
PROPOSTA DE OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE MONTAGEM DE REVESTIMENTO DE TETO AUTOMOTIVO POR MEIO DO CONCEITO MODULAR

Camila A. Azevedo

Nádilla L. B. Tsuruda

Virgínia Motta Aguiar

Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM)

Resumo

O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo de caso em uma empresa multinacional do setor automotivo para identificar a possibilidade de aplicação do conceito modular em seu processo de montagem final. O trabalho propõe o fornecimento de um revestimento modular de teto e está diretamente relacionado ao desenvolvimento de fornecedores em parceria, processo logístico interno e externo, otimização de *layout* e redução de tempos operacionais na Montadora ABC, além do desenvolvimento de *layout* no fornecedor. Dessa maneira, as atividades produtivas nessa indústria automotiva podem tornar-se mais eficazes com menor esforço humano, menos equipamentos, menos tempo e menor espaço físico.

Palavras-chave: Indústria automotiva. Manufatura enxuta. Revestimento modular de teto.

1 INTRODUÇÃO

As empresas estão inseridas em um mercado bastante competitivo, envolto nas oscilações da economia, no avanço da tecnologia e da crescente globalização, que, por sua vez, perseguem a redução dos custos e melhores níveis de produtividade e qualidade em seus produtos e serviços. Num contexto de alta competitividade, o desafio da sobrevivência dessas organizações para atender às novas exigências do mercado e dos consumidores requer que novas técnicas gerenciais, desenvolvimento de sistemas administrativos eficientes e busca de mudanças tornem-se cenários constantes estabelecidos pela sociedade econômica.

Segundo Heikkilä et al. (2002), no processo, o módulo é composto por um conjunto de peças ou componentes que é fornecido em uma única unidade. A modularização torna-se vantajosa quando aplicada em sistemas complexos e implica também novas oportunidades de fornecimentos dos fabricantes das peças.

Visto que a demanda de compras de veículos aumenta a cada ano, a importância de desenvolver fornecedores modulares aumenta, já que se reduz significativamente o *layout*, o que resulta em flexibilidade de produtos (BALDWIN; CLARK, 1997).

De modo que assegurem crescimento, modernidade e qualidade, as empresas buscam a racionalização e otimização de todas as suas atividades, diminuem os custos e desperdícios da produção, e proporcionam uma melhor produtividade e, por conseguinte, maior lucro (WOMACK; JONES; ROSS, 2004).

De acordo com os autores supracitados, o termo *lean* significa basicamente a obtenção de materiais corretos no local correto e na quantidade certa, de modo que minimize o desperdício, sendo flexível e aberto a mudanças.

Com o pensamento enxuto espalhando-se pelo mundo inteiro, os líderes da indústria começam a adaptar os princípios e as ferramentas *lean* a diversos segmentos além da manufatura, tais como logística e distribuição, serviços, varejo, saúde, manutenção, entre outros. Embora tenha surgido em uma indústria automobilística, a filosofia do *lean thinking* está começando a ser utilizada por líderes e gestores em diversas empresas de segmentos distintos (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2012).

Portanto, com base nas premissas citadas anteriormente, a problemática desta pesquisa exploratória é: Como utilizar o conceito modular e as ferramentas *lean* para propor ações estratégicas de melhorias para o sistema produtivo de uma linha de montagem final numa montadora automotiva?

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Filosofia *lean* – variabilidade e flexibilidade

A manufatura enxuta, também conhecida por Sistema Toyota de Produção (STP), revolucionou a produtividade e o modo de analisar a qualidade nas organizações. A Toyota foi a empresa pioneira a questionar os dados obtidos resultantes do sistema de produção em massa (SHINGO, 1996).

Após a Segunda Guerra Mundial, a Toyota encontrava-se em meio à crise do pós-guerra e precisava cortar custos e ter flexibilidade ao produzir pequenos lotes para que superasse a concorrência americana e evitar a falência (OHNO, 1997).

Diante desse cenário, a Toyota desenvolveu um novo sistema de práticas de manufatura que a reerguesse no mercado global. Um exemplo disso foi a distribuição de equipes e atividades ao longo da linha de produção, limpeza e controle de qualidade durante toda a fabricação do produto para melhoria contínua do processo.

Segundo Moraes e Sahb (2004), na prática os benefícios que o *lean* proporciona às empresas são conseguidos principalmente por meio de produção integrada em pequenos estoques, produção puxada pelos clientes, controle de qualidade, trabalho organizado em equipes e integração de toda a rede de suprimentos desde matéria-prima até o cliente final. De acordo com Slack, Chamber e Johnston (2009), é necessário atender a cinco exigências para que os objetivos da produção enxuta sejam alcançados:

- *Qualidade*: fazer certo, isto é, fornecer bens e serviços isentos de erro.
- *Rapidez*: fazer com rapidez no intuito de minimizar o tempo entre o pedido e a entrega ao consumidor.
- *Confiabilidade*: fazer em tempo para atender ao compromisso de entrega do bem ou serviço no prazo definido.
- *Flexibilidade*: mudar o que se faz, isto é, adaptar ou mudar as atividades de produção para atender às necessidades de mercado.
- *Custo*: fazer barato, ou seja, fixar um preço que permita retorno à organização e que seja apropriado às exigências do mercado e dos clientes.

2.2 Modularização

A cadeia de suprimentos pode ser melhorada pela redução de postos de trabalho, tempos de processo, número de disponentes, entre outros. A modularização é

um modo de alcançar essas premissas, já que o módulo é desenvolvido num fornecedor predeterminado, em vez de ser manufaturado na própria planta de montagem final. É também uma forma de as organizações tornarem a complexidade do processo de produção em partes gerenciáveis (FREDRIKSSON, 2002). O fornecedor, por sua vez, precisa estar localizado próximo ao cliente, para facilitar a logística entre as partes.

De acordo com a análise do Center Automotive Research (CAR) da Universität Duisburg-Essen (2010), em 1990 eram produzidos cerca de 550 modelos diferentes de veículos, e a previsão é que esse número atinja patamares de 1.100 modelos por volta do ano de 2015.

A demanda de novos produtos e inovações de mercado tem sofrido importantes flutuações, e as montadoras têm de estar aptas a responder rapidamente às mudanças com flexibilidade e poder de modificação. Isso impede que a empresa tenha que aumentar o preço de seus produtos, uma vez que teria perdas de rendimento ao expandir suas instalações. Como a montadora pretende tornar-se capaz de responder ao mercado com produtos inovadores, deve certificar-se de que o projeto seja lançado o mais rapidamente possível. Para tal, recursos de engenharia avançada ou adição de prestadores de serviços são necessários. Segundo a empresa Opel, o desenvolvimento modular de sua versão elétrica veicular com autonomia estendida foi realizado em um tempo recorde e trazido ao mercado em apenas 3,5 anos. Inicialmente, a empresa reconheceu as necessidades dos clientes (autonomia de veículos elétricos) e pôde, assim, gerar vantagens competitivas sustentáveis (BIESEBROECK, 2007).

Nesse caso, avalia-se o *marketing* estratégico do produto *versus* vendas para projetar a produtividade no processo. Uma vez definida a estratégia de *marketing* e vendas, a escolha dos fornecedores é um ponto crucial para a montadora. Existem diversos fatores para a definição de fornecedores, como: habilidade técnica – para desenvolver novos produtos de acordo com as especificações; capacidade de produção – quantidade e qualidade requisitadas; confiabilidade – solidez do fornecedor, principalmente se for optar por fonte simples; serviço pós-venda – assistência técnica, peças de reposição (nível adequado); localização do fornecedor – fábrica próxima; redução de tempos de entrega e condições de embalagem e transporte, credibilidade, negócios futuros; e preço – não precisa ser necessariamente o menor preço, mas deve ser competitivo. Ainda devem ser consideradas as condições de pagamento e descontos (ARNOLD, 1999).

3 ESTUDO DE CASO

3.1 Caracterização da empresa

A montadora multinacional de veículos, empresa objeto deste estudo, que, por questões de sigilo, será denominada como Montadora ABC, localiza-se em território brasileiro há mais de 50 anos e conta com um quadro superior a 15 mil funcionários. A produção diária na unidade estudada é de aproximadamente 1.500 veículos/dia. Anualmente, produz-se o total de 550 mil veículos.

3.2 Montagem convencional do revestimento de teto

Na montadora, o transporte interno inicia-se com a entrega dos componentes que compõem o conjunto revestimento de teto na área de recebimento/descarregamento dos contenedores. Os componentes recebidos na planta da montadora são alocados próximos à linha de montagem final do veículo.

As montagens no revestimento do teto incluem 27 itens para versão completa e 19 itens para versão básica, montados em cinco postos de trabalho chamados de *takts*.

O processo de montagem do produto no veículo inicia-se com a montagem da peça unitária do revestimento do teto. Em sua fixação, o operador encaixa-o nas vedações das portas e no para-brisa, e, em seguida, parafusa-o na região da calha do teto, próximo à tampa traseira. O mesmo operador fixa o para-sol de um lado na parte dianteira do carro e parafusa o outro lado, servindo conjuntamente para fixação do revestimento no teto. O primeiro operador sai do veículo e entra o segundo operador para fixação das alças de segurança no teto. Este parafusa as alças que também servem de fixação para o revestimento do teto.

Na operação seguinte, o terceiro operador fixa as iluminações de cortesia e o conjunto de iluminação central, onde são encerradas as operações do conjunto revestimento do teto. O tempo total dispendido é de 302 segundos, ou seja, 5,0 minutos.

3.3 Proposta de revestimento do teto modular

O fornecimento modular foi desenvolvido em resposta a uma mudança no competitivo mercado da indústria automotiva. Essa estratégia exige da montadora, *Original Equipment Manufacturer* (OEM), e dos fornecedores uma relação de parceria com maior comprometimento, bem como uma reestruturação ampla de suas responsabilidades. Entretanto, o vínculo estabelecido de parcerias confiáveis com esses novos me-

gaforneadores garante o sucesso das operações das montadoras e a possibilidade de flexibilidade em suas linhas de produção. Como a complexidade dos produtos veiculares aumenta a cada nova geração, a montadora deve recorrer a peritos externos (fornecedores com *know-how* específico) para desenvolver e poupar recursos. Ao mesmo tempo, ela é forçada a reduzir os custos, como evidenciado pela terceirização do fornecimento e desenvolvimento de suboperações. Somente dessa forma a montadora poderá permanecer competitiva no mundo de hoje (GRUSSENDORF, 2010).

Na área de montagem final atual, existem cinco postos de trabalho responsáveis pela montagem de todos os componentes no revestimento de teto.

No intuito de melhorar a qualidade do processo de montagem dos componentes, a proposta de módulo prevê a inclusão de dispositivos *poka-yoke* (cavidades nas máscaras vazadas dos berços com a pré-forma das peças a serem montadas e um simples sensor de detecção/presença), os quais eliminam a possibilidade de erros dos operadores durante as pré-montagens do módulo, tais como: instalação de peças erradas ou falta de peças no revestimento de teto.

Os operadores devem ser responsáveis por seus berços de trabalho, realizando a manutenção autônoma para que se evitem paradas no fluxo produtivo. Dessa maneira, a prática do *kaizen* pode se tornar evidente, já que se busca um processo de aprimoramento contínuo.

3.3.1 Redução de custos

O objetivo não é apenas desenvolver a melhor qualidade, mas também reduzir o tempo de lançamento e os custos. Para reduzir o custo final de um produto e manter ou melhorar a qualidade dele, é necessário um trabalho conjunto de todos os que formam a cadeia produtiva.

Na Montadora ABC, os departamentos de compras e otimização de custos do produto buscam oportunidades para redução de custos por meio de estratégias de compras, haja vista o enorme potencial de componentes/peças adquirido atualmente por essa indústria. A formação de preço de um produto na Montadora ABC segue uma estrutura bem rígida, na qual o departamento de finanças é responsável por compor o custo objetivo do produto. Basicamente, o custo objetivo é composto pela soma de matéria-prima, mão de obra direta e custos indiretos de produção. Em outras palavras, os materiais são todos aqueles utilizados diretamente na produção, ou seja, os componentes, as peças, os materiais de processo etc. No caso do estudo em questão, trata-se da montagem modular do revestimento de teto *versus* a montagem dos componentes na linha de montagem final da Montadora ABC.

A mão de obra direta é aquela utilizada exclusivamente na produção. No estudo de caso, comparam-se os tempos de operação na linha de montagem final da monta-

dora e os tempos de operação no fornecedor modular obtido por meio do método sistemático de medida de tempo.

Na formação dos custos industriais, ainda existem os custos indiretos de produção, que incluem todos os gastos na estrutura da fábrica: aluguel, energia, água, limpeza, segurança, manutenção, entre outros. No estudo de caso, toma-se apenas o caso mais relevante de custo indireto que é a área de *layout* utilizada para execução das operações, refletindo diretamente em gastos de aluguel, manutenção etc.

É importante ressaltar que, na fase de formação do custo objetivo, no qual se determina o custo de cada componente, o custo-alvo é decomposto e aplicado para peças e subconjuntos.

Os três tópicos a seguir apresentam a proposta de redução de custos deste estudo de caso e abordam os principais componentes para a formação do custo industrial, conforme mencionado anteriormente: otimização de *layout*, desenvolvimento dos custos operacionais (tempo de processo) e logística.

3.3.2 Otimização de *layout*

A implementação do módulo de revestimento do teto apresenta um potencial positivo em termos de requisito de espaço, manuseio e custos de mão de obra, uma vez que o procedimento de pré-montagem é direcionado ao fornecedor.

Por consequência do recebimento do módulo revestimento de teto pré-montado, os procedimentos de aplicação dos componentes na montadora passam a ser inexistentes. Para a implementação dessa proposta de modularização, seria necessária apenas uma operação para a fixação do módulo à carroceria, em vez de cinco operações para a montagem completa do revestimento de teto como observado na situação atual, permitindo assim que, na linha de montagem, as operações canceladas sejam substituídas por novos *features*, ou seja, produtos opcionais a serem ofertados para os clientes. Essa simples proposta contribui para a flexibilidade e o aumento de capacidade produtiva, a redução de dois terços da área da montagem final, a necessidade de apenas um operador por turno (antes três) e a redução de tempo para 3,3 minutos. A área de cada disponente foi informada pelo departamento de engenharia industrial, que possui o detalhamento de *layout* para todo o processo produtivo. A soma das áreas desses disponentes é de 118 m².

Em relação ao fornecedor modular, para o cálculo do *layout* proposto neste estudo, considerou-se a configuração mostrada na Figura 1.

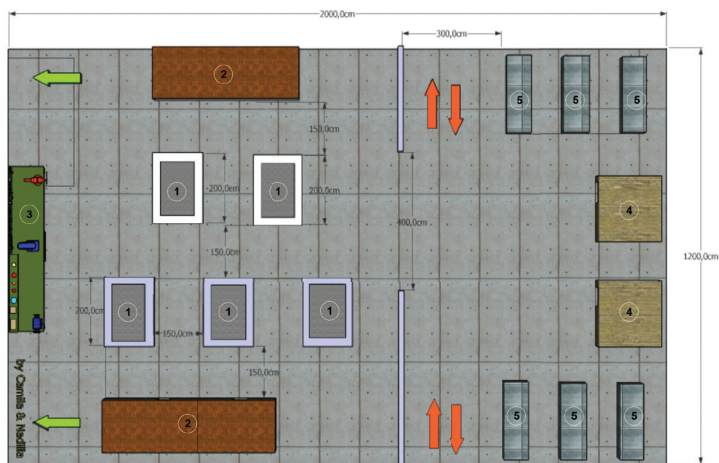


Figura 1 Layout proposto para montagem do módulo de revestimento de teto

Fonte: Elaborada pelas autoras.

3.3.2.1 Desenvolvimento dos custos operacionais: tempo e mão de obra

No caso da proposta no fornecedor modular, para a estimativa dos custos do processo de fabricação, realizou-se um estudo de tempos, métodos e movimentos. Esse estudo, por sua vez, baseia-se nas operações executadas no intuito de estabelecer o tempo padrão para montagem do módulo revestimento de teto.

Neste estudo de caso, a determinação do tempo padrão do processo segue o método conhecido como estudo de tempos sintéticos. Tal método constitui-se assim uma ferramenta alternativa para a determinação de tempos padrão, sem o uso preliminar da cronometragem, e dos meios físicos propriamente ditos. Para esta análise, optou-se pelo método da medida de tempo (MMT), no qual se avaliam os movimentos envolvidos nas operações executadas pelo operador.

A cada movimento associou-se um tempo tabelado, obtido por meio de observações e análises ao longo do tempo na indústria. Somaram-se todos os tempos encontrados, e foi determinado o tempo padrão final para o processo no fornecedor modular. Uma vez determinada a soma das unidades de medida de tempo (UMTs), deve-se converter o valor UMT em tempo, em que 1 UMT vale um centésimo de milésimo de hora, ou seja, 0,00001 hora ou 0,0006 minuto (TÁLAMO, 2010).

Segundo o método de tempos sintéticos, elaboraram-se as operações de montagem do módulo no fornecedor e a respectiva UMT atribuída, conforme tabelas padrão do sistema de medida do tempo. As operações correspondem às disposições de berço de montagem, operadores e abastecimento dos componentes durante o processo.

Como o processo produtivo elaborado requer a utilização de força humana, ou seja, os operadores realizam as operações descritas no fluxo para a montagem do módulo de revestimento de teto, deve-se avaliar o ritmo ou a eficiência do operador. Atribuem-se os valores do Sistema Westinghouse que são somados para formar o valor do fator eficiência.

Assim, obteve-se um tempo padrão estimado de 1,98 minutos para o processo de montagem do módulo revestimento de teto no fornecedor. Após seu fornecimento, monta-se o módulo de revestimento de teto segundo as operações da Tabela 1 na linha de montagem final da montadora.

TABELA 1

Operações para montagem do módulo na montadora

Operação	Plano de montagem modular na montadora (versão completa)	Tempo médio (s)
21	Movimentar conjunto revestimento de teto modular	5
22	Posicionar o revestimento do teto no local de montagem do veículo	10
23	Fixar manualmente o revestimento de teto nas vedações da carroceria	40
24	Fixar com parafusadeira o revestimento de teto na região traseira	5
25	Fixar com parafusadeira as alças de segurança dianteira e traseiras (parafusos pré-montados nas alças de segurança)	15
26	Aplicar tampões sobre os parafusos de fixação do revestimento de teto	5
Total		80

Fonte: Elaborada pelas autoras.

Para obter o tempo total estimado do processo de montagem do módulo de revestimento de teto, somam-se o tempo padrão obtido para o fornecedor e o tempo médio obtido para a montadora. Assim, o tempo total de processo para a proposta deste estudo é de 3,31 minutos.

3.3.2.1.1 Análise de dados obtidos dos custos de transporte interno

O presente estudo de caso propõe a redução da atividade de transporte entre o fornecedor e a Montadora ABC, uma vez que a quantidade de peças entregues na montadora é reduzida para apenas um módulo por veículo. Assim, identifica-se um potencial de redução de custos quando se substituem a aquisição e a logística convencionais de peças pelo processo modular. Nesse caso, devem-se considerar: o fluxo de transporte de caminhões, carregamentos e descarregamentos de contenedores; o controle de entrada; a programação de recebimento; a quantidade de disponíveis; e os transportes de contenedores dos módulos cheio e vazio.

Como exemplo, demonstra-se, neste trabalho, a redução da atividade de transporte dos contenedores dos módulos na planta da Montadora ABC em relação ao transporte atual de peças, para a qual se calcula um potencial de redução de custo logístico. O escopo físico da movimentação de abastecimento da linha de montagem em estudo pode ser visualizado na Figura 2, em que se construiu o diagrama de *spaghetti* com os trajetos. Obtém-se o cálculo da distância total percorrida por meio da Equação (1).

$$DTP = \sum_i n_i d_i \quad (1)$$

Considere para a Equação (1): n_i = número de vezes em que o trajeto é percorrido; d_i é a distância do trajeto. Para cálculo do n_i , devem-se considerar o número de veículos/dia, a quantidade transportada/trajeto e os transportes cheio e vazio dos contenedores.

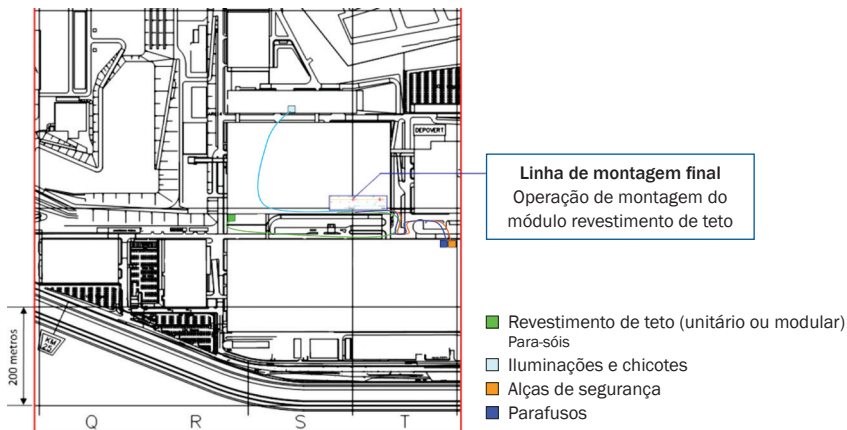


Figura 2 Diagrama de *spaghetti* para o transporte de contenedores

Fonte: Adaptada do layout da Montadora ABC

Obtém-se os custos de transporte de contenedores e as distâncias totais percorridas para o fornecimento atual de componentes no ciclo de vida do produto a partir da soma de:

- transporte de contenedores das iluminações internas e chicotes elétricos com custo operacional = R\$ 59.614/ciclo de vida e DTP = 19.709 km;
- transporte de contenedores das alças de segurança com custo operacional = R\$ 98.069/ciclo de vida e DTP = 32.423 km;
- transporte de contenedores de parafusos com custo operacional = R\$ 4.096/ciclo de vida e DTP = 1.354 km;

- transporte de revestimento de teto/para-sóis ou módulo revestimento de teto com custo operacional = R\$ 194.796/ciclo de vida e DTP = 64.386 km.

Para melhor visualização e resumo das vantagens obtidas pela proposta do conceito modular no revestimento de teto, ver a Tabela 2 e o Gráfico 1.

TABELA 2

Resumo dos custos industriais para a proposta de conjunto modular

Layout	Área (m ²)	Custo (R\$)
Área atual na montadora para montagem dos componentes do revestimento de teto e disponentes	319	413.245
Área proposta na montadora para montagem do conjunto modular revestimento de teto	68	111.860
Área proposta no fornecedor para montagem do conjunto modular revestimento de teto	240	194.750
Operacionais (mão de obra)		Tempo médio (minutos)
Tempo de processo montagem atual		5,03
Tempo de processo de montagem modular proposto		3,31
Logística (transporte interno de contenedores)		Distância total percorrida (km)
Distância total percorrida pelos carros elétricos transportadores para fornecimento convencional		117.872
Distância total percorrida pelos carros elétricos transportadores para fornecimento modular		64.386

Fonte: Elaborada pelas autoras.

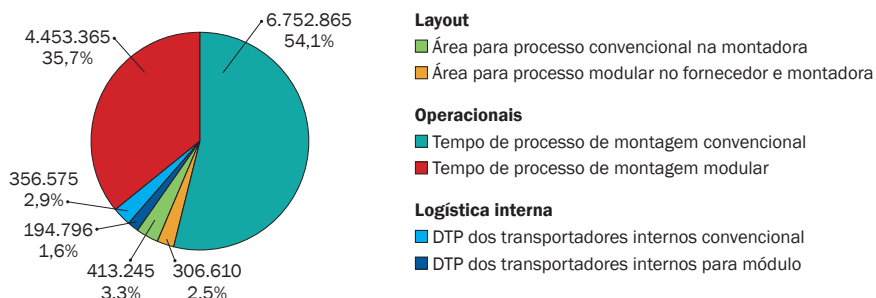


Gráfico 1 Comparativo de custos entre o processo convencional e o modular

Fonte: Elaborado pelas autoras.

4 CONCLUSÃO

No presente momento, a Montadora ABC utiliza mão de obra manual em seu processo de montagem final, em que se montam todos os componentes do revestimento do teto para dentro da carroceria do veículo.

O cerne da proposta consiste na modularização do revestimento do teto, isto é, um fornecedor preestabelecido monta todas as peças unitárias em sua unidade e, posteriormente, fornece um único conjunto modular na montadora. A entrega segue o processo *just-in-time* por meio da ferramenta *milk run*, semelhante ao fornecimento de sistemas como: motor, eixos, entre outros.

A análise de vantagens de melhoria da ergonomia, simplificação logística, redução de *layout* e redução de custos foi comprovada mediante dados expostos durante o estudo de caso. Uma análise mais criteriosa da proposta identificou desvantagens, como necessidade de investimento no fornecedor ao adquirir máscaras de berços para cada modelo de veículo fabricado. Outra potencial desvantagem é a necessidade de encontrar parceiros modulares capazes de atender aos requisitos de qualidade, de prazos e comerciais. No intuito de atingir esses requisitos, a montadora deve formalizar contratualmente as responsabilidades do fornecedor modular por quaisquer desvios de qualidade, mau funcionamento ou falhas de pré-montagem, sendo debitado semanalmente quando falhas forem detectadas.

Finalmente, o presente estudo de caso fornece conceitos e informações do processo modular que poderão ser estendidos para o desenvolvimento de novas arquiteturas de produto, no qual peça e módulo sejam projetados de forma que se encaixem nas engrenagens de uma nova estratégia de fornecimento de componentes e sistemas modulares.

OPTIMIZATION PROCESS PROPOSAL OF AUTOMOTIVE HEADLINER ASSEMBLY THROUGH MODULAR CONCEPT

Abstract

The aim of this work is a case study in a multinational automotive industry, identifying the possibility of application of a modular concept in its final assembly process. This work proposes to supply a modular headliner, which is directly related to supplier development in partnership, internal and external logistic process, layout optimization and assembly process time reduction in Montadora ABC, and the development of the

layout supplier. Thus, the automotive industry production activities could become more effective, with less human effort, less equipment, less time and space.

Keywords: Automotive industry. Lean manufacturing. Modular headliner.

REFERÊNCIAS

- ARNOLD, J. R. T. *Administração de materiais*. São Paulo: Atlas, 1999.
- BALDWIN, C. Y.; CLARK, K. B. Managing in an age of modularity. *Harvard Business Review*, v. 75, n. 5, p. 84-93, Sept./Oct. 1997.
- BIESEBROECK, J. V. The cost of flexibility. *Assembly Automation*, v. 27, n. 1, p. 55-64, 2007.
- CENTER AUTOMOTIVE RESEARCH (CAR) UNIVERSITÄT DUISBURG-ESSEN. Entwicklung Varianten-Wachstum. 2010. Disponível em: <http://www.uni-due.de/car/publikationen_2010.php>. Acesso em: 11 abr. 2013.
- FREDRIKSSON, P. Modular assembly in the car industry: an analysis of organizational forms influence on performance. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, v. 8, n. 4, p. 221-233, Dec. 2002.
- GRUSSENDORF, F. *Bedeutung von Modulen fuer den OEM aus der Beschaffungsperspektive am Beispiel von JIT-Modulen*. Wolfenbüttel: Ostfalia, 2010.
- HEIKKILÄ, J. et al. *Products and modularity: managing competitive product portfolios through holistic platform thinking*. Helsinki: TAI Research Centre, Helsinki University of Technology, 2002. 67 p.
- LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. A brief history of lean. Disponível em: <<http://www.lean.org/WhatsLean/History.cfm>>. Acesso em: 20 ago. 2012.
- MORAES, J. A. R.; SAHB, L. M. Manufatura enxuta. 2004. Disponível em: <<http://www.ietec.com.br>>. Acesso em: 20 jun. 2012.
- OHNO, T. *O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- SHINGO, S. *O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção*. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- SLACK, N.; CHAMBER, S.; JOHNSTON, R. *Administração da produção*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- TÁLAMO, R. *Apostila NP 6110: análise de processos, tempos, métodos e movimentos*. São Bernardo do Campo: Departamento de Engenharia de Produção da FEI, 2010.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. *A máquina que mudou o mundo*. 11. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

Contato

Camila A. Azevedo
camila.azevedo@hotmail.com

Tramitação

Recebido em outubro de 2013.
Aprovado em agosto de 2015.