

Sistema Flexível de apoio à Manufatura: uma proposta para a indústria automobilística (Flexible Manufacturing support System: a proposal for the automobilistic industry)

Carolina Sacramento Vieira

Centro Universitário Senai Cimatec

Vitório Donato

Centro Universitário Senai Cimatec

RESUMO

A indústria automobilística é caracterizada pela oferta de produtos variados, a fim de atender às demandas de um mercado em constante mudança. Em decorrência disso, as montadoras demandam flexibilidade no sistema produtivo de modo que consigam atender a demanda dos consumidores a um menor custo possível, isso, traz maiores desafios para sua cadeia de abastecimento. Em vista disto, este trabalho tem como objetivo apresentar um conceito prático que define um sistema flexível de abastecimento da manufatura (*Flexible Manufacturing Supply System - FMSS*) que foi adaptado e simplificado para aplicação em processos de abastecimento de linhas de produção. Tal formulação baseia-se na metodologia genérica, denominada de Sistema Flexível de Manufatura (FMS). Quanto à Metodologia trata-se de um Estudo de Caso, baseado numa abordagem quantitativa. A pesquisa desenvolveu-se em uma montadora de automóveis e a amostra consistiu da análise de setenta estações de trabalho. Os principais resultados obtidos apontam que o sistema flexível de abastecimento da manufatura se aplica as demandas da produção e mostra-se um processo de implementação simples, que dispensa a necessidade de grandes investimentos.

Palavras-chave: Processos Logísticos, Sistemas de Apoio a Manufatura, Sistema de Manufatura.

ABSTRACT

The automobile industry is characterized by the offer of varied products, in order to meet the demands of a constantly changing market. As a result, as automakers require flexibility in the system so that they can meet consumer demand at the lowest possible cost, this poses greater challenges for their supply chain. In view of this, this work aims to present a practical concept that defines a flexible manufacturing supply system (FMSS) that has been adapted and simplified for the application in production line supply processes. This method is based on the generic methodology, called the Flexible Manufacturing System

(FMS). As for the Methodology, it deals with a Case Study, based on a quantitative approach. A research carried out in an automobile manufacturer and a sample consisted of the analysis of defined workstations. The main selected results point out how the flexible manufacturing supply system applies as production demands and shows a simple implementation process, which does not require the need for large investments.

Keywords: Logistic Processes, Manufacturing Support Systems, Manufacturing System.

INTRODUÇÃO

O aumento da competitividade e concorrência entre as empresas determina que essas respondam de maneira rápida às solicitações do mercado em que atuam [1]. Para isto, é fundamental que as organizações busquem soluções inovadoras com sistemas e técnicas mais eficientes de movimentação e abastecimento de materiais de forma a garantir agilidade e segurança no apoio as linhas de produção.

Sistema de abastecimento de linha são operações ou conjunto de operações que envolvem a mudança de posição de peças para qualquer processamento ou serviço, e/ou sua armazenagem interna numa mesma unidade fabril. Estas operações são responsáveis por 30% a 50% dos custos totais de produção. Estima-se também que apenas 20% do tempo de produção de um item é gasto no processo operativo, enquanto que os outros 80% são empregados no apoio a produção (movimentações e armazenagem).

O sistema de abastecimento na indústria automobilística, concentra uma variedade de peças com diferentes dimensões, formatos, padrão de consumo e exigências de manuseio desde a área de armazenagem, até pontos de uso localizados ao lado das linhas ou nas células de montagem [2]. Em decorrência disso, os sistemas de manufatura se tornaram mais complexos e alcançar objetivos de produção depende do desempenho satisfatório em critérios como confiabilidade, atendimento dos prazos

de entrega, velocidade e flexibilidade [3]. No contexto do abastecimento das linhas de produção, a flexibilidade seria a dimensão que permite que o sistema logístico reaja as mudanças, previstas ou imprevistas no sistema de manufatura com pouca penalidade no tempo, custo, qualidade ou desempenho. É possível caracterizar alguns tipos de flexibilidade desenvolvidas de acordo com cada etapa do processo produtivo, como por exemplo: flexibilidade de processo, de operação, de máquina, de volume, de roteamento ou de expansão [4].

Com esse novo perfil estratégico, as empresas de manufatura estão tentando ser mais flexíveis em suas operações produtivas, uma das alternativas é lançando mão dos chamados Sistemas Flexíveis de Manufatura – FMS [5]. Os FMS são compostos, comumente, por máquinas CNC, magazine de ferramentas, movimentadores, manipuladores e armazenadores. Um FMS tem a capacidade de processar uma diversidade de modelos de peças simultaneamente em diversas estações de trabalho, e o mix e as quantidades de peças podem ser ajustadas em resposta às mudanças de demanda.

Neste contexto, o objetivo do presente artigo é elaborar uma abordagem para o sistema de apoio a manufatura, focando em conceitos como flexibilidade dos processos e infraestrutura de abastecimento. Para tal foi desenvolvido um conceito de sistema flexível de apoio a manufatura que garanta o fluxo de componentes nos pontos de consumo. O estudo foi realizado em uma montadora de automóveis multimarca.

SISTEMAS DE MANUFATURA

O tema Sistemas Flexíveis de Manufatura (FMS - Flexible Manufacturing System) tornou-se de extrema relevância nos últimos anos devido à concorrência acirrada na indústria de transformação, à redução do ciclo de vida dos produtos e ao tempo de resposta às necessidades dos clientes.

Os sistemas modernos de manufatura, produzem uma diversidade de produtos alterando a sua configuração de acordo com o planejamento da produção. Esta flexibilidade permite uma alocação rápida dos recursos, mas incrementa uma complexidade de controle do sistema [6]. Existem diversos tipos de flexibilidade em um FMS: flexibilidade de expansão, de volume, de modificação, de inserção de novos produtos e de alteração no mix de produção.

FLEXIBILIDADE NA MANUFATURA E SUA IMPORTÂNCIA

Flexibilidade pode ser definida como a habilidade que o sistema tem de adaptação as mudanças ou às novas exigências, sem prejuízo significativo em custos, qualidade

ou tempo. A flexibilidade proporciona às empresas a oportunidade de alcançarem a customização em massa [7].

A tendência do comportamento dos consumidores, em geral, aponta para demandas cada vez mais personalizadas, as fábricas nesse cenário, precisam produzir somente aquilo que é demandado, no tempo e na qualidade especificados pelo cliente, e é isso que faz urgente a necessidade de implantação de sistemas flexíveis no abastecimento da linha de produção. O objetivo do abastecimento flexível é ajustar rapidamente o processo para produzir um amplo universo de partes e mix de produtos (novos produtos e/ou outros modelos do mesmo produto).

TIPOS DE FLEXIBILIDADE

A partir do entendimento dos fatores que levam um sistema a buscar agregar flexibilidade às suas características funcionais, é possível caracterizar alguns tipos de flexibilidade desenvolvidas de acordo com cada etapa do processo produtivo, como por exemplo: flexibilidade de processo, de operação, de máquina, de volume, de roteamento, de expansão [4].

Os tipos básicos de flexibilidade podem ser descritos como:

1. Flexibilidade de mix - habilidade de fabricar produtos diferentes (em lotes), simultânea ou periodicamente.
2. Flexibilidade de roteiro - habilidade de mudar a sequência das visitas às máquinas (mudar as rotas de abastecimento), sem ter que modificar o conjunto de itens que está sendo processado.
3. Flexibilidade de expansão - capacidade do sistema de ser expandido de maneira fácil e modular.
4. Flexibilidade de sequenciar - corresponde à habilidade de alterar a sequência das ordens de produção de forma rápida e com baixo custo.
5. Flexibilidade de movimentação de material - possuir um sistema de movimentação de materiais capaz de mover diferentes tipos de peças, utilizando-se de diferentes modelos de sistemas abastecimento.
6. Flexibilidade de mão de obra - corresponde ao número e heterogeneidade de tarefas que um trabalhador pode executar sem incorrer em mudanças nos resultados.
7. Flexibilidade de operação - é a habilidade de mudar a ordem das operações, sem afetar o desempenho do sistema produtivo.

Estes diferentes tipos de flexibilidades se relacionam às diversas incertezas no ambiente propiciando diminuição do impacto das mudanças.

METODOLOGIA

Para a consecução dos objetivos do trabalho, a abordagem metodológica utilizada caracteriza-se como: qualitativa e exploratória. A pesquisa de levantamento exploratória tem por finalidade o aprofundamento do conhecimento sobre o tema, para isso foram envolvidas técnicas de estudo e de revisão bibliográfica.

Ao se propor uma abordagem qualitativa o foco é a análise dos processos de produção e abastecimento das linhas de montagem para descrever a complexidade do problema. Essa compreensão foi possível por meio das visitas de campo realizadas, onde foram feitas observações e coleta de dados dos processos de produção e abastecimento das linhas de montagem da montadora, permitindo uma melhor percepção sobre as características específicas das instalações produtivas da empresa, como o volume e mix de produtos, o grau de flexibilidade existente em cada componente do sistema (máquina, roteiro, mix, volume, novos produtos, operação, movimentação de material e mão de obra).

Os sistemas de abastecimento, podem ser caracterizados por um conjunto de técnicas e ferramentas que visam o deslocamento dos materiais do setor de armazenamento para o local de uso ao longo das linhas produtivas.

Foi medida a eficiência do sistema de abastecimento antes e depois da aplicação do FMSS. O nível de eficiência do sistema de abastecimento era de 19%. Este índice foi o que justificou o desenvolvimento do método FMSS.

ESTUDO DE CASO E DISCUSSÃO

A adesão a métodos que permitem flexibilidade no abastecimento e no controle do fornecimento dos materiais à linha de montagem é crucial para corrigir possíveis faltas de materiais ou torná-las previsíveis. Dentre os inúmeros métodos de abastecimento, são caracterizados neste artigo quatro que foram aplicados simultaneamente à realidade do sistema produtivo da montadora em estudo.

A Figura 1 apresenta o mapa de calor do processo de abastecimento das linhas de montagem do Trim Shop antes da implantação da metodologia FMSS.

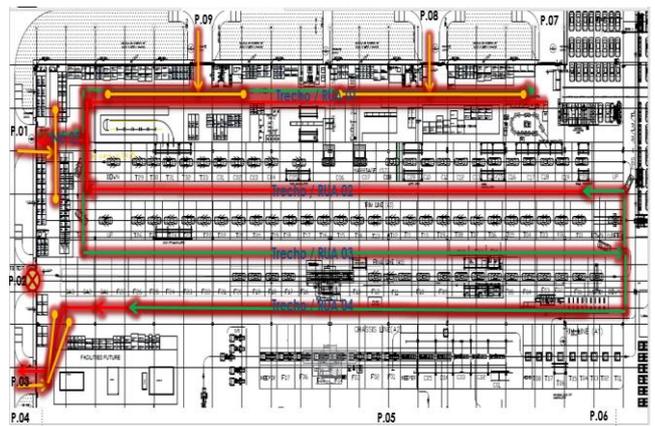


Figura 1 – Mapa de calor dos fluxos de abastecimento antes da aplicação do FMSS. Fonte: CIMATEC, 2018.

Observando a figura 1, identifica-se trechos de intensidade de fluxo, isto é, trechos de alta resistência aos fluxos de abastecimento (os trechos mais resistentes são apresentados na cor vermelha) [10]. O espaço amostral do Trim Shop na montadora automobilística multimarcas em estudo, é composto por setenta e duas estações de trabalho, que são abastecidas com uma equipe de 33 pessoas. As vias apresentavam mão dupla, com fluxo de abastecimento de peças, fluxo reverso de embalagens e fluxo reverso de rack. O portfólio de produtos era composto de dois modelos de SUV e dois modelos de caminhões. Porém, o desafio era a inclusão de uma nova marca de veículo composta de dois modelos, sendo que um destes modelos possuía duas variantes. Como a empresa adotava o sistema de abastecimento empurrado, o side line não comportaria mais peças.

SISTEMA FLEXÍVEL DE APOIO À MANUFATURA (FLEXIBLE MANUFACTURING SUPPLY SYSTEM – FMSS)

Os métodos de abastecimento são meios planejados de reposição de material em seu ponto de uso, sendo sempre acionados com base na necessidade do processo cliente. O sistema flexível de abastecimento da Manufatura – FMSS, foi projetado como um ecossistema logístico de abastecimento que utiliza simultaneamente diversos métodos de abastecimento, podendo processar um mix de produtos simultaneamente e atender diversas estações de trabalho, ajustando-se as variações da demanda e eliminando estoque em processo. Para a implantação do sistema de abastecimento flexível se fez necessário a implantação das quatro etapas a saber:

- a) Adequar layout (priorizar os fluxos de abastecimento)

As rotas de abastecimento devem ser planejadas e adequadas para o transporte interno de peças. Devem

compor vias de mão única para evitar contra fluxo. Desta forma os fluxos serão os de menor resistência [10]. Em [8], afirma que a movimentação de materiais significa transportar quantidades de material por pequenas distâncias. Como a atividade de manuseio acontece por inúmeras e repetidas vezes, qualquer ineficiência no layout pode acarretar em grandes desperdícios, considerando-se a grande quantidade que é movimentada ao longo de um período.

- b) Adequar layout (priorizar os fluxos de abastecimento)

Os equipamentos devem ser adequados ao processo e desenvolvidos de acordo com as peças que irão movimentar, se possível, em ambientes fechados utilizando equipamentos com tração elétrica e ter a menor relação entre peso e carga útil. Para [9], o uso de equipamentos aliados a um sistema de movimentação adequado são fatores importantes para o fluxo de materiais na empresa, mas são as condições de trabalho que determinam as reais condições de melhoria.

- c) Utilizar diversos métodos de abastecimento

Existem diversos métodos de abastecimento de linha. Um sistema flexível pode utilizar diversos métodos de abastecimento simultaneamente, isto é, utilizar o mais adequado, podendo processar um mix de produtos simultaneamente e atender diversas estações de trabalho, ajustando-se as variações da demanda e eliminando estoque em processo.

- d) Adequar o sistema de armazenagem

A armazenagem é a administração dos espaços necessários para manter os materiais em estoque. O planejamento de armazéns inclui: localização, dimensionamento de área, arranjo físico, baias de atracação, equipamentos para movimentação, sistemas de informatização e localização e mão de obra disponível. O funcionamento adequado do armazém exige que o mesmo disponha de um sistema rápido para transferência da carga, imobilizando o veículo durante o menor tempo possível.

RESULTADOS

A abordagem do abastecimento de linhas de produção, focalizada na flexibilidade dos processos e na infraestrutura trouxe resultados surpreendentes. Para tal foi desenvolvido um conceito de abastecimento flexível que garantiu o fluxo de componentes nos pontos de consumo de uma montadora de automóveis multimarcas.

Para o desenvolvimento do novo layout só foi possível alterar o sentido dos fluxos e abrir portões de acesso. Já quanto aos equipamentos de movimentação, para

alguns trechos foi substituído o uso da empilhadeira pela transpaleteiras, o uso de rebocadores e empilhadeiras já era aplicado. O sistema de abastecimento adotado é composto por quatro modelos de sistemas de abastecimento de linha, são eles: o Sequenciamento de Peças, o Direct Shipment, o Sushi-box Delivery e o SACI (sistema de abastecimento contínuo e integrado).

- Sequenciamento de peças - Este método reduz o tamanho dos lotes de abastecimento da produção. É recomendado quando se tem peças comunizadas, dimensões ou cores, que devem ser encaminhadas para um mesmo ponto de uso. O sequenciamento normalmente é feito em uma área, próximo ao depósito das peças. As peças são desembaladas e sequenciadas de acordo com a sequência da produção e ordenadas em racks (utilizado como dispositivo de fluxo interno) fabricados conforme as dimensões das peças e facilidade de pega do montador. No sequenciamento, apenas o rack com as peças é encaminhado para o ponto de uso. O montador por sua vez, manuseia as peças da sequência de montagem do veículo na linha de produção. Este sistema de abastecimento é mais aplicado em linhas comunizadas (diversos modelos em uma mesma linha de montagem).

- Direct Shipment - Trata-se de um método de abastecimento onde as peças são enviadas diretamente do estoque para o local de uso (utilizando a embalagem de viagem como dispositivo de fluxo interno). Esse esquema de distribuição reduz os custos de repack e da confecção de racks. Porém gera conflito com reciclagem de embalagens. Este sistema de abastecimento é mais aplicado a peças de grande porte e linha não comunizada.

- Sistema de Abastecimento Contínuo Integrado (SACI) - O objetivo deste sistema é reduzir o tamanho dos lotes de abastecimento da produção ao máximo possível e minimizar a frequência de fluxo de informações e materiais. O SACI utiliza o método repack (remoção de materiais da embalagem original) e rearranjo em embalagens (tipo KLT). Essas embalagens são armazenadas no supermercado e o sinal de reposição adotado é o Kanban de caixas. Este sistema de abastecimento é mais adequado quando aplicado a miudezas (fixadores).

- Sushi-box Delivery - Neste modelo a programação de entrega é na hora em que uma unidade está programada para entrar na linha. A data de entrega programada é determinada quando a logística recebe as informações das demandas. Este sistema de abastecimento é mais indicado a ser aplicado a peças de médio porte.

A seguir a tabela 1 detalha o método FMSS aplicado no abastecimento do Trim Shop da montadora automobilística.

Tabela 1. Sistema de abastecimento

	Sequenciamento	Direct Shipment	SACI	Sushi-box Delivery
	Ordenamento de acordo com a sequência de produção	Ordenado conforme o embarque	Granes Lotes	Peça a peça
Característica				
Dispositivo de fluxo	Rack de fluxo	Plataforma de fluxo	Caixas KLT	Carro sushi-box
Método de roteirização	Milk run	Milk run	Milk run	Milk run
Método de manuseio	Repack	NA	Repack no KLT	Sushi Box
	Puxado pela produção com substituição do rack vazio (<i>kanban</i>).	Pull System (<i>kanban</i> de caixa vazia)	Pull System (<i>kanban</i> de caixa vazia)	Pull System pelo <i>takt</i> da linha
Sinal de reposição				
Equipamento movimentação	Carro manual ou transpaleta	Transpaleta	Rebocador com carreta	Rebocador com carro sushi box
Método de armazenagem	Embalagem de viagem	Embalagem de viagem	Supermercado de peças	Supermercado de peças

Fonte: Autor, 2020.

Para as peças de grande porte que utilizava 100% o sistema Direct Shipment foi classificado e 70% dos itens passou a utilizar o modelo de Sequenciamento de peças. Para as peças de médio porte, o antigo sistema de armazenagem que adotava o método bloqueado utilizando a própria embalagem de viagem como embalagem de armazenagem e movimentação, este sistema foi substituído por um supermercado de peças e o sistema de movimentação substituído pelo sushi box delivery. O sistema antigo apresentou uma eficiência de 19%.

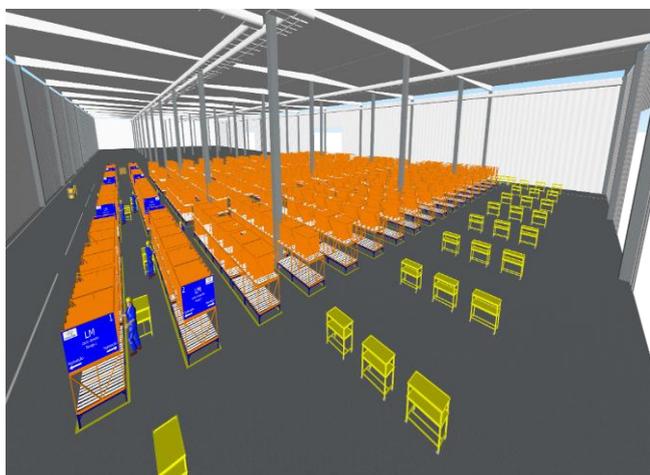


Figura 2. Supermercado de peças. Fonte: Dos autores.

E finalmente as peças de pequeno porte (fixadores) e grande volume, foi adotado o sistema SACI que é composto de um supermercado de peças (pulmão), rebocador com carreta adaptada para caixas KLT (similar veículo de

entrega utilizado na distribuição urbana de bebidas). É feito um repack e as caixas são armazenadas provisoriamente no supermercado e foi utilizado o *kanban* de caixa vazia para fazer a reposição. O Direct Shipment só ficou sendo utilizado na reposição de teto panorâmico devido a criticidade do item.

CONCLUSÃO

O presente estudo teve seu objetivo alcançado, uma vez que conseguiu obter bons resultados para o cenário futuro com a implantação do sistema de abastecimento flexível, minimizando a intensidade de fluxo nas vias. Outra mudança importante foi a adoção de equipamentos de movimentação, sendo necessária a conscientização dos operadores para o ato de abastecer as células.

Foi possível visualizar o grau de flexibilidade e os diferentes desempenhos dos modelos de abastecimento nas linhas de montagem, como também sinalizar ações de melhoria no sistema de abastecimento.

Em vista do cenário e análise do fluxo de movimentação no Trim Shop, o presente estudo apresentou um conceito objetivo e prático para implantação do sistema flexível de abastecimento de linha de produção (flexible manufacturing line supply system - FMSS). Tal formulação baseou-se na metodologia genérica, denominado de sistema flexível de manufatura (Flexible Manufacturing System - FMS), que foi adaptada e simplificada para aplicação em processos de abastecimento de uma linha de produção em uma montadora automobilística multimarcas.

Com a implantação do modelo de abastecimento FMSS foram feitas a reformulação do modelo de abastecimento da linha produtiva; criação de supermercados de peças para atendimento mixado (diversas marcas e modelos); houve uma redução de 70% na equipe de abastecimento, assim como a redução de 95% do estoque de peças no side line e 5500 km/ano no percurso do abastecimento.

REFERÊNCIAS

- [1]MEDEIROS, Cristina; et al. Sistemas e técnicas de movimentação e armazenagem de materiais: um enfoque no arranjo de layout de estoque aplicado a uma montadora de computadores. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2011.
- [2]CACALANO, Luiz; DA CUNHA, Claudio. Roteirização de veículos para o abastecimento de linhas de produção. São Carlos: Gestão e Produção, 2015.
- [3]MACHADO, André. Flexibilidade em sistemas de manufatura: um estudo exploratório. Bauru: XI SIMPEP, 2004.

[4]DALCOL, Paulo; ZUKIN, Marcio. Flexibilidade de manufatura na indústria eletrônica: percepção gerencial e aplicação. Gestao e Produção, 1998.

[5]TRACEY, Michael; LIM, Jeen-Su. Manufacturing technology and strategy formulation: Keys to enhancing competitiveness and improving performance. Journal of Operations Management, 1999.

[6]BOMFIM, L.; SANTOS, D. O. S. Modelagem e Análise de Performance de Sistemas Flexíveis de Manufatura Baseado em Redes de Petri Temporizadas: Estudo de Caso na Indústria Automobilística. 2008.

[7] GUSTAVO, A.; MACHADO, C. Flexibilidade em sistemas de manufatura : um estudo exploratório. 2004.

[8]BALLOU, Ronald H. Logística Empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física. / Ronald H. Ballou; tradução Hugo T. Y. Yoshizaki - 1. ed. - 27. reimpr. - São Paulo: Atlas, 2012.

[9]FRANCISCHINI, G. Paulino , GURGEL, Floriano do Amaral. Administração de materiais e do patrimônio/ Paulino G. Francischini, Floriano do Amaral Gurgel. - São Paulo: Cengage Learning, 2012.

[10] DONATO, V; PASSOS, F. U. Proposta e aplicação de um método, baseado no contexto das linhas de transporte de menor resistência, para qualificar cadeias logísticas de distribuição como uma cadeia verde. RECC – Revista Eletrônica Científica do CRA-PR, v. 2, n. 2, p. 47-61, Paraná, 2014.

