

A logística enxuta como agente da gestão da cadeia de suprimentos de uma empresa montadora de veículos

Artigo a ser submetido ao periódico Gestão & Produção.

Vítor Vasata Macchi Silva (UFRGS) – vasata@hotmail.com

Giovana Savitri Pasa (UFRGS) – giovanapasa@producao.ufrgs.br

Resumo

Este artigo apresenta o estudo desenvolvido em uma empresa que presta serviços logísticos a uma grande montadora de veículos. O objetivo do estudo é propor uma política de armazenagem de componentes baseada no conceito de cadeia enxuta, que elimine desperdícios e solucione o problema de falta de espaço para alocação de materiais. Para isso, além da identificação e análise de volume dos produtos armazenados, é realizado o estudo do consumo dos itens considerados críticos e de seus respectivos intervalos entre recebimentos, de modo a identificar o comportamento da variação da quantidade de embalagens em estoque. Posteriormente é elaborada a proposta para política de pedidos e armazenamento dos itens a partir do sistema de revisão de estoques que opera de modo contínuo. O trabalho realizado revela a eficiência do modelo de análise desenvolvido, os possíveis benefícios obtidos a partir da implementação da proposta idealizada – como a redução de aproximadamente 50% na área ocupada pelas embalagens de itens críticos – e também as deficiências do sistema de revisão de estoques utilizado.

Palavras-chave: cadeia de suprimentos, logística enxuta, gerenciamento de estoques, indústria automobilística.

1. Introdução

Existem benefícios substanciais a serem ganhos ao administrar-se a cadeia de operações de modo que satisfaça o consumidor final. Esses benefícios centram-se em dois objetivos-centrais da Gestão da Cadeia de Suprimentos (GCS): satisfazer os consumidores e fazer isto de forma eficiente (SLACK *et al.*, 2002). Assim, a cadeia de suprimentos mais competitiva é aquela que alia a redução dos estoques intermediários à diminuição do custo total das operações (COOPER; ELRAM, 1993). Neste contexto, admite-se que, seja qual for a situação da cadeia de suprimentos, a implementação do modelo de produção enxuta ou de cadeia enxuta (*lean supply*) irá tornar a cadeia mais eficaz / eficiente (ALVES FILHO *et al.*, 2004).

Segundo Krafcik (1988) *apud* Lima e Zawislak (2003), o termo produção enxuta foi criado para expressar um sistema de produção caracterizado pela eliminação progressiva do desperdício, pelo fluxo contínuo com que os processos ocorrem, pela produção segundo a demanda do cliente no tempo e na quantidade estabelecidos e, por fim, pela relação próxima e de parceria com os fornecedores. Cooper e Elram (1993) e Bowersox *et al.* (1996) complementam afirmando que uma cadeia de suprimentos eficaz é aquela que propicia que atividades, processos, fluxos de materiais e informações estejam alinhados e integrados de modo a atender às necessidades de mercado, agregando valor aos produtos e serviços oferecidos.

Segundo Pires (1998), a indústria automobilística tem servido como setor modelo nas questões relacionadas à administração da produção e à GCS, especialmente com o advento da produção enxuta. Para Lima e Zawislak (2003), este sistema de produção disponibiliza uma relação de práticas que visam otimizar o *lead-time* (tempo demandado entre a entrada de matéria-prima na empresa até a saída do produto final), o tempo de agregação de valor (tempo em que o produto está sendo processado) e atender o *takt-time* (ritmo de vendas, ou seja, quantas peças são demandadas por turno de trabalho).

Sendo assim, visto que a competição tem crescido significativamente no mundo industrial – provocando o surgimento de novos desafios e oportunidades na forma de organizar e gerenciar a produção – a GCS tem emergido como uma promissora maneira de obter vantagens competitivas no mercado (PARRA; PIRES, 2003). Cardoso (1998) salienta ainda que existe na indústria automotiva um processo de reestruturação sistêmica ocorrendo sob o paradigma da produção enxuta que procura atingir a cadeia de fornecimento, de forma a exigir uma maior integração entre os elos. Levy (1997), por outro lado, levanta que em uma

cadeia de suprimentos global, os gestores lidam com prazos de entrega longos, altos custos de fretes, elevados estoques e atrasos significativos na resolução de problemas técnicos.

O problema analisado por este estudo relaciona-se com a GCS de uma grande empresa montadora de veículos realizada por uma empresa terceira especializada em serviços logísticos. Neste contexto, cabe a esta empresa armazenar os componentes de procedência externa ao complexo automotivo e abastecê-los no momento e na quantidade correta na linha de montagem final. Ocorre, entretanto, um acúmulo de componentes no armazém desta empresa possivelmente em virtude do longo intervalo de tempo entre recebimentos de pedidos – principalmente os advindos do continente asiático. Desta forma, o objetivo geral do presente trabalho é utilizar os conceitos de *lean supply* a fim de aprimorar o serviço oferecido, de modo que possibilite a redução da quantidade de itens em estoque e também do capital utilizado para sua manutenção. Por conseguinte, os objetivos específicos são a investigação da relação entre a quantidade de produtos importados estocados e a área de armazenagem requerida, e a proposição de uma abordagem enxuta a ser aplicada a um grupo de itens considerados críticos.

Para tanto, faz-se o inventário dos produtos armazenados, a identificação dos produtos estrangeiros estocados em grandes quantidades, o estudo de seu consumo e de seus respectivos intervalos entre recebimentos. Tais aspectos são relevantes na medida em que permitem que a empresa prestadora de serviços possua um controle mais rigoroso sobre o recebimento de pedidos e também sobre as quantidades entregues na linha de montagem da empresa cliente. Neste âmbito, este estudo propõe alterações na política de pedidos e, conseqüentemente, na política de armazenamento dos mesmos. Assim, com uma melhor gestão das informações referentes à cadeia de suprimentos dos produtos, podem ser aprimorados os processos de estocagem e abastecimento, tanto pela ótica da empresa cliente quanto da empresa prestadora de serviços logísticos.

A seguir são apresentados: (i) o referencial teórico utilizado para o estudo; (ii) os procedimentos metodológicos utilizados para estudar a abordagem original da gestão de materiais da empresa e possibilitar a elaboração da proposta de eliminação de desperdícios; (iii) o desenvolvimento das atividades programadas e os resultados alcançados e; por fim, (iv) as conclusões sobre o estudo desenvolvido.

2. Referencial Teórico

Os assuntos abordados no referencial teórico abrangem: (i) gestão da cadeia de suprimentos, (ii) logística enxuta e (iii) características e demandas do setor automotivo. Assim, a partir destas subseções, pretende-se contextualizar o ambiente em que as empresas prestadoras de serviços logísticos encontram-se e as demandas de seus principais clientes.

2.1 Gestão da Cadeia de Suprimentos

A cadeia de suprimentos abrange todas as atividades relacionadas com o fluxo e transformação de mercadorias desde o estágio de matéria-prima até o usuário final, bem como os respectivos fluxos de informações. Desta forma, a GCS configura-se na integração destas atividades, mediante relacionamentos aperfeiçoados com o objetivo de conquistar vantagens competitivas sustentáveis (HANDFIELD; NICHOLS JR., 1999). O conceito de GCS vem sendo amplamente difundido e há uma tendência das organizações e cadeias de organizações a adotarem diversas práticas que exploram os espaços de aumento de eficácia e eficiência de suas atividades (ALVES FILHO *et al.*, 2004).

Para Bowersox *et al.* (2006), a execução do processo de integração da cadeia de suprimentos requer práticas relacionadas à integração interna dos processos de negócios. Assim, para transformar a prática da cadeia de suprimentos em realidade, devem ser resolvidos quatro desafios operacionais: (i) liderança – para que a cadeia funcione como um processo gerenciado, (ii) lealdade e confidencialidade – para que empresas engajadas em distintas cadeias de suprimentos não entrem em conflitos legais; (iii) avaliação de desempenho – para que haja uma métrica das realizações da cadeia e; (iv) compartilhamento de risco / recompensa – para que as empresas dividam os resultados obtidos com equidade. Cooper *et al.* (1997) e Pires (2004) acrescentam ainda a identificação dos membros-chave da cadeia para cada processo de negócio e o compartilhamento de informações aos requisitos críticos para o sucesso de uma cadeia de suprimentos.

Ballou (2006) e Cooper *et al.* (1997) ressaltam que a GCS trata da integração dos processos de negócios com o objetivo de promover a criação de valor – para clientes, fornecedores e todos aqueles que possuem interesses diretos – através do atendimento de demandas de tempo e lugar. Desta forma, produtos e serviços não possuem valor a menos que estejam em poder dos clientes no momento e local em que estes pretendem consumi-los. A eficiência ao longo do canal de distribuição passa então pela lógica de compartilhamento de

informações e de planejamento conjunto entre seus diversos agentes (BOWERSOX *et al.*, 2006).

Segundo Bell e Davies (1997) as mudanças na direção do fluxo da cadeia de suprimentos, que deixa de ser orientado da produção para o consumo e passa a ser puxado pela demanda do consumidor, vem sendo facilitadas pelos avanços nas tecnologias de informação – visto pelos administradores ligados à área de serviços logísticos como principal fonte de produtividade e competitividade. Neste contexto, o compartilhamento de informações entre os membros-chave da cadeia provê uma visibilidade que permite que os membros tomem decisões capazes de melhorar a lucratividade de toda a cadeia (SIMATUPANG; SRIDHARAN, 2001 *apud* ARAGÃO *et al.*, 2004).

No que se refere ao processo de atendimento ao pedido do cliente, Doctker (2000) *apud* Ballou (2006) inclui a recepção do pedido (por meio físico ou eletrônico), a determinação da forma de pagamento, a seleção e embalagem das mercadorias, o embarque, a entrega, a disponibilização ao usuário final e o acerto de eventuais devoluções de produtos entre as etapas principais deste serviço. Desta forma, a administração das atividades de processamento do ciclo total do pedido é fundamental para atingir-se o pretendido nível de serviço ao cliente – e isto se torna ainda mais essencial quando se leva em consideração a exigência pela redução do tempo total do pedido (BALLOU, 2006).

Para Conceição e Quintão (2004) o sucesso de qualquer empresa depende da maneira como esta gerencia seus fluxos de materiais e informações (fluxo logístico) – o que impõe a necessidade de um alto nível de integração e coordenação entre processos logísticos de diferentes empresas de uma mesma cadeia de suprimentos. A logística existe então para mover e localizar o inventário de maneira a alcançar os benefícios desejados de tempo, local e posse a um custo total mínimo – onde o inventário possui valor limitado até que seja disponibilizado no tempo e local certos (BOWERSOX *et al.*, 2006).

2.2 Logística Enxuta

Womack *et al.* (1992) modelam a produção enxuta (*lean production*) como um sistema produtivo integrado que possui enfoque no fluxo de produção e produz em pequenos lotes de forma *just-in-time*. Assim, a partir de um nível reduzido de estoques, o *lean production* caracteriza-se por trabalhar com o conceito de produção puxada baseada em previsões de demanda, ações de prevenções de defeitos, flexibilidade de mão-de-obra,

envolvimento com vistas à maximização da agregação de valor ao produto final e relacionamentos de parceria entre fornecedores e clientes.

Logística enxuta é definida por Bowersox *et al.* (2006) como a habilidade superior de projetar e administrar sistemas para controlar a movimentação e a localização geográfica de matérias-primas, trabalhos em processo e inventários de produtos acabados ao menor custo total – onde o menor custo total significa que ativos financeiros e humanos comprometidos com a logística precisam ser mantidos em um mínimo absoluto, assim como as despesas operacionais. Desta forma, a proposta de valor logístico é vista pelos autores como parte de uma estrutura de custos exata, onde a chave para obter a liderança logística passa por aprimorar a arte de combinar competência operacional com comprometimento.

Segundo Alves Filho *et al.* (2004), após a introdução das modernas práticas de gerenciamento, como o *just-in-time* e o *total quality management*, passou a ser fundamental o estabelecimento de relações estreitas com fornecedores para que os produtos pudessem ser entregues com qualidade assegurada nas quantidades e prazos corretos. Ballou (2006) afirma que fábricas que operam em esquemas de produção *just-in-time* estabelecem relacionamentos com fornecedores com benefícios para ambas as partes através da redução de estoques e, conseqüentemente, de capital imobilizado. Assim, o aprimoramento da GCS pode levar a benefícios ligados a melhorias em processos como previsões de vendas, racionalização dos produtos e materiais e interligação das camadas de fornecedores (PARRA; PIRES, 2003). Lima e Zawislak (2003) afirmam que há um novo padrão de relacionamento sendo estabelecido na indústria automotiva – a cadeia enxuta – e com ele a ampliação do alcance dos padrões de exigências das montadoras para com seus fornecedores, assim como a necessidade de integração entre os membros da cadeia como forma de resposta às exigências do mercado.

Wincel (2004) identifica seis atributos principais relacionados à aplicação do *lean production* na cadeia de suprimentos: (i) gerenciamento baseado na demanda – onde a produção é puxada a partir do recebimento dos pedidos; (ii) redução do custo de desperdícios – onde o processo de melhoria contínua visa diminuir os desperdícios existentes na cadeia; (iii) padronização dos processos – a partir da qual podem ser atribuídos padrões de comparação; (iv) produção padronizada – onde o nivelamento e o ritmo sustentam o padrão de produção; (v) mudança cultural – utilizado para sustentar o processo de *lean supply* por um longo período e, por fim; (vi) colaboração entre empresas – aspecto que denota que os resultados são alcançados a partir de decisões compartilhadas.

2.3 Características e demandas do setor automotivo

Segundo Karlsson (2003) *apud* Pereira e Geiger (2005) a típica cadeia automotiva contém os seguintes elementos: montadora, integrador, fornecedor de sistemas, fornecedor de subsistemas e fornecedor de componentes. Com relação ao papel das empresas na cadeia, Alves Filho *et al.* (2004) afirmam que as montadoras procuram exercer o papel de coordenação – e, em geral, isso tende a ser vantajoso para estas. No Brasil, os reflexos das mudanças mundiais neste setor foram notados a partir dos anos 90, com a abertura da economia, a renovação produtiva baseada em novas tecnologias, a migração de montadoras para regiões distintas das tradicionais da indústria automotiva nacional, a redução das estruturas de grandes empresas e a terceirização de serviços (LIMA; ZAWISLAK, 2003). Nellore *et al.* (2001) *apud* Godinho Filho e Fernandes (2004) destacam, no entanto, que o fornecimento enxuto é afetado negativamente pelas compras globais baseadas em preço e que essa estratégia não deve ser utilizada no fornecimento de peças complexas que necessitam de grande cooperação cliente – fornecedor.

É difundido o fluxo bidirecional de produtos (materiais e serviços) e de informação entre as empresas brasileiras do ramo automotivo presentes nas cadeias de suprimentos devido à difusão das comunicações por meios eletrônicos (SALERNO *et al.*, 2001). No exterior não é diferente: a análise realizada por Towill *et al.* (2002) *apud* Alves Filho *et al.* (2004) indica que de 20 cadeias automotivas européias, 11 possuem processos enxutos atingidos através da integração funcional de suas empresas. Gunasekaran *et al.* (2001) *apud* Conceição e Quintão (2004) ainda afirmam que a integração é um fator de melhoria da operação logística capaz de alavancar a competitividade da cadeia de suprimentos como um todo.

Ballou (2006) afirma que para conseguir confiabilidade em serviços logísticos deve-se estabelecer patamares de desempenho que resultem no nível de serviço esperado pelo cliente e que, para isso, é fundamental identificar os elementos-chave que determinam as reais necessidades de serviços dos clientes e de que forma estas podem ser medidas. Para Coyle *et al.* (2003), os elementos de desempenho do serviço ao cliente que podem ser analisados e as formas que podem ser utilizadas para medição são: (i) tempo – avaliado através do *lead-time* de entrega; (ii) confiança – analisada através da variabilidade do *lead-time* de entrega e do correto atendimento do pedido; (iii) comunicação – percebida a partir do grau de utilização de meios eletrônicos e da disponibilidade de informações sobre o pedido e; (iv) conveniência – aspecto que pode ser medido a partir da flexibilidade do serviço logístico. Tontini e Zanchett

(2010) corroboram com os elementos de Coyle *et al.* quando afirmam, após levantamento, que a qualidade do serviço logístico para clientes de uma empresa de logística do estado de Santa Catarina concentra-se em dimensões como confiabilidade da entrega quanto a prazo e quantidade; agilidade na entrega e resposta ao cliente; segurança em realizar negócios com a empresa; flexibilidade na prestação dos serviços e; capacidade de atender a necessidades especiais.

3. Procedimentos Metodológicos

Os assuntos abordados nesta seção relacionam-se com: (i) descrição do cenário, (ii) caracterização do método de pesquisa e (iii) caracterização do método de trabalho. Desta forma, pretende-se contextualizar a empresa a partir da descrição do seu funcionamento, explicar a respeito dos métodos idealizados e apresentar os resultados que se espera obter com o estudo.

3.1 Descrição do cenário

A empresa analisada pelo presente estudo é uma multinacional especializada em serviços logísticos relacionados a transporte, estoque e armazenagem de materiais que se distribui ao redor do mundo em unidades responsáveis por diferentes contratos e tipos de serviços. Os últimos dados indicam que a organização possui aproximadamente 54 mil funcionários em mais de 1000 unidades administrativas divididos em escritórios e armazéns espalhados em 170 países. No Brasil são 7500 empregados nas duas divisões existentes na empresa: Gerenciamento de Fretes e Contratos Logísticos.

A divisão de Gerenciamento de Fretes corresponde à área da empresa responsável por oferecer serviços aéreos, marítimos e terrestres de transportes de cargas e desembarço aduaneiro, assim como seguro internacional de cargas, de forma a atender todas as possíveis demandas de seus clientes – geralmente relacionadas a transporte de fretes, serviços alfandegários, coletas e entregas locais, gestão de materiais e facilitação comercial. A divisão de Contratos Logísticos, por sua vez, responsabiliza-se pelo gerenciamento de mais de 500 mil metros quadrados de armazenagem, onde atende a empresas dos ramos: automotivo, pneus, *hitech*, industrial, *banking*, bens de consumo e mídia impressa – realizando operações que incluem logística *inbound* (de abastecimento), apoio à manufatura, logística *outbound* (de distribuição) e logística pós-venda.

A filial analisada no presente estudo enquadra-se na divisão da empresa que opera Contratos Logísticos e atende apenas empresas residentes no complexo industrial de uma grande montadora automotiva. Desta forma, a empresa responsabiliza-se pela logística interna da montadora e de algumas empresas sistemistas, onde realiza atividades de armazenamento de componentes advindos de empresas externas ao complexo industrial e também atividades de ressurgimento de linha. O armazém da empresa ocupa atualmente uma área de 13400 metros quadrados e as atividades de estocagem e transporte de materiais são realizadas com a colaboração de aproximadamente 500 funcionários distribuídos em todo o complexo automotivo. Os processos administrados podem ser divididos em três áreas operacionais: operações *on site*, operações internas de *material handling* e operações de armazenamento, consolidação e sequenciamento de materiais – detalhados na Figura 1.

Processo	Operações <i>on site</i>	Operações de <i>material handling</i>	Operações de armazenamento
Descrição	Transporte de materiais entre empresas situadas no complexo automotivo	Abastecimento de linha de empresas clientes	Consolidação e sequenciamento de materiais advindos de empresas externas ao complexo industrial
Principais Atividades	Coleta de materiais em empresas sistemistas	Coleta de materiais em estoques intermediários	Descarregamento de caminhões de embalagens
	Transporte de materiais até empresas clientes	Transporte de materiais até seus respectivos pontos de uso	Armazenamento de embalagens
	Alocação de materiais nas empresas clientes	Alocação de materiais nos pontos de uso	Repadronização de embalagens
	Coleta de embalagens vazias nas empresas clientes	Coleta de embalagens vazias nos pontos de uso	Coleta de pedidos
	Transporte de embalagens vazias até empresas fornecedoras	Transporte de embalagens até estoques intermediários	Transporte e alocação de pedidos em área de expedição
	Alocação de embalagens vazias em empresas sistemistas	Alocação de embalagens vazias em estoques intermediários	Carregamento de caminhões de transporte de pedidos

Figura 1: Processos administrados pela empresa prestadora de serviços logísticos.

O excesso de produtos armazenados e as dificuldades relacionadas à GCS dos componentes utilizados pela montadora são elementos que contribuem para que o processo de armazenamento se torne foco do presente trabalho. As variabilidades dos intervalos de recebimento e das quantidades recebidas fazem com que a empresa responsável por grande parte das operações logísticas do complexo automotivo deva gerenciar um estoque de segurança elevado para que possa atender seus clientes com agilidade e confiabilidade – sem riscos de paradas de linha. A partir disso, assume-se que as atividades descritas nas seções seguintes visam descrever apenas o contexto das operações de armazenamento existentes na empresa de serviços logísticos.

3.2 Caracterização do método de pesquisa

O método de pesquisa foi elaborado de forma a conduzir o trabalho à melhor forma de estudar o cenário em que se encontra a empresa e assegurar que o estudo atinja os resultados esperados. Desta forma, este trabalho caracterizou-se como um estudo de natureza aplicada – baseado no estudo de caso de uma grande empresa do ramo de serviços logísticos – que se utiliza de uma abordagem quantitativa para análise do cenário. Os objetivos centram-se na resolução de problemas encontrados para administração do armazém e, para isso, fez-se necessária a descrição de elementos como volumes de recebimento e expedição, que se caracterizam como elementos-chave para o estudo de seu funcionamento.

3.3 Caracterização do método de trabalho

Para a obtenção dos resultados foi elaborado um procedimento metodológico envolvendo diferentes etapas com o intuito de auxiliar a empresa a controlar e gerenciar o estoque de forma eficaz. Essas etapas são representadas na Figura 2 e foram utilizadas como meios para organizar o estoque a partir do estudo de intervalos e volumes de reposição e evitar perdas relacionadas com estoque desnecessário de materiais.

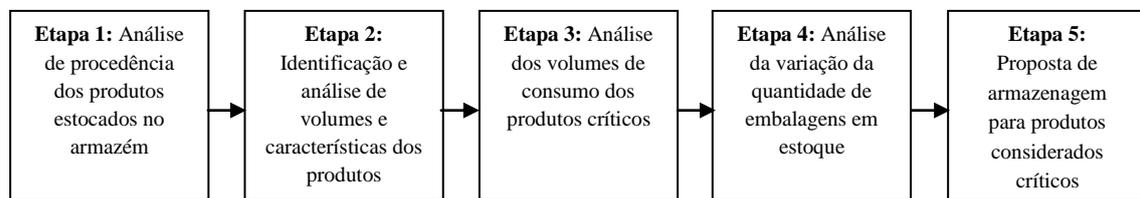


Figura 2: Etapas realizadas para solução dos problemas relacionados à estocagem de insumos.

Na etapa 1 realizou-se, junto à empresa, a análise da relação entre área utilizada e procedência dos produtos atualmente estocados no armazém. Para isso, além da quantidade total de produtos armazenados, foram observados aspectos como dimensões das embalagens e espaço requerido para armazenamento. Assim se evidenciou a distribuição da área ocupada pelos produtos conforme sua origem e foram criadas condições para que, futuramente, seja realizada a comparação entre as áreas demandadas anterior e posteriormente às melhorias idealizadas.

Na etapa 2 identificou-se os produtos que ocupam os maiores espaços no armazém e analisou-se suas principais características. Assim, além do conhecimento dos itens que demandam as maiores áreas para armazenagem – considerados críticos por este estudo, pôde-se ter uma ideia da proporção de espaço que estes itens ocupam dentro do estoque. Coube,

assim, a esta etapa identificar os itens merecedores de maior atenção e limitar o escopo de atuação do trabalho.

A terceira etapa analisou o consumo dos itens considerados críticos e identificados na etapa anterior. Responsabilizou-se por fornecer uma visão da demanda da montadora por estes produtos e servir como base para o dimensionamento da política de armazenagem buscada por este estudo. Correspondeu a uma etapa de grande importância para o trabalho, pois a análise teve de ser de grande precisão para que se obtivesse, ao final do estudo, uma proposta tecnicamente viável.

A análise da variação da quantidade de embalagens em estoque realizada na quarta etapa forneceu uma visão geral a respeito da variação da quantidade de embalagens de itens críticos em estoque durante o período observado. Coube a esta etapa verificar se houve sazonalidade entre os recebimentos – e também constância das quantidades recebidas, como forma de prever a área requerida pelos produtos. Coube a esta etapa identificar se há utilização de uma lógica linear de organização e reposição de estoques.

Por fim, na etapa 5, elaborou-se a proposta de armazenagem para os itens analisados por este estudo. Forneceu, deste modo, a proposta que otimiza e facilita o processo de gerenciamento do armazém a partir dos estudos de consumo dos produtos e de seus respectivos tempos de reposição. Correspondeu, assim, à etapa responsável por fornecer um novo modelo para política de pedidos e armazenagem – e que, possivelmente, trará os maiores ganhos para a empresa analisada.

4. Desenvolvimento

Esta etapa do estudo visou, a partir da análise dos produtos estocados no armazém, identificar aqueles que ocupam as maiores áreas e, com o auxílio dos históricos de recebimento e expedição, propor uma nova política de armazenagem para estes itens. Para isto foram utilizados dados relacionados a intervalos de recebimento, quantidades, procedência, tipo de embalagem e demanda em um período de seis meses de todos os 578 diferentes tipos de produtos armazenados. Além disto, deve-se observar que as análises de área ocupada pelos produtos consideraram as disposições e tipos de locações existentes e também as premissas de empilhamento atualmente utilizadas pela organização. Por fim, esta etapa responsabilizou-se por elaborar um modelo de armazenagem que otimiza o espaço ocupado e soluciona o problema de falta de espaço para alocação de componentes.

Esta seção foi dividida conforme as etapas elaboradas na seção de caracterização do método de trabalho, ou seja: (i) Análise de procedência dos produtos estocados no armazém; (ii) Identificação e análise de volumes e características dos produtos; (iii) Análise dos volumes de consumo dos produtos críticos; (iv) Análise da variação da quantidade de embalagens em estoque e; por fim, (v) Proposta de política de armazenagem para produtos considerados críticos.

4.1 Análise de procedência dos produtos estocados no armazém

A análise dos produtos armazenados foi realizada a partir das planilhas de controle de estoque utilizadas pela empresa prestadora de serviços logísticos. Desta forma, pôde-se identificar a distribuição da área ocupada pelos itens em estoque conforme sua procedência – como ilustra a Figura 3.

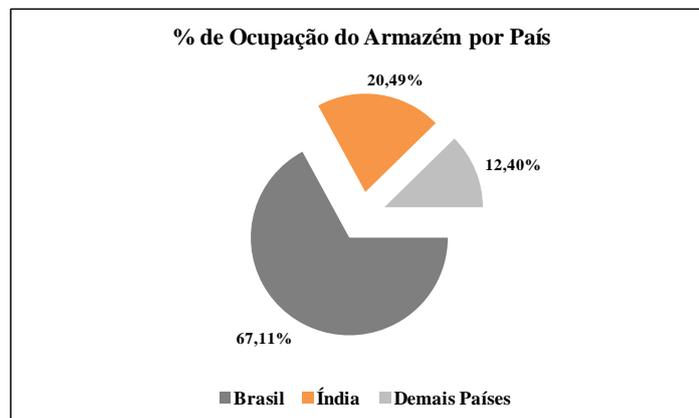


Figura 3: Distribuição da ocupação do armazém por país de origem dos itens.

Os dados levantados indicam que 90% dos diferentes modelos de itens armazenados possuem o Brasil como país de origem. No entanto, quando observada a área ocupada por estes itens (vide Figura 3), nota-se que os produtos nacionais ocupam aproximadamente dois terços do espaço total disponível para armazenamento, enquanto os componentes importados correspondem ao terço restante – discrepância potencialmente ocorrida devido à política de armazenagem dos produtos estrangeiros. Além disto, os dados indicam também que 80% dos itens armazenados estão estocados em forma de bloco, geralmente armazenados em paletes ou grandes cestos de metal, aspecto que contribui para o aumento da área requerida para estocagem destes itens.

4.2 Identificação e análise de volumes e características dos produtos

A análise dos volumes dos itens estocados tornou visível o grupo de itens merecedores de maior atenção para que, a partir da identificação dos itens que ocupam as maiores áreas, se propusesse uma política de armazenagem robusta, que reduzisse a área ocupada e não comprometesse os serviços oferecidos. Para as considerações, portanto, analisou-se a planilha descritiva do estoque armazenado utilizada pela empresa que mantém atualizadas as informações referentes a quantidades e características das embalagens dos componentes estocados. Desta forma, foram identificados os itens que ocupavam as maiores áreas e suas principais características – conforme ilustra a Tabela 1.

Tabela 1: Características dos itens que ocupam as maiores áreas.

Item	Embalagem	Procedência	<i>STD Pack</i>	Peças em estoque	Embalagens em estoque	\$ / unid.	Ocupação %
1	Caixa Papelão	Índia	10	20320	2032	\$ 4,92	5,87 %
2	Caixa Papelão	Índia	10	21960	2196	\$ 4,74	5,87 %
3	Rack metálico	Argentina	108	12960	120	\$ 49,69	3,94 %
4	Cesto metálico	França	525	59325	113	\$ 1,76	2,67 %
5	Palete	Brasil	75	3375	45	\$ 45,86	2,12 %

Analisando-se a Tabela 1, pode-se verificar que a soma das áreas ocupadas pelos itens que ocupam os maiores espaços representa mais de 20% da área total disponível para estocagem de produtos. Além disto, verifica-se também que praticamente todos os produtos que ocupam as maiores áreas possuem como procedência países estrangeiros – aspecto que confirma que produtos estrangeiros requerem áreas de armazenamento maiores. O item 5, exceção no que se refere à procedência, configura-se em um caso especial pois corresponde a um produto que não permite empilhamento – aspecto que requer uma área de solo de grandes dimensões para que os paletes sejam armazenados em condições seguras de estocagem e movimentação.

Outro aspecto que se pode observar é o baixo *STD Pack* (unidades por embalagem) dos itens 1 e 2 – característica que impacta diretamente na quantidade de caixas movimentadas por dia. Além disto, deve-se fazer referência também ao tipo de embalagem destes itens: caixas de papelão – característica que impede que estes componentes sejam alocados em áreas externas, expostas a intempéries, sob pena de danificar os produtos. O

valor unitário dos produtos listados também corresponde a uma importante característica desses itens – visto que denota a quantidade de capital estocado no armazém. Neste âmbito, pode-se observar que os itens que não tem como procedência países da América do Sul, apresentam custo unitário relativamente baixo se comparado aos demais – aspecto que contribui para que o capital armazenado referente a estes cinco itens corresponda a apenas 7,15% do capital estocado na empresa de serviços logísticos.

A partir desta etapa do estudo, os componentes descritos na Tabela 2 deste trabalho tornaram-se os itens merecedores de maior atenção. Deste modo, a partir das singularidades de consumo e armazenamento de cada item, procurou-se elaborar um modelo de armazenamento baseado nos itens críticos que pudesse ser replicado aos demais componentes estocados no armazém.

4.3 Análise dos volumes de consumo dos produtos críticos

Esta etapa do modelo idealizado retratou a demanda dos produtos críticos pela empresa montadora de veículos. Para isso, fez-se a análise do consumo de embalagens baseada no histórico de expedição do armazém da empresa de serviços logísticos – como retratam as Figuras 4 e 5.

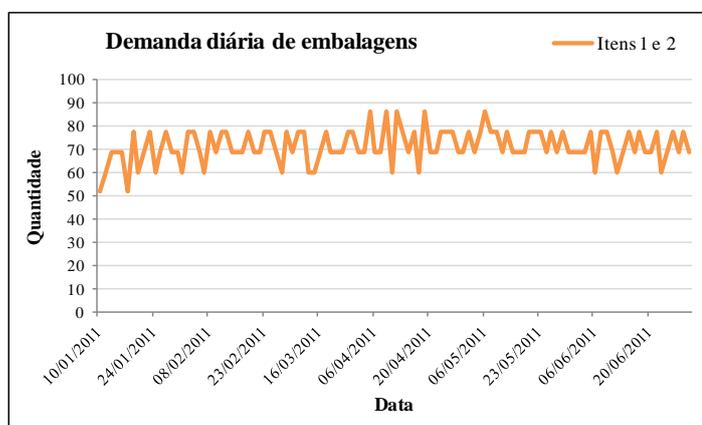


Figura 4: Demanda de embalagens dos itens 1 e 2.

A Figura 4 apresenta o consumo diário de embalagens dos itens 1 e 2 durante o período em que os dados foram coletados (o consumo dos itens é equivalente pois se trata de componentes complementares). Quanto à demanda, pode-se observar que inicialmente esta é de 50 embalagens por dia e que, a partir da segunda semana do ano, oscila ao redor da média de 70 caixas diárias. Além disto, pode-se observar também que os mínimos de demanda a

partir da segunda semana do ano não baixam de 60 embalagens por dia – aspecto que indica que não houve descontinuidades de produção do modelo de automóvel que utiliza estes componentes durante o período observado.

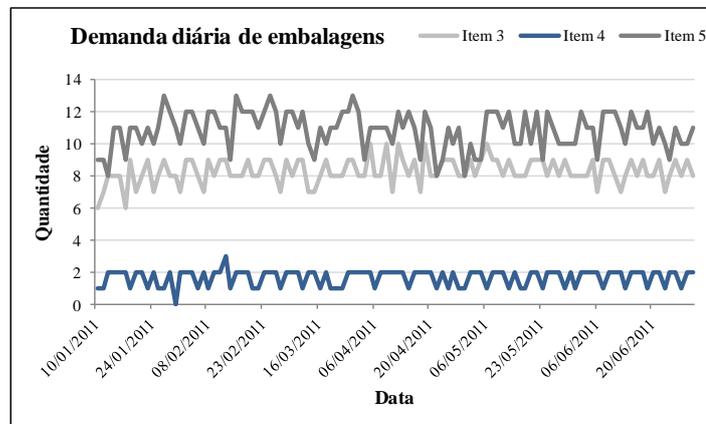


Figura 5: Demanda de embalagens dos itens 3, 4 e 5.

A Figura 5, por sua vez, apresenta o comportamento de consumo dos itens 3, 4 e 5. Com relação à demanda dos itens, pode-se observar que a demanda do item 4 é a que menos oscila – aspecto que denota uma boa previsibilidade de consumo. Quanto à demanda dos itens 3 e 5, pode-se observar que estas não apresentam linearidade. No entanto, o baixo coeficiente de variação (medida que relaciona o desvio padrão com a média da amostra) dos dados analisados – 9,8% para o item 3 e 10,8% para o item 5 – atesta que o consumo dos itens não se coloca distante da média com grande frequência. A partir disto, assumiu-se que todos os componentes listados apresentam demanda constante – aspecto que indica que não há descontinuidades de utilização e que provê maior confiabilidade à proposta idealizada.

4.4 Análise da variação da quantidade de embalagens em estoque

Esta seção visou analisar o comportamento das curvas que descrevem a quantidade de embalagens em estoque durante o período observado. Para isso, gerou-se a análise da variação da quantidade de embalagens em estoque a partir do relatório de recebimento da empresa – documento que detalha informações como data, quantidade recebida, lote e locação de destino – e também do relatório de expedição, a fim que se identificasse a quantidade de embalagens em estoque ao longo do tempo. Assim, facilitou-se a identificação dos níveis de estoque encontrados no armazém durante o período analisado e também o comportamento da relação entre recebimento e demanda. As Figuras 6 e 7 apresentam as variações da quantidade de embalagens em estoque durante o período examinado:

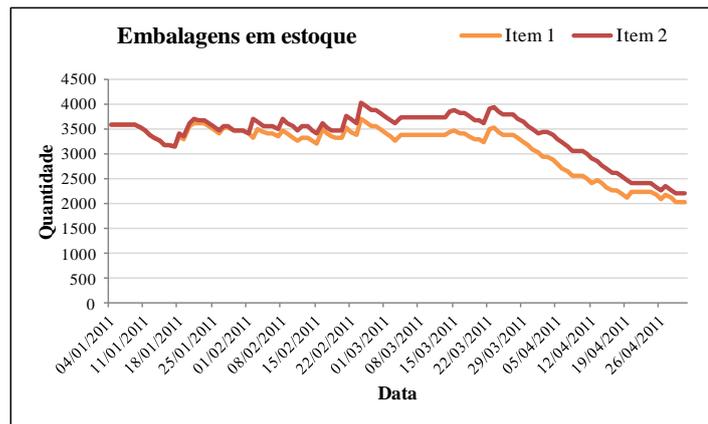


Figura 6: Variação das quantidades de embalagens em estoque dos itens 1 e 2.

Pode-se verificar na Figura 6 dois aspectos importantes com relação às quantidades de embalagens dos itens 1 e 2 em estoque durante o período observado: um comportamento de estoque relativamente linear até o final do mês de Março – aspecto que indica que as reposições acompanharam a demanda, e um comportamento decrescente após este período – aspecto que denota que o número de embalagens expedidas foi superior ao número de embalagens recebidas (isto se deve à revisão das exigências de estoques para os itens 1 e 2 realizada pela empresa cliente em virtude do elevado capital de giro que estava sendo mantido parado no armazém – desta forma pôde-se observar uma diminuição considerável da quantidade de embalagens em estoque e, conseqüentemente, de capital estocado).

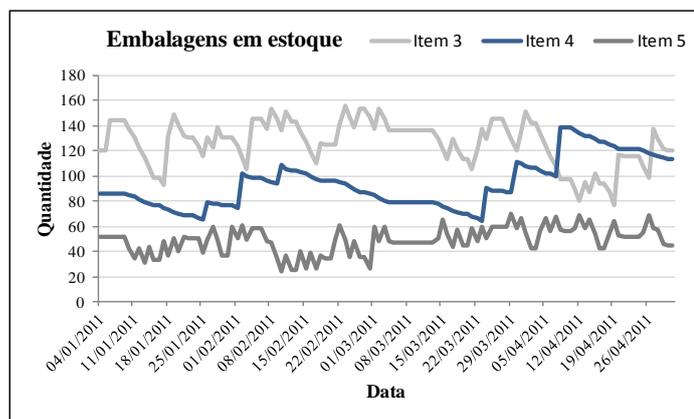


Figura 7: Variação das quantidades de embalagens em estoque dos itens 3, 4 e 5.

A partir da Figura 7 pode-se observar que os itens críticos 3, 4 e 5 analisados por este estudo apresentam lógica de reposição bastante distinta. Neste âmbito, enquanto o item 4 apresenta uma lógica de poucas reposições ao longo do tempo – apenas seis durante o período, os demais itens apresentam reposição variada e distribuída de forma desigual durante

o intervalo analisado. Desta forma, a falta de equilíbrio entre o consumo e os intervalos entre recebimentos de pedidos verificada nas Figuras 6 e 7 funcionou, então, como mais uma justificativa para a elaboração de um novo modelo de armazenagem para os itens considerados críticos. Assim, a partir da proposta idealizada, espera-se que os itens obedeçam a uma lógica linear de reposição de estoques e se aprimore o serviço prestado, otimizando o processo de armazenagem e tornando a cadeia de suprimentos da montadora de veículos ainda mais enxuta.

4.5 Proposta de política de armazenagem para produtos considerados críticos

A proposta elaborada para política de armazenamento dos componentes baseou-se no sistema de revisão de estoques que opera de modo contínuo. Neste modelo o sistema mantém um registro atual do nível de estoque de cada item em uma base contínua e, quando esse atinge um nível pré-determinado (ponto de reposição r), uma quantidade fixa Q de componentes é solicitada (ELSAYED; BOUCHER, 1994). Desta forma, o ponto de reposição r é calculado pela Equação 1:

$$r = \mu_L + ES \quad (1)$$

Onde μ_L representa a demanda média durante o *lead time* (ou seja, demanda média diária * *lead time* de entrega) e ES é o estoque de segurança (KRAJEWSKI; RITZMAN, 1994). O estoque de segurança, por sua vez, é calculado utilizando como premissa o nível de serviço z que a empresa pretende oferecer. Desta forma, o estoque de segurança é calculado através da Equação 2:

$$ES = z \times \sigma_L \quad (2)$$

Onde z representa os desvios padrões da média durante o *lead time* e σ_L representa o desvio padrão da demanda durante o *lead time* (AUCAMP; BARRINGER, 1987 *apud* WERNER *et al.*, 2006). Desta forma, utilizando-se a tabela referente à distribuição normal z , definiu-se $z = 3,99$ como forma de assegurar um nível de serviço de 100%, visto que a empresa cliente não admite falta de componentes. Com relação aos demais dados necessários para elaboração da proposta, foram utilizados os dados descritos na Tabela 2:

Tabela 2: Descrição dos dados utilizados para elaboração da proposta de armazenagem.

Item	Lead time de entrega (dias)	z	σ_L	ES (emb.)	Demanda média diária (embalagens)	μ_L (emb.)	r (emb.)
1	7	3,99	6,74	26,89	71,45	500,12	527,01
2	7	3,99	6,74	26,89	71,45	500,12	527,01
3	3	3,99	0,74	2,95	8,31	24,92	27,87
4	7	3,99	0,53	2,10	1,67	11,67	13,76
5	2	3,99	0,80	3,19	10,84	21,69	24,87

A partir dos dados levantados referentes ao *lead time* de entrega dos produtos e à demanda média diária dos mesmos calculou-se, através das Equações 1 e 2, o ponto de reposição r de cada um dos itens críticos analisados por este estudo. Este modelo utilizado, no entanto, funciona sob uma visão ótima de administração de estoques, visto que considera que o *lead time* de entrega jamais irá exceder o prazo estipulado. A montadora, como forma de se precaver de possíveis problemas no processo de ressurgimento de estoque – como paradas na produção de fornecedores ou problemas no transporte, assume então a quantidade mínima de 5 dias de estoque para itens provenientes do Mercosul e de 15 dias de estoque para itens provenientes dos demais países. Assim, a empresa espera absorver possíveis anormalidades do processo de ressurgimento de componentes de forma que não haja comprometimento das atividades de montagem de veículos.

A quantidade de embalagens necessárias para atender a demanda da montadora, considerando o estoque mínimo estipulado, é descrita na Tabela 3:

Tabela 3: Descrição dos dados utilizados para proposta de armazenagem considerando estoque mínimo.

Item	Dias de estoque mínimo	Demanda média diária (emb.)	Quantidade de emb. mínima	r^*	Q
1	15	71,45	1071,75	1598,76	500,12
2	15	71,45	1071,75	1598,76	500,12
3	5	8,31	41,55	69,42	24,92
4	15	1,67	25,05	38,81	11,67
5	5	10,84	54,20	79,07	21,69

A Tabela 3 aponta o novo ponto de reposição r^* para os itens críticos a partir da soma da quantidade mínima de embalagens estipulada pela empresa cliente (ou seja, demanda média diária * dias de estoque mínimo) com a quantidade de embalagens calculada pela Equação 1 e explicitada na Tabela 2. Assim, o modelo idealizado cria uma proposta de armazenagem em que os pedidos são realizados quando o estoque atinge o ponto de reposição r^* . As quantidades encomendadas em cada pedido Q , por sua vez, representam a demanda média de cada item durante o *lead time* de reposição (μ) e são fixas para cada um destes. Sendo aplicada esta proposta, para o período de dados observado, a variação da quantidade de embalagens em estoque poderia ser representada pelas Figuras 8 e 9:

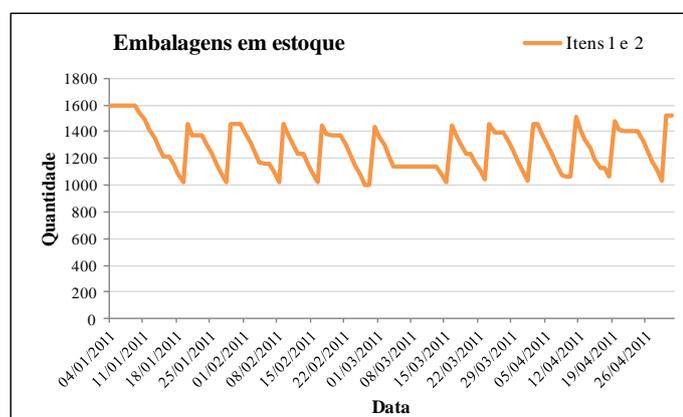


Figura 8: Variação da quantidade de embalagens em estoque dos itens 1 e 2 conforme proposta.

Para os itens 1 e 2 pode-se observar que o estoque apresenta uma quantidade média de embalagens em estoque inferior à quantidade que se encontra no modelo atual de armazenamento da empresa: enquanto no modelo atual a média de embalagens em estoque é de mais de 3 mil embalagens para cada item (vide Figura 6), no modelo proposto esta média baixa para aproximadamente 1300 embalagens.

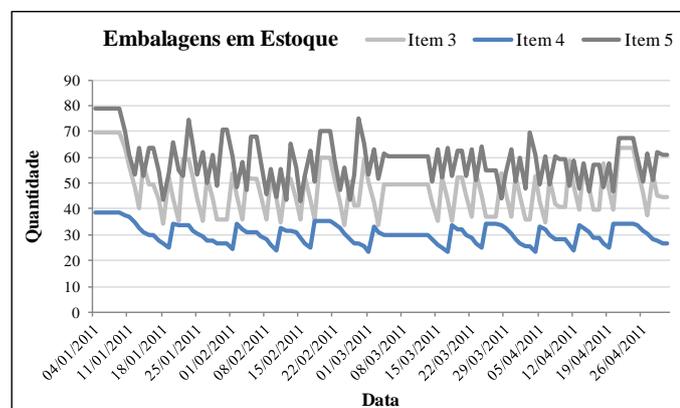


Figura 4: Variação da quantidade de embalagens em estoque dos itens 3, 4 e 5 conforme proposta.

Para os itens 3 e 4, os ganhos de redução de embalagens em estoque são significativos assim como nos itens 1 e 2. Desta forma, enquanto para o item 3 se observa a redução do número médio de embalagens armazenadas de 126 para aproximadamente 50, para o item 4 se observa a redução de 94 para aproximadamente 30 unidades – o que impacta significativamente na área ocupada pelas embalagens armazenadas. O item 5, por sua vez, apresenta um comportamento distinto em virtude do condicionamento realizado para que a empresa tenha 5 dias de estoque de embalagens deste tipo de componente – devido à isto sua quantidade média de embalagens armazenadas sobe de 49 para aproximadamente 59 unidades/dia.

Por fim, apesar de não considerar aspectos como custo de pedido e lote econômico de compra, pode-se concluir que a proposta idealizada cumpriu a função de reduzir a área ocupada pelos itens críticos em estoque. Os ganhos, se adotada a proposta descrita neste estudo, se relacionam com a redução de aproximadamente 47,8% do capital em estoque e também com a redução de 53,6% no espaço ocupado pelas embalagens de itens críticos – aspectos que, se replicado aos demais itens armazenados, pode proporcionar ganhos ainda maiores. Com relação à ocupação do estoque, os itens críticos deixariam de representar 20,48% do estoque armazenado e passariam a representar 10,69% do espaço total disponível para armazenamento.

5. Conclusão

O problema encontrado no armazém da empresa que presta serviços logísticos à montadora de veículos relaciona-se, basicamente, com a falta de espaço para alocação de materiais. A partir disto, o modelo idealizado buscou, no primeiro momento, identificar as características dos componentes que ocupam as maiores áreas e, posteriormente, estudar o consumo e o comportamento da variação da quantidade de embalagens em estoque. Por fim, o trabalho desenvolveu um modelo de reposição de estoques que atende a necessidade de espaço da empresa de logística e considera as restrições impostas pela montadora.

Para o desenvolvimento da proposta de política de pedidos e armazenagem foram elaborados cinco passos de distintas dificuldades e funcionalidades. No primeiro momento estudou-se o panorama atual do estoque da empresa, de modo a identificar a distribuição da ocupação do armazém, e também aqueles itens que demandam maiores áreas de estocagem. No segundo momento foram analisados os dados referentes a consumo e recebimento destes

itens, a fim de se levantar os dados necessários para elaboração da proposta de eliminação de desperdícios. Por fim, a última seção do desenvolvimento propôs uma política de pedidos e armazenagem de componentes baseada no sistema de revisão contínuo de estoques.

A comprovação de que os itens importados correspondem a uma fatia considerável da área disponível para estoque aconteceu ainda na primeira seção do desenvolvimento do trabalho. Neste âmbito, o estudo desenvolvido comprovou também que itens estrangeiros possuem *lead times* de reposição mais longos, aspecto que contribui para a elevação dos níveis de estoque na empresa. Além destes aspectos, deve-se ressaltar também que a política de pedidos e armazenamento vigente não apresenta comportamento linear, visto que as quantidades repostas e os intervalos entre recebimentos variaram para todos os itens observados – e deste modo foram potencializados os ganhos obtidos a partir de uma proposta baseada no sistema de revisão de estoques que opera de modo contínuo.

O sistema utilizado apresentou, porém, uma deficiência pontual de grande relevância: a não observação dos custos associados aos pedidos de componentes e também de seus respectivos lotes econômicos de compra. Desta forma, mesmo que a proposta elaborada apresente um benefício potencial de grande escala para a empresa, a não observância dos custos reduz as chances de efetivação imediata do plano idealizado. Para estudos futuros, sugere-se então a ampliação das etapas de estudo do ambiente de modo a incluir todos os custos envolvidos com aquisição e manutenção de estoques – contemplando, assim, todos os fatores que determinam e interferem na quantidade de embalagens solicitadas e armazenadas em empresas de serviços logísticos.

Referências

ALVES FILHO, A. G.; CERRA, A. L.; MAIA, J. L.; SACOMANO NETO, M.; BONADIO, P. V. G. Pressupostos da gestão da cadeia de suprimentos: evidências de estudos sobre a indústria automobilística. **Gest. Prod.**, São Carlos, vol. 11, n. 3, Dec. 2004.

ARAGAO, A. B. de; SCAVARDA, L. F.; HAMACHER, S.; PIRES, S. R. I. Modelo de análise de cadeias de suprimentos: fundamentos e aplicação às cadeias de cilindros de GNV. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 11, n. 3, Dec. 2004.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos / Logística Empresarial** – 5ª. Edição. Porto Alegre: Bookman Editora, 2006.

BELL, R.; DAVIES, R. The changing structure of food retailing in Europe: the implications for strategy. **Long Range Planning**, v. 30, n. 6, 1997.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2006.

- CARDOSO, A. M. Trabalhar, verbo transitivo: trajetórias ocupacionais de trabalhadores da indústria automobilística. **Dados**, vol. 41, n. 4, 1998.
- CONCEICAO, S. V.; QUINTAO, R. T. Avaliação do desempenho logístico da cadeia brasileira de suprimentos de refrigerantes. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 11, n. 3, Dec. 2004.
- COOPER, M.; ELRAM, L. Characteristics of supply chain management and the implication for purchasing and logistics strategy. **The International Journal of Logistics Management**, v. 4, n. 2, 1993.
- COOPER, M. C.; LAMBERT, D. M.; PAGH, J. D. Supply chain management: more than a new name for logistics. **The International Journal of Logistics Management**, v. 8, n. 1, p. 1-13, winter, 1997.
- COYLE, J. J.; BARDI, E. J.; LANGLEY Jr., J. **The management of business logistics: a supply chain perspective**. 7 ed. Toronto: Thomson Learning, 2003.
- ELSAVED, E. A.; BOUCHER, T. O. **Analysis and control of production systems**. 2ª ed., Prentice Hall, New Jersey, 1994.
- GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F. C. F. Manufatura Enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 11, n. 1, Apr. 2004.
- HANDFIELD, R.B.; NICHOLS JR., E. L. **Introduction to supply chain management**. New Jersey: Prentice Hall, 1999.
- KRAJEWSKI, L. J., RITZMAN, L. P. **Operations Management, Strategy and Analysis**. 5ª ed., Addison Wesley, Reading, MA, 1994.
- LEVY, D. L. **Lean production in an international supply chain**. Sloan Management Review, 1997.
- LIMA, M. L.; ZAWISLAK, P. A. A produção enxuta como fator diferencial na capacidade de fornecimento de PMEs. **Revista Produção**, v. 13, n. 2, São Paulo, 2003.
- PARRA, P. H.; PIRES, S. R. I. Análise da gestão da cadeia de suprimentos na indústria de computadores. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 10, n. 1, Apr. 2003.
- PEREIRA, G. M.; GEIGER, A. Complexidade do produto e volume de produção como determinantes da estratégia de desenvolvimento de fornecedores automotivos. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 12, n. 2, Aug. 2005.
- PIRES, S. R. I. **Gestão da cadeia de suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos**. 1. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2004.
- PIRES, S. R. I. Managerial implications of the modular consortium in a Brazilian automotive plant. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 18, n. 3, 1998.
- SALERNO, M. S. *et al.* **Mapeamento da nova configuração da cadeia automotiva brasileira**. Disponível em: <http://www.prd.usp.br/cadeia-automotiva/freqsimples.pdf> Acesso em: 05 de Junho de 2011.
- SLACK, N.; CAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2002.
- TONTINI, G.; ZANCHETT, R. Atributos de satisfação e lealdade em serviços logísticos. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 17, n. 4, Dec. 2010.
- WERNER, L., LEMOS, F. de O., DAUDT, T. Previsão de demanda e níveis de estoque: uma abordagem conjunta aplicada no setor siderúrgico. **Anais do XIII SIMPEP**, Bauru, SP, 2006.
- WINCEL, J. P. **Lean Supply Chain Management: A Handbook for Strategic Procurement**. Productivity Press, 2004.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro, 1992.