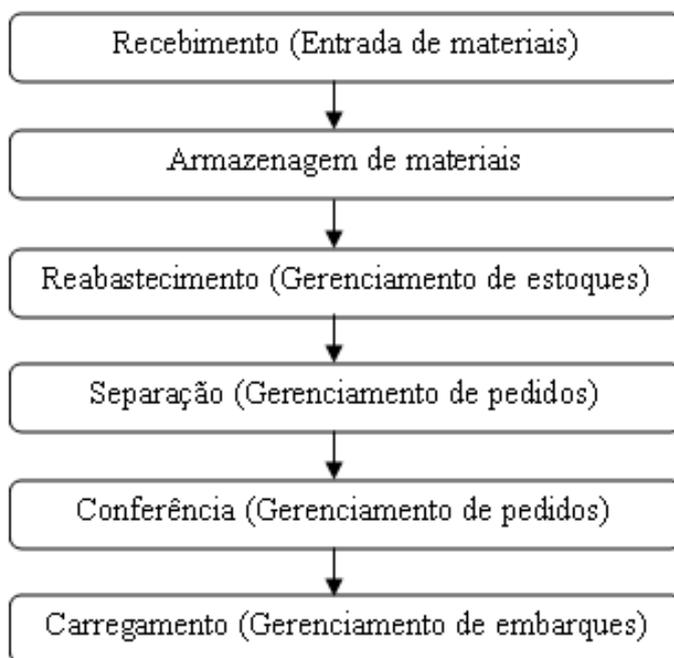
Cada divisão possui equipes treinadas com conhecimentos específicos da área. Além do suprimento e da distribuição dos produtos, a empresa fornece serviços de apoio, tais como a entrega ponto-a-ponto, cuja principal característica é a entrada do operador logístico (entregador) diretamente na linha de produção ou nos departamentos da empresa indicada pelo cliente. Serviços associados às entregas formam o principal fator competitivo da empresa.

3.1 O Cyber WMS

O SGA escolhido foi o Cyber WMS. O projeto iniciou em outubro de 2009 e a operação em janeiro de 2010. As atividades de implantação incluíram: estudo e mapeamento dos produtos de maior giro no armazém com organização física dos mesmos; cadastro de códigos de barra para os produtos que não possuíam tais códigos; parametrização dos produtos (altura, largura, profundidade, peso etc.); adequação ao processo e treinamento de fornecedores; endereçamento físico com identificação por códigos de barra e levantamento da cubagem dos endereços físicos: pulmão (estoque de segurança) e *picking* (separação de produtos da armazenagem). O projeto foi desenvolvido seguindo etapas: (a) desenho do processo logístico existente antes da implantação; (b) análise das principais funcionalidades do Cyber WMS; (c) desenho do processo logístico ideal para a operação; (d) trabalho de adequação do

leiaute e fornecedores; (e) levantamento dos dados mestres dos produtos e armazém para o sistema; (f) treinamento dos operadores logísticos do armazém; (g) testes integrados das etapas parametrizadas do sistema; (h) inventário geral de todo o centro de distribuição; e (j) implantação do sistema com adequação temporária da comercial da empresa. A Figura 1 apresenta o fluxo do processo logístico do sistema.

Figura 1 - Fluxo operacional das atividades no centro de distribuição



Dentre as várias funcionalidades do Cyber WMS, pode-se citar as principais:

- a) leiaute gráfico do armazém: possibilita a criação da realidade física dos endereços de armazenamento os quais podem ser vistos na tela do sistema;
- b) seleção automática de pulmão: de acordo com a parametrização, o sistema sugere os endereços de pulmão mais próximos dos endereços de *picking*;
- c) restrição de armazenagem por estrutura, peso, nível, volume, validade e lote;
- d) separação de materiais por onda: possibilita que o separador ao executar um pedido não necessite caminhar tanto no leiaute promovendo o aumento da produtividade;

- e) abastecimento de *picking* automático, sob demanda de pedidos ou por parametrização da quantidade mínima e máxima de produtos no endereço;
- f) controle de validade e lote de produtos;
- g) tarefas por convocação: não há documentação de *picking* (lista de separação) ou ordem verbal da supervisão. O próprio separador recebe no coletor de dados a convocação ativa das suas atribuições ficando armazenado o que é realizado;
- h) mensuração da produtividade: emite relatórios da produtividade de cada tipo de tarefa por operador com quantidade de produtos e pesos movimentados;
- i) interface direta com ERP; e
- j) montagem de carga de pedidos por rotas: possibilita a montagem de conjuntos de pedidos para um determinado ponto geográfico facilitando a distribuição.

A Figura 2 apresenta a tela de interface para controle de leiaute gráfico do armazém. A Figura 3 apresenta a tela de controle de atividades do sistema.

Figura 2- Leiaute gráfico: controle de endereços e tarefas do depósito

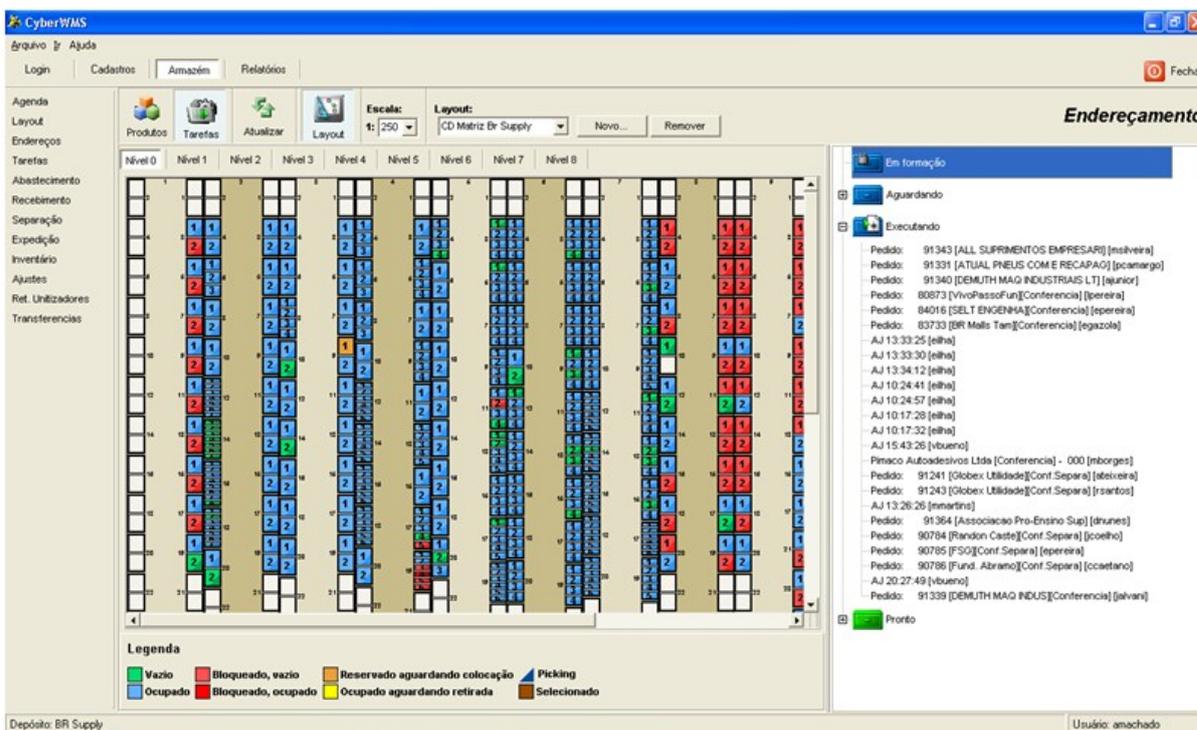
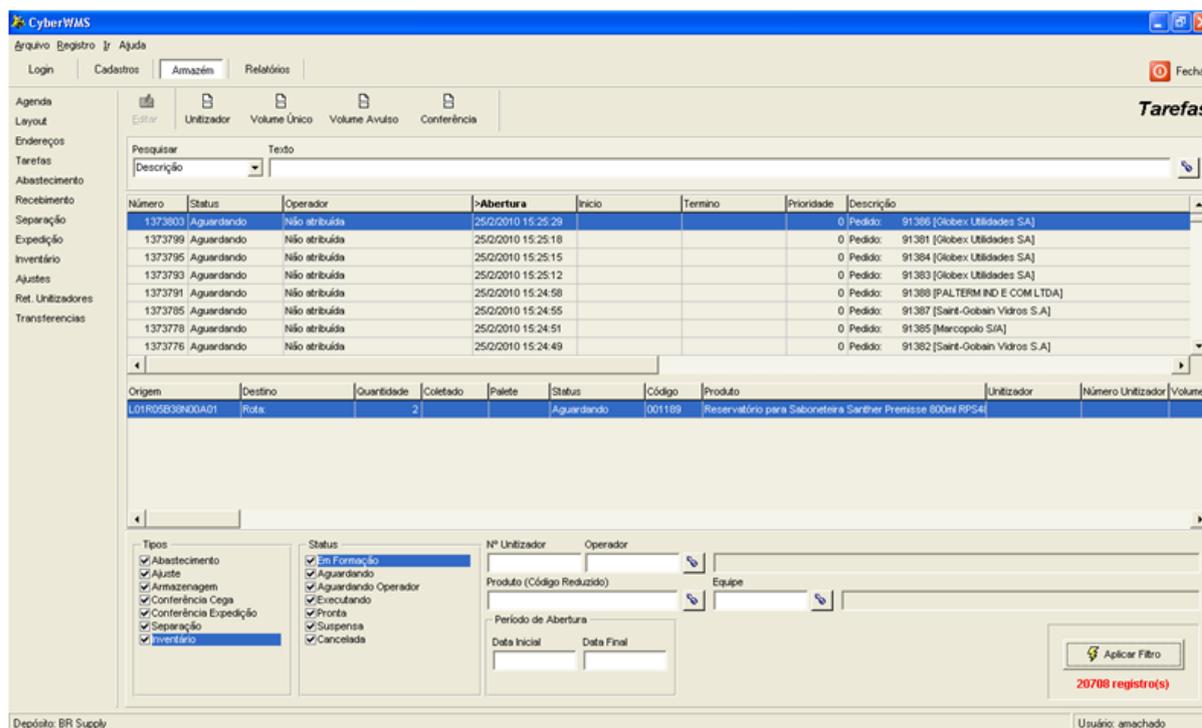


Figura 3 - Tela de controle das tarefas do Cyber WMS

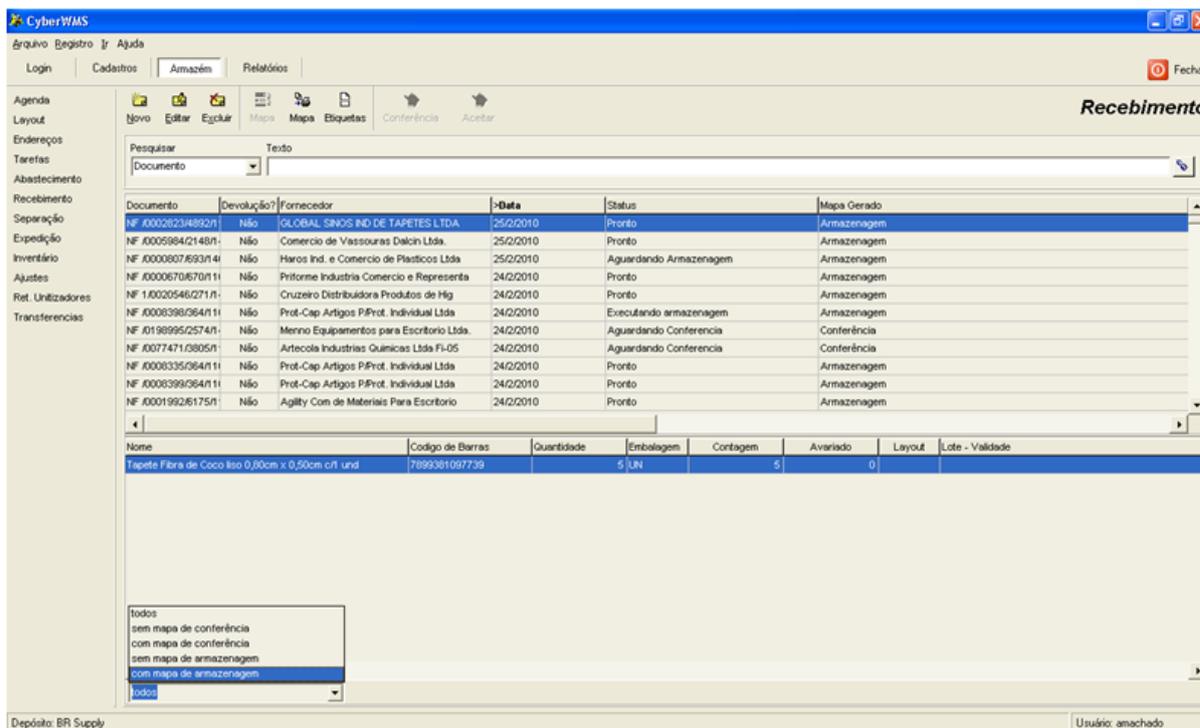


3.2 Entrada de Materiais (Recebimento)

O processo de recebimento de materiais se dá em duas etapas: conferência cega e armazenagem. Os veículos de entregas são encaminhados para as docas de recebimento, onde ocorre o lançamento fiscal dos materiais e a conferência cega no Cyber WMS. Por RF, o operador recebe a convocação e se dirige à doca onde está o material. Ao chegar, o operador lê o código de barra do material e digita no coletor de dados a quantidade recebida. O sistema lê as informações de entradas do coletor e compara com as informações de lançamentos fiscais do ERP, integrados por sincronizador ativo. Divergências entre registros físicos e fiscais são apontadas pelo sistema. Nestes casos, o WMS solicita recontagem, pois erros de entrada poderão causar erros no inventário, falhas no atendimento de pedidos e consequente elevação do custo operacional.

A Figura 4 apresenta a tela de controle de recebimento de materiais do sistema.

Figura 4 - Tela de controle de recebimento de materiais



3.3 Armazenagem de Materiais

Ao terminar o processo de conferência cega no recebimento, o encarregado da área gera o mapa de armazenagem, um gerador de tarefas no sistema que pode ser automático ou manual. Alguns parâmetros da configuração do sistema determinam a forma como serão armazenados os materiais. Todos os produtos a serem gerenciados pelo sistema devem ter um endereço de *picking* cadastrado, o que garante a utilização do endereçamento eletrônico e rastreabilidade dos produtos.

Dessa forma, ao entrar um item na conferência cega, o sistema verifica automaticamente a quantidade existente do material no seu endereço de *picking*. Se a quantidade prévia mais a quantidade recebida superar uma quantidade mínima parametrizada, o sistema determina que uma fração do produto seja armazenada no endereço de *picking*, para disponibilidade imediata do material. O restante é destinado aos endereços de pulmão. Os endereços de *picking* encontram-se na parte inferior das estruturas porta-paletes (disponível para a equipe de separadores). Os endereços de pulmão são localizados nos níveis superiores das estruturas porta-paletes (estoque de garantia temporário). O sistema possui a função *nearest location*, que procura endereços de pulmão sempre próximos dos endereços de *picking* do produto a ser

armazenado e dos últimos endereços de pulmão utilizados pelo sistema referentes ao mesmo produto.

Na etapa de armazenagem, o sistema pode ter algumas restrições na sua parametrização, tais como: nível, peso e volumes fazendo com que endereços não apropriados ao produto sejam ignorados neste momento. Esse processo garante segurança e controle das características físico-químicas dos materiais e a segurança no ambiente de trabalho. Outra parametrização importante é a norma de paletização, que utiliza o cadastro de lastro e altura de caixas padronizadas para os produtos, facilitando a unitização de volumes de um mesmo material. Nos pedidos com grande quantidade de um mesmo item, a norma permite a separação de um palete inteiro do material, reduzindo tempo de movimentação e esforços por parte dos operadores. O próprio sistema emite uma etiqueta em tamanho A4 identificando o palete que será armazenado numa dada altura da estrutura de armazenagem. Essa etiqueta contém dados importantes do material, tais como: endereço, código de barras, descrição do material e quantidade do mesmo no volume unitizado.

Havendo tarefa de armazenamento, o sistema direciona a mesma para o primeiro usuário armazenador disponível. Cada usuário é cadastrado de acordo com a sua atribuição dentro do armazém. O sistema aponta o endereço que o armazenador deverá armazenar o material ou palete. Nos casos de armazenamento de material paletizado, nos endereços de pulmão, o sistema sugere o mais apropriado, porém, o operador poderá identificar outro endereço e guardar o referido material onde achar melhor. Nos casos que o armazenamento é feito diretamente no endereço de *picking*, o operador não tem escolha e deverá armazenar no endereço indicado pelo sistema. Caso algum produto recebido não possua endereço de *picking*, o sistema tranca o recebimento até o correto cadastro do mesmo. O Quadro 1 exemplifica o endereçamento utilizado pela empresa.

Quadro 1 - Nomenclatura do endereçamento eletrônico

L01 R08 B20 N00 A02	
L01	Leiaute ou depósito de número 1
R08	Rua 8 do depósito 1
B20	Bloco 20 da rua 8
N00	Nível 0 (chão) do bloco 20
A02	Apartamento 2 do nível 0

Agilidade na informação é fator importante no processo de armazenagem. As demandas do sistema são direcionadas aos operadores logísticos do depósito por rádio-freqüência, o que garante agilidade na alocação das atividades logísticas. Cada convocação ativa emitida pelo Cyber WMS possui registros de emissão, hora do aceite da convocação, início e término das atividades produtivas, proporcionando controle eficaz da produtividade das operações.

3.4 Gerenciamento de Estoques

Os registros de estoques garantem a acuracidade das informações de quantidades e localização dos produtos. Também auxiliam nos cálculos de giro de estoque e na medição da produtividade da operação, a partir da interface com o ERP da empresa. O Cyber WMS atende a necessidade do controle de ativos. Suas informações desencadeiam processos que envolvem vários departamentos tais como: área fiscal, comercial, financeira, compras etc. A área de compras utiliza os registros de estoque dos produtos para a realização do planejamento e controle da aquisição dos materiais. A área de operações utiliza as informações do sistema desde o recebimento físico dos materiais até a distribuição dos pedidos por transporte rodoviário.

O Cyber WMS reabastece os endereços de *picking* segundo as retiradas dos endereços de pulmão (estoque de segurança). O sistema registra o endereço de pulmão em que estavam os itens e os endereços de *picking* para os quais foram deslocados. Nesse processo, o sistema sempre vai sugerir a retirada dos produtos mais antigos dos endereços de pulmão. O sistema possui um cadastro de estoque mínimo e máximo que os endereços de *picking* comportam. Segundo as demandas de pedidos de separação, o sistema vai calculando e disparando atividades de reabastecimento do depósito. O sistema também auxilia na auditoria dos estoques. O processo de inventário fica facilitado, pois todas as informações já estão disponíveis no sistema. O WMS possui várias formas de realização de inventário, tais como: (a) Por endereçamento: pode-se criar as tarefas de inventário por ruas, por blocos, por um determinado número de apartamentos (local de estoque); (b) Por produto: pode-se criar por códigos de barras, por código reduzido (código do ERP), por famílias de produtos; e (c) Por carga de dados: pode-se carregar uma carga de dados por planilha eletrônica com uma população de itens a serem inventariados ou endereços.

No processo de inventário, um benefício oferecido pelo sistema é o uso do endereçamento eletrônico. O sistema convoca os operadores cadastrados a realizar a contagem, destinando-os aos endereços dos produtos. O sistema calcula as quantidades apontando divergências em relação aos dados anteriores e sugerindo recontagens. Todo o processo se dá com o auxílio dos coletores de dados por rádio-freqüência. Houve aumento no rendimento operacional da equipe, aceleração do fluxo dinâmico de informações e redução nos esforços físicos por parte da movimentação.

A Figura 5 apresenta o mapa de abastecimento de *picking*.

Figura 5 - Mapa de abastecimento de *picking*

CyberWMS – Abastecimento					
Mapa de Abastecimento de Picking					
Documento: AB572900(Data 29/03/2007
Operador: _____					
Do Endereço	Para o Endereço	Palete	Quantidade	Produto	
L01 R01 B01 N04 A02	L01 R01 B01 N00 A01	481927660	88 CX/12	7891000315606	NESCAFE MATINAL 200GR 3156
L01 R01 B01 N05 A01	L01 R01 B01 N00 A01		44 CX/12	7891000315606	NESCAFE MATINAL 200GR 3156
L01 R01 B04 N05 A01	L01 R01 B33 N00 A02		38 CX/24	7891000030332	MOCA FIESTA ALPINO 380GR
L01 R01 B10 N03 A02	L01 R01 B10 N00 A02		91 CX/27	7891000379103	NESCAU PRONTINHO 200ML 4276
L01 R01 B11 N05 A02	L01 R01 B11 N00 A01		51 CX/24	7891000029329	NESCAFE TRADICAO 100GR 415711
L01 R01 B15 N02 A02	L01 R01 B14 N00 A01		23 CX/48	7891000120101	CREME LEITE NESTLE LT 300GR 1201
L01 R01 B16 N02 A03	L01 R01 B15 N00 A01		64 CX/24	78921528	NESCAFE TRADICAO 50GR 415709
L01 R01 B18 N03 A01	L01 R01 B21 N00 A01		17 CX/18	7891000011300	NESTON 400GR 2488
L01 R01 B19 N05 A01	L01 R01 B19 N00 A01		43 CX/48	7891000370100	NESCAU 200GR 3701
L01 R01 B20 N01 A01	L01 R01 B20 N00 A02	338017450	47 CX/27	7896034620030	ACHOCOLATADO LIQ. PARMALAT TP 201
L01 R01 B22 N01 A02	L01 R01 B20 N00 A02		3 CX/27	7896034620030	ACHOCOLATADO LIQ. PARMALAT TP 201
L01 R01 B24 N03 A02	L01 R01 B24 N00 A02		55 CX/24	7891000155806	MOCA FIESTA BRIGADEIRO 385GR 4311
L01 R01 B25 N01 A01	L01 R01 B25 N00 A01		12 CX/18	7891000011287	MUCILON ARROZ 400GR 2486
L01 R01 B25 N03 A02	L01 R01 B20 N00 A01	571869	8 CX/24	7891000010860	NESCAFE TRADICAO SACHET 24X50GR .
L01 R01 B25 N04 A01	L01 R01 B20 N00 A01		115 CX/24	7891000010860	NESCAFE TRADICAO SACHET 24X50GR .
L01 R01 B26 N04 A01	L01 R01 B26 N00 A01		47 CX/24	7891000002919	NAN 1 SEMESTRE 454GR 2001
L01 R01 B27 N01 A01	L01 R01 B27 N00 A01		16 CX/24	7891000252604	FARINHA LACTEA 400GR 2521
L01 R01 B28 N01 A01	L01 R01 B28 N00 A01	400824229	13 CX/24	7891000148105	LEITE MOLICO INSTANTANEO DESNATAI
L01 R01 B30 N03 A01	L01 R01 B30 N00 A01		15 CX/24	7891000002926	NAN 2 SEMESTRE 454GR 2002

3.5 Gerenciamento de Pedidos

O Quadro 2 aponta as principais diferenças entre o antigo e o novo processo de separação.

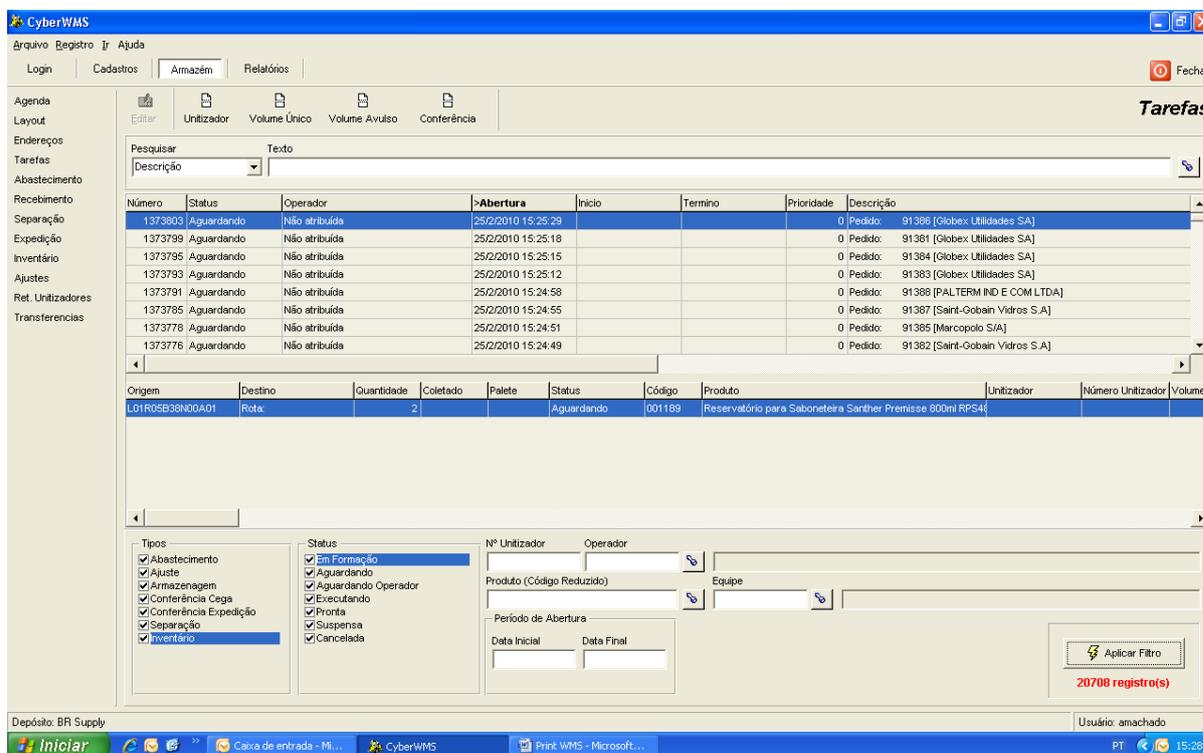
Quadro 2 - Comparativo do processo antigo de separação e o novo

Processo antigo (lista de separação)	Processo novo (separação por rádio-frequência)
O processo de gerenciamento dos pedidos iniciava com a integração do sistema comercial e o ERP da empresa e posterior impressão manual da lista de separação.	Ocorre a integração entre o sistema comercial e o ERP, porém, a integração do pedido no Cyber WMS é automática e sem a necessidade de impressão de lista de separação.
O Serviço de Atendimento ao Cliente levava em mãos a lista de separação para o supervisor do armazém.	O sistema emite a convocação ativa automaticamente para os separadores logados em seus coletores, por rádiofrequência.
A separação dependia de os separadores saberem a localização dos itens no armazém. O deslocamento dos separadores era dispendioso com movimentação excessiva de pessoas no armazém.	O endereçamento eletrônico garante a separação em onda que ocorre da rua maior até a menor, evitando movimentação desnecessária da equipe. Itens de maior giro localizam-se mais próximos da área de carregamento.
Os separadores não tinham noção das quantidades de caixas necessárias para a separação dos pedidos, tornando o processo impreciso.	Como há informações de cubagem de materiais, ao disparar um pedido de separação, o sistema informa ao separador os tipos e quantidades de caixas, evitando movimentação desnecessária.
O ato de separar dependia do conhecimento por parte dos separadores dos itens e suas unidades de medida, um processo impreciso que resultava em erros de separação e envio de materiais errados para os clientes.	A utilização da codificação de barra nos produtos e endereços faz com que o separador leia tanto o código de barra do endereço quanto o do produto. Com isso a garantia do envio de materiais de acordo com os pedidos eleva-se.
Como era fornecida uma listagem de itens e quantidades por pedido não se tinha o controle efetivo dos itens em falta no armazém, promovendo atrasos no atendimento dos pedidos.	O controle de faltas e envio de pedidos parciais é documentado no sistema. A cada falta, o sistema fornece um "mapa de corte" que identifica eletronicamente aos controladores de pedidos as faltas relacionadas os mesmos.
No processo anterior não se tinha controle das atividades dos operadores.	Com os registros de início e término das tarefas por operador, a gestão do armazém pode controlar a produtividade.

Antes do Cyber WMS, a empresa empregava um processo inteiramente manual e com baixa acuracidade nas informações logísticas. Como se vê no quadro, as diferenças são significativas quanto aos ganhos em economia de movimentos e fluxo de informações. O processo de gerenciamento de pedidos no Cyber WMS facilita a etapa de carregamento, pois ao identificar vários pedidos de uma mesma localidade ou região, o sistema pode unificá-los na montagem de carga. Após a separação dos pedidos, estes passam por conferência para garantir que as quantidades carregadas estejam de acordo com a demanda. A conferência também é feita por leitura do código de barra. O processo é exatamente igual a separação, mas sem a necessidade de ir ao endereço e retirar os produtos: os mesmos ficam separados em caixas disponíveis para os conferentes. Algumas vezes, após um tempo de amadurecimento, a conferência pode ser reduzida ou até mesmo eliminada, pois a separação torna-se mais precisa devido ao WMS.

De maneira geral, o processo de informação tem apoiado tomadas de decisão. Na Figura 6, em uma única tela, a equipe do controle de pedidos pode ter visibilidade sobre toda a operação.

Figura 6 - Tela de controle de tarefas do WMS



3.6 Gerenciamento de Embarques

A empresa atende pedidos com quantidades variadas e diferentes pontos de entrega. Essa dificuldade diminui à medida que a separação agrega pedidos para a mesma região de entrega, otimizando o uso do transporte pelo aproveitamento do mesmo recurso em várias demandas.

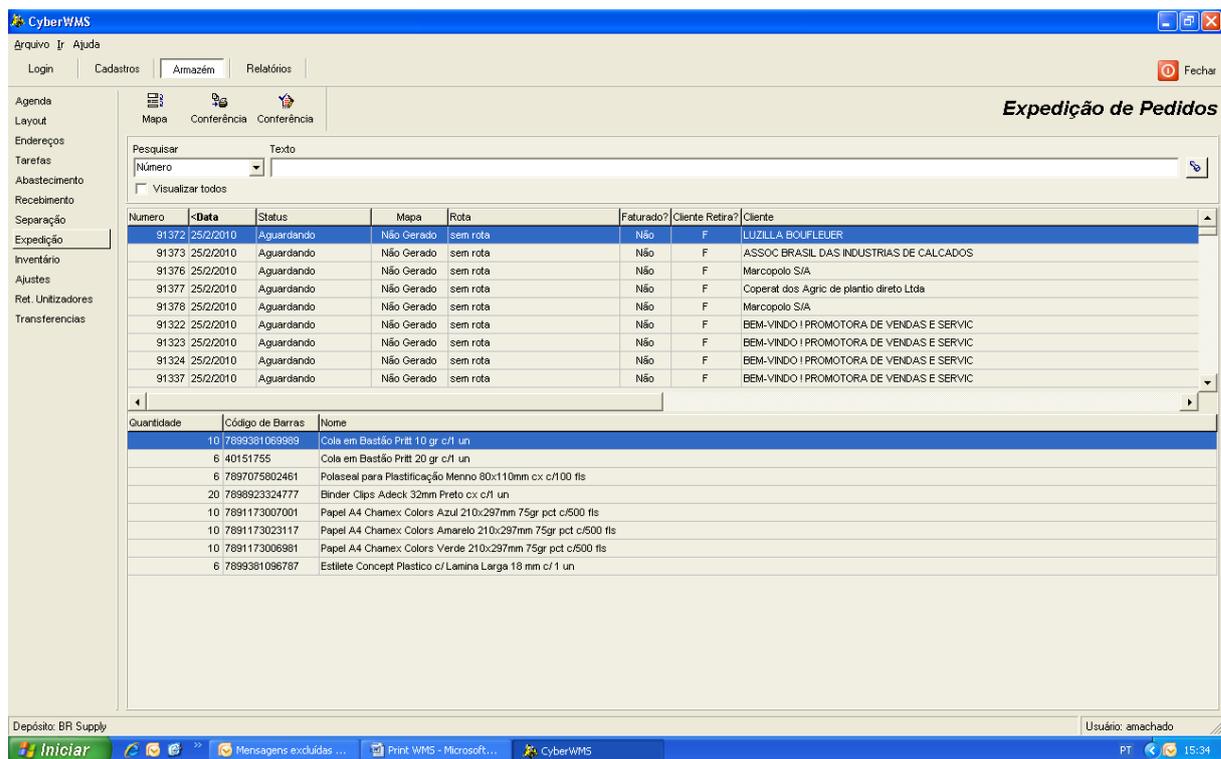
Após a conferência dos pedidos, os mesmos são identificados por volumes de embarque, normalmente caixas de papelão ou paletes amarrados com filme de PVC. Uma funcionalidade do WMS na etapa de embarque é a emissão automática das etiquetas coladas nos volumes que serão transportados. A etiqueta garante a rastreabilidade dos produtos, pois possuem um código de barra emitido aleatoriamente pelo sistema. Esta contém nome do cliente, endereço, numeração do volume, quantidade total do pedido e dados da empresa (Figura 7).

Figura 7 - Etiqueta de volumes utilizada no carregamento



A empresa opera um sistema de controle de pedidos após a emissão das notas fiscais. Nele, são criados todos os romaneios de distribuição com os pontos de entrega de cada cliente. Após a conferência do pedido, o Cyber WMS integra informações necessárias para a emissão da nota fiscal no ERP da empresa. Após a emissão da nota, o sistema as reconhece, disponibilizando-as para a criação do romaneio de entrega e obedecendo a sequência imposta pelos pedidos oriundos do WMS. Antes da implantação, era utilizada a própria lista física de separação de itens para o faturista tirar a nota fiscal, de modo manual, dispendioso e sujeito a falhas (Figura 8). A interface com o ERP foi parametrizada para controle de saldos no estoque, desde o recebimento até a emissão da nota fiscal. Essa interface já poderia ter sido incluída na etapa de criação e emissão de ordens de compra de material, pois a empresa não possui sistema automatizado de Planejamento das Necessidades de Materiais e de emissão de ordens de compra.

Figura 8 - Tela de controle da expedição



4 DISCUSSÃO

O Cyber WMS trouxe ganhos em produtividade e eficácia nas informações. Houve diminuição de custos, padronização das informações, redução de horas-extras e vantagens no atendimento das necessidades dos clientes. A empresa não autorizou a divulgação de informações financeiras, porém informou que o tempo de retorno do investimento foi menor que dois anos.

No antigo processo de separação, em média os separadores gastavam 60% a 80% do tempo em deslocamento dentro da instalação. Algumas definições incorporadas ao novo sistema contribuíram para a diminuição da movimentação no armazém e ganho em eficiência:

- a) criação de um modo de separação de itens por carga, para pedidos com materiais em comum, porém destinados a pontos de entregas diferentes. Este modo permite unitizar materiais para pedidos similares;
- b) estoque de separação mais próximo da área de conferência;

- c) sugestão das quantidades de embalagens (caixas de papelão) pelo Cyber WMS segundo a metragem cúbica dos produtos a separar;
- d) configuração do Cyber WMS para separação em onda, ou seja, o separador inicia pela rua mais distante da área de conferência e termina na rua mais próxima sem retornos aos locais já visitados;
- e) deslocamento do estoque dos itens menores (miudezas) para área mais próxima à conferência de pedidos;
- f) disposição física dos produtos em alturas de fácil alcance para o separador;
- g) horários diferenciados para entrada e saída de produtos dos locais de armazenagem;
- h) aquisição de carros de transporte com altura e condição ergonômica; e
- i) nos endereços de *picking*, evitar a armazenagem de dois ou mais produtos, pois exige dos separadores tempo adicional para localizar o produto.

Com base nas informações de consumo dos últimos seis meses, originadas do ERP, os materiais foram classificados segundo a curva ABC: os itens de maior giro (A) foram estocados mais próximos da saída do armazém; os de médio giro (B) no meio da área de armazenagem e os de baixo giro (C) nas áreas mais distantes da saída do processo. Essa forma de armazenagem diminuiu a movimentação dos operadores logísticos. Deve-se ter um processo de manutenção do método, pois as classes mudam em função de alteração de itens e quantidades dos mesmos.

Outro ponto a comentar é a armazenagem por família ou linha de produtos. Essa forma caiu em desuso com a utilização do endereçamento automático. Por ora, a empresa ainda utiliza parcialmente a armazenagem por família de produtos, mas entende que aumentará a produtividade da separação ao utilizar totalmente a armazenagem pelo giro de material.

O método de armazenagem dos produtos e o uso dos endereços do armazém afetam a produtividade dos separadores de produtos.

Os benefícios da ferramenta foram percebidos e mensurados nos meses seguintes à implantação. Verificou-se aumento da quantidade de materiais separados pelos operadores e diminuição dos erros de separação de materiais. Atualmente, a área

comercial da empresa tem a possibilidade de vender uma maior quantidade de pedidos e produtos, pois há demanda por parte do mercado. Tal fator foi identificado logo após a implantação do WMS.

O Cyber WMS possui relatórios para gerenciamento e tomadas de decisões, tais como o Relatório de Produtividade por Operador. Este pode ser extraído a partir de um filtro no qual seleciona-se qual o tipo de tarefa e quais operadores interessam em um determinado período. As informações fornecidas pelo sistema são: número de tarefas, tempo total de execução das mesmas, quantidades de itens movimentados no período, quantidade de peças por homem/hora, peso aproximado dos materiais e quilos por hora movimentados na tarefa. Com base neste relatório, a empresa pode fazer alguns controles gerenciais de qualidade e de produtividade na operação. A empresa possui o Indicador de Eficácia na Separação de Pedidos – IESP, que mensura dentro de um determinado período qual a percentagem de separações com ao menos um erro identificado pelos conferentes. Também controla o indicador quantidades separadas de peças/homem/hora para vendas *top* (entrega imediata) e programadas. O relatório é apresentado na Figura 9.

Figura 9 - Relatório da produtividade por operador

The screenshot shows the 'Produtividade por Operador' report in the CyberWMS system. The report is for the period from 1/2/2010 to 25/2/2010, dated 25/2/2010. The data is as follows:

Operador	Tarefas	Tempo	Quantidade	Ordens/Hora	Peso	Quilos/Hora
Daniel Nunes	352	150h20m54s	28.649	190,508	21.187,720	140,9242
Total Gerat:		150h20m54s	28.649	190,508	21.187,720	140,9242

A Tabela 1 apresenta estes indicadores no mês de dezembro de 2009 (antes da implantação do Cyber WMS) e nos meses fevereiro e março de 2010 (após a implantação).

Tabela 1 - Indicadores de desempenho antes e após a implantação

mês	IESP	peças por homem.hora	
		top	programada
dez/09	7,2%;	96	270
jan/10	8,1%	88	259
fev/10	4,2 %	117	324
mar/10	2,5%	123	349
abr/10	2,2%	134	380

No período de transição houve queda de desempenho. Como os fatores de cubagem versus quantidades de produtos necessários para atendimento dos estoques em separação (*picking*) não foram bem analisados, ao iniciar a operação, a equipe de ressuprimento de materiais não conseguiu dar conta da alta demanda de atividades. Tal fato ocorreu em função das melhorias de identificação de endereços e o aperfeiçoamento da equipe na utilização do WMS estudado. Embora a amostragem ainda seja menor do que um semestre, os primeiros dados apontam positivamente acerca da escolha da ferramenta e do processo de implantação.

Tal acréscimo de produtividade resultou em abaixamento de custo. A empresa pode aumentar sua fatia de mercado se decidir abaixar preços, pois baixo preço é o fator de competição que a empresa mais persegue e que os clientes mais valorizam.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste artigo foi descrever um estudo de caso no qual foi investigado como a implantação de um sistema de gerenciamento de armazéns pode contribuir para o aumento da produtividade e da redução de custos em uma empresa fornecedora de itens. O caso descreveu os benefícios da implantação de um Sistema de Gerenciamento de Armazém no processo logístico da empresa e de que forma agregou

benefícios relacionados à produtividade e à velocidade no fluxo de informações no centro de distribuição.

Do ponto de vista empresarial, a pesquisa trouxe contribuições. A pesquisa apontou que o processo anterior utilizava folhas de processo ou listas de separação e havia dependência de supervisores para determinação das atividades deixava o processo caro e lento. Também apontou que o novo processo passou a ativar os funcionários diretamente nos coletores via rádio-freqüência, o que acelerou a operação, em função da informação mais rápida recebida via SGA. Concluída a pesquisa, algumas melhorias foram apontadas pela equipe que trabalhou no projeto e que podem servir como sugestões de continuidade:

- a) Estabelecer horários diferentes para equipes de armazenadores e separadores, em função do excesso de movimentação de empilhadeiras nos corredores do depósito;
- b) Os endereços de *picking* devem ter metragem cúbica para no mínimo duas semanas de estoques, pois são utilizadas horas-extras com freqüência no reabastecimento;
- c) Estipular uma forma de premiação por produtividade;
- d) Apontar itens em desuso ou sem giro no depósito para desocupação de endereços, pois já há falta de espaço para expansão de endereços de separação;
- e) disparar pedidos de compra em função de estoques mínimos pelo Cyber WMS;
- f) interligar o WMS com o Sistema de Gerenciamento de Transporte (SGT); e
- g) elaborar o roteamento de entrega pelo Cyber WMS, facilitando a entrega ponto-a-ponto nos setores demandantes dos pedidos, mesmo após retenção da nota fiscal no recebimento do cliente.

A empresa possui grande demanda por parte do mercado e venda restringida pela disponibilidade de material separado. O recente aumento de produtividade poderá em breve se transformar em aumento de venda, pela possibilidade que surgiu de reduzir preços aos clientes.

Do ponto de vista científico, também houve contribuição.

A pesquisa apontou que os benefícios mais percebidos na empresa com a implantação do SGA foram o aumento da produtividade e a diminuição de erros na separação e entrega de produtos. Esta foi a principal contribuição da pesquisa e permite enunciar duas hipóteses para futuras pesquisas:

- *H1*: A entrada de SGA's automatizados aumenta a produtividade em operações de armazenagem, mensurada por um indicador do tipo peças/(homem/hora); e
- *H2*: A entrada de SGA's automatizados reduz erros de embarques em operações de armazenagem, mensurada por um indicador do tipo % de separações com ao menos um erro.

Sugere-se que tais hipóteses sejam exploradas em novo estudos de caso confirmatórios, que refinem e robusteçam o conhecimento se tem acerca de resultados e implicações de implantação de sistemas automatizados de gestão de atividades de armazenagem.

REFERÊNCIAS

- ARBACHE, F.; SANTOS, A.; MONTENEGRO, C. **Gestão de logística, distribuição e trade marketing**. Rio de Janeiro: FGV, 2004.
- ARNOLD, J. **Administração de materiais**: uma introdução. São Paulo: Atlas, 1999.
- BALLOU, R. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. Porto Alegre, 2006.
- BANZATO, E. **WMS - Warehouse management system**: sistema de gerenciamento de armazéns. São Paulo: IMAN, 1998.
- BECKEDORFF, I.; GÄRTNER, R. **Armazenagem e movimentação de materiais**. Indaial: Asselvi, 2008.
- CORRÊA, H.; CAON, M. **Gestão de serviços**: lucratividade por meio de operações e de satisfação dos clientes. São Paulo: Atlas, 2002.
- GOMES, C.; RIBEIRO, P. **Gestão da cadeia de suprimento integrada à tecnologia da informação**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- GU, J.; GOETSCHALCKX, M.; MCGINNIS, L. Research on warehouse operation: A comprehensive review. **European Journal of Operational Research**. v.177, n.1, Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v.12, n. 1, p. 46-72, jan./mar. 2012.

p.1–21, 2007.

GUE, K.; MELLER, R.; SKUFCA, J. The effects of pick density on order picking areas with narrow aisles. **IIE Transactions**, v.38, n.10, p. 859-868, 2006.

GURGEL, F. **Logística industrial**. São Paulo: Atlas, 2000.

KELLE, P.; AKBULUT, A. The role of ERP tools in supply chain information sharing, cooperation, and cost optimization. **International Journal of Production Economics**, v.93-94, n.1, p.41-52, 2005.

KIM, C.; YANG, K; KIM, J. A strategy for third-party logistics systems: a case analysis using the blue ocean strategy. **Omega**, v. 36, n.4, p.522–534, 2008.

KOSTER, M.; THO, L.; ROODBERGEN, K. Design and control of warehouse order picking: a literature review. **European Journal of Operational Research**, v. 182, p. 481–501, 2007.

KWOK, S.; WU, K. RFID-based intra-supply chain in textile industry. **Industrial Management & Data Systems**, v.109, n.9, p.1166–1178, 2009.

KUEI, C.; MADU, C.; WINCH, J. Supply chain quality management: a simulation study. **Information and Management Sciences**, v.19, n.1, p.131-151, 2008.

LACERDA, L. Armazenagem e localização das instalações. In: FLEURY, P.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. **Logística Empresarial: a perspectiva brasileira** (Coleção COPPEAD de Administração). São Paulo: Atlas, 2000.

LING-FENG, H.; LIHUI, T. The optimum design of a warehouse system on order picking efficiency. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v.28, n.5/6, p.626-637, 2006.

NACIRI, S.; CHEIKHROUHOU, N.; POULY, M.; BINGGELI, J.; GLARDON, R. ERP data sharing framework using the Generic Product Model (GPM). **Expert Systems with Applications: An International Journal**, v.38, n.2, p. 1203-1212, 2011.

NAZÁRIO, P. Tecnologia de informação aplicada à logística. In: FLEURY, Paulo F.; WANKE, Peter; FIGUEIREDO, Kleber F. **Logística empresarial: a perspectiva brasileira**. 1.ed.11.reimpr. São Paulo: Atlas, 2009. p. 284-321.

NOVAES, A. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

POON, T.; CHOY, K.; CHOW, H., LAU, H.; CHAN, F.; HO, K. A RFID case-based logistics resource management system for managing order-picking operations in warehouses. **Expert Systems with Applications**, v.36, n.4, p.8277–8301, 2009.

RIBEIRO, P.; SILVA, L.; BENVENUTO, S. O uso de tecnologia da informação em serviços de armazenagem. **Produção**, v.16, n.3, p. 526-537, 2006.

RIM, S.; PARK, I. Order picking plan to maximize the order fill rate. **Computers & Industrial Engineering**, v.55, n.3, p.557-566, 2008.

SHIAU, J.; LEE, M. warehouse management system with sequential picking for multi-container deliveries **Computers & Industrial Engineering**, v.58, n.3, p.382-392, 2010.

TARANTILIS, C.; KIRANOUDIS, C.; THEODORAKOPOULOS, N. A Web-based ERP system for business services and supply chain management: Application to real-world process scheduling. **European Journal of Operational Research**, v.187, n.3, p.1310–1326, 2008.

WANG, H.; CHEN, SHUANG; XIE, YONG .An RFID-based digital warehouse management system in the tobacco industry: a case study. **International Journal of Production Research**, v.48, n.9, p.2513-2548, 2010.

WEISS, D.; FRYE, R. Small Parts Storage Systems. In: Tompkins, J. e Smith, J. (eds.) **The Warehouse Management Handbook**. Raleigh, NC: Tompkins Press, 1998.

WON, J.; OLAFSON, S. Joint order batching and order picking in warehouse operations. **International Journal of Production Research**, v.43, n.7, p.1427-1442, 2005.



Artigo recebido em 22/07/2010 e aceito para publicação em 23/09/2011.