



OS PILARES DO SISTEMA DE PRODUÇÃO MODULAR NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA E AS SUAS INTEGRAÇÕES

THE PILLARS OF THE MODULAR PRODUCTION SYSTEM IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY AND THEIR INTEGRATIONS

Jeferson Alison Gomes | jeferson.gomes@yahoo.com.br

Arcione Ferreira Viagi | afviagi@gmail.com

RESUMO

A indústria automotiva mundial passou por diversas transformações ao longo da sua trajetória, como o conceito de linha de produção criado por Ford e o Sistema Toyota de Produção que introduziu o conceito de produção enxuta através do *Just in Time*. Porém, a constante busca por redução de custos aliada à necessidade de renovação do mercado, geraram uma necessidade maior de aproximação das montadoras de automóveis, com os seus principais fornecedores. As montadoras visualizaram uma grande vantagem competitiva transformando seus principais fornecedores em realmente seus parceiros de negócio, fazendo com que os mesmos lhe entregassem um módulo completo, surgindo assim o conceito de Sistema Modular. Mediante à uma transição natural, a expertise no desenvolvimento dos principais componentes do automóvel foi transferida a esses fornecedores, que passaram a ser capazes de compartilhar os custos de desenvolvimento de novos produtos com um tempo muito menor, mediante a parcerias duradouras com os seus clientes; surge aqui a chamada Engenharia Simultânea, com sua estrutura horizontal e paralela é capaz de acelerar o processo de desenvolvimento de novos produtos. Com isso, as montadoras conseguiram reduzir sua base de fornecedores. Porém, adotar o Sistema Modular com um modelo de gestão não é uma tarefa simples e alguns pilares devem ser construídos para que esse modelo seja estruturado e capaz de gerar os benefícios esperados.

Palavras-chave: produção enxuta, sistema modular, Tier 2, custos de desenvolvimento, novos produtos.

ABSTRACT

The global automotive industry has undergone several transformations throughout its history, such as the production line concept created by Ford and the Toyota Production System that introduced the concept of lean production through Just in Time. However, the constant search for cost reduction combined with the need for market renewal, generated a greater need for car assembly plants, to get closer to their main suppliers. Automakers saw a great competitive advantage by transforming those suppliers into their real business partners, making them deliver a complete module, thus emerging the concept of Modular System. Through a natural transition, expertise in the development of the main components of the automobile was directed to these suppliers, who became able to share the costs of developing new products in a much shorter time, through lasting partnerships with their customers; Here comes the so-called Simultaneous Engineering, with its horizontal and parallel structure capable of accelerating the process of developing new products. With this, as automakers are able to reduce their supplier base. However, adopting the Modular System with a management model is not a simple task and some pillars must be built so that this model is structured and capable of generating the expected benefits.

Keywords: lean manufacturing, modular system, tier 2, development costs, new products.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, com todas as inovações tecnológicas incorporadas pela indústria automobilística, têm se constatado cada vez mais a diminuição do ciclo de vida dos veículos, sendo impulsionado também pelo alto grau de exigência do mercado e a alta competitividade existente. Todo esse contexto gerou uma necessidade muito grande de um aprimoramento da relação das montadoras com os seus principais fornecedores, formando uma parceria em busca de uma melhoria em todo o processo de produção (prazos, qualidade e custos). Segundo PRIETO & MIGUEL (2011), para alcançar maior eficácia nesses tópicos, um novo modelo de produção em rede modular está sendo construído.

Segundo MARTIN & ISHII (2000), esse movimento liderado pelas montadoras de adotar o sistema modular se mostra apropriado para alcançar os objetivos almejados, que são aumentar a rentabilidade do negócio e a sua eficiência, através de ações integradas para aumentar a produtividade e alcançar a redução de custos e de riscos de investimentos com a transferência de atividades de produção e projetos aos fornecedores; atividades essas que até então eram exercidas internamente pela própria montadora.

Essa transferência de atividades entre os elementos da cadeia produtiva se dá devido ao pleno domínio sobre o projeto arquitetônico, do qual as montadoras possuem amplo controle e são capazes de definir as devidas especificações de cada módulo que integram o produto final HANDERSON & CLARCK (1990). Porém, ao realizar essa transferência, surge um novo obstáculo a ser superado, que é coordenar o desenvolvimento de diferentes módulos, realizados por diferentes equipes em diferentes empresas sem comprometer a integridade do produto final. Segundo CLARCK & FUJIMOTO (1991), integridade pode ser considerada como o efetivo equilíbrio entre as especificações do produto.

De acordo com AMARAL & TOLEDO (2000), essa prática de participação dos fornecedores de uma forma mais sistemática vem se disseminando nas indústrias ao redor do mundo desde a última década do século XX.

Com as montadoras cada vez mais focadas em gerenciar as interações entre diversos módulos que são desenvolvidos pelos seus parceiros, bem como buscar a todo momento a redução de custos e tempos em toda a cadeia, ocorreu naturalmente uma horizontalização dos desenvolvimentos, que

por outro lado gerou um distanciamento das montadoras em relação às empresas de menor porte, que na sua grande maioria migraram o seu fornecimento às empresas que atendem diretamente às montadoras. Porém, com uma redução drástica no número de fornecedores que atendem diretamente às montadoras, a fatia de mercado tende a diminuir aos fornecedores que passaram a atender os sistemistas; com isso se torna muito mais difícil administrar as variações do volume de produção e ao mesmo tempo conseguir preços atrativos para se manter em atividade no mercado.

Com todos os argumentos apresentados anteriormente, questiona-se o motivo de empresas de outros segmentos não adotarem o sistema modular de produção ou pelo menos apresentarem dificuldades em sua implantação quando se dispõem a tal objetivo.

O objetivo desse trabalho é apresentar quais seriam os pilares básicos do sistema de produção modular que devem ser conhecidos e adotados por todas as empresas que buscam a sua implantação.

Os pilares apresentados neste trabalho podem ser considerados a estrutura básica desse sistema, mas não se deve limitar a tal, pois diversas outras ferramentas podem ser utilizadas para garantir o bom funcionamento de tal e principalmente a perfeita integração entre os módulos e os seus respectivos fornecedores.

Para tal estudo, foi adotada um padrão de revisão sistemática de literatura, na qual os principais tópicos envolvidos nesse processo foram avaliados, como: Contextualização do Sistema Modular, Engenharia Simultânea e o Desenvolvimento de Fornecedores.

Esse trabalho não visa avaliar e qualificar as estratégias utilizadas no mercado, mas sim apresentá-las de forma transparente e imparcial, pois diversos critérios são utilizados nessa escolha, não havendo necessariamente um modelo definido e classificado como o método ideal utilizado. Também é importante salientar que o foco desse trabalho está nas relações entre as empresas e as consequências que o sistema de produção adotado pode gerar para ambos os lados.

1.1 DEFINIÇÕES DE CONCEITOS

No decorrer desse trabalho muitos termos serão utilizados; com o intuito de padronizar cada um deles, será apresentado a seguir algumas definições dos principais termos presentes no contexto desse estudo.

- Cadeia de suprimentos: segundo PIRES (2009), reúne todas as atividades relacionadas à movimentação de materiais, desde a fase inicial com a matéria-prima até a entrega do produto ao cliente final.
- Gestão da cadeia de suprimentos: de acordo com SLACK & CHAMBER & JOHNSTON (2009), a gestão da cadeia de suprimentos (GSC) é a gestão da relação entre as empresas que se conectam por meio de conexões entre os seus diferentes processos.
- Fornecedores: são todos aqueles elementos da cadeia de suprimentos que provêm produtos ou serviços à outra empresa / instituição.
- Lead Time: pode ser definido como o tempo total necessário desde o recebimento do pedido até a entrega do produto final ao cliente.
- Tier 1: são os fornecedores diretos das montadoras, também muito conhecidos como os sistemistas do mercado.
- Tier 2: são os fornecedores que provêm produtos ou serviços às montadoras de forma indireta; ou seja, abastecem os fornecedores diretos *Tier 1*.
- Grey box: são tipos de produtos em que as especificações são definidas em conjunto entre o cliente e o fornecedor e todos os detalhes de engenharia são compartilhados entre eles.
- Black Box: são tipos de produtos em que o cliente estabelece requisitos de desempenho e de interface, mas o fornecedor é responsável pelo desenvolvimento detalhado do projeto, mesmo que utilize tecnologia própria e confidencial, desde que atendas os requisitos previamente estabelecidos.
- Risk Management (RM): é todo o processo de gerenciamento do risco envolvido no negócio.

Um resumo das linhas de estudos e conceitos dos principais autores consultados para a elaboração desse trabalho são apresentados nas tabelas abaixo com as devidas referências para posterior consulta.

SISTEMA MODULAR

Autor	Opinião	Referência
PRIETO & MIGUEL (2011)	O Sistema Modular permite alcançar uma maior eficácia nos quesitos qualidade, custo e prazos.	“Adoção da estratégia modular por empresas do setor automotivo e as implicações relativas à transferência de atividades no desenvolvimento de produto: um estudo de casos múltiplos”, Gest. Prod., São Carlos, v. 18, n. 2, p. 425-442, 2011.
MARTIN & ISHII (2000)	As ações integradas do Sistema Modular são apropriadas para atingir alguns objetivos almejados, como maior rentabilidade e redução de custos / riscos.	Design for Variety: A Methodology for Developing Product Platform Architectures. In: ASME Design Engineering Technical Conference - DETC, Baltimore. Proceedings... Baltimore: ASTM, 2000. p. 1-15.
GRAZIADIO (2004)	Fornecer condições à montadora de focar em pontos estratégicos e que mais agregam valor, gerando assim uma identidade ao produto final.	Estudo Comparativo Entre os Fornecedores de Componentes Automotivos de Plantas Convencionais e Modulares. São Paulo. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia) -Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

ENGENHARIA SIMULTÂNEA

Autor	Opinião	Referência
SOBEK II (1999)	Está baseada no conceito de realização das atividades em paralelo, visando se antecipar aos problemas através da troca de informações entre as equipes.	Toyota's Principles of Set-Based Concurrent Engineering. Sloan Management Review, v. 40, n. 2, p. 67-83, 1999.
CLARK & WHELLWRIGHT (1993)	Foca na integração entre as equipes, onde realmente um grupo muito diverso está integrado para resolver problemas de qualquer naturalidade.	Managing New Product and Process Development: text and cases. New York: The Free Press, 1993. 896 p.
KARLSSON & AHLSTRÖM (1998)	Entende que mais importante do que focar na multifuncionalidade da equipe no momento da sua criação, é focar na correta troca de informações entre os times.	The Difficult Path to Lean Product Development. The Journal of Product Innovation Management, New York, v. 13, n. 4, p. 283-295, jul. 1996.

DESENVOLVIMENTO DE FORNECEDORES		
Autor	Opinião	Referência
RIBEIRO&NEUMANN (2004)	O desenvolvimento de pequenas e médias empresa contribui com muitos benefícios às grandes empresas.	Desenvolvimento de fornecedores: um estudo de caso utilizando a troca rápida de ferramentas. Revista Produção. São Paulo, v. 14, n. 1, p. 44-53. 2004.
BRASIL & OLIVEIRA (2017)	As falhas ocorridas na entrada do material, sejam de ordem de qualidade ou prazos, são na sua grande maioria gerados no fornecedor.	Gerenciamento de riscos na cadeia de suprimentos: auditoria em fornecedores. Revista Brasileira de Administração Científica, Dez 2016, Jan, Fev, Mar 2017 - v.8 - n.1
GIUNIPERO (2004)	Os prejuízos financeiros ocasionados por falhas geradas no fornecedor têm grande impacto financeiro sobre o cliente, podendo comprometer até mesmo a sua permanência no mercado.	Securing the upstream supply chain: a risk management approach. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, v.34, n.9, p.698-713, 2004.

DESENVOLVIMENTO DE FORNECEDORES		
Autor	Opinião	Referência
KOERBER & SCHIELE (2024)	Foco nos riscos envolvidos no global sourcing.	Profound changes in global sourcing? The country of origin theory and its effects on sourcing decisions. Journal of Business & Industrial Marketing, v. 39, 2024.
STURM (2017)	O follow sourcing é um processo de iniciativa conjunta entre cliente e fornecedor.	The Effects of Follow Sourcing on Local Suppliers: An exploratory study of the automotive industry in Brazil. Professional Master in Business Administration. Insper & Nova SBE, 2017.
WALMRATH & GONÇALVES (2023)	O global sourcing e o follow sourcing são duas estratégias importantes de negócio na busca por vantagens competitivas.	A Indústria Automotiva no Sul Fluminense (Rj): Uma Análise das Redes entre Montadoras e Fornecedoras. Perspectivas Contemporâneas, V. 18, 2023.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO DE SISTEMA MODULAR

Durante muitos anos o mercado automobilístico presenciou uma relação ganha-perde entre os seus elementos, onde o elo mais forte sempre usufruía de benefícios, enquanto que o elo mais fraco sempre foi mais sacrificado; vale ressaltar que essa relação ocorria tanto entre a montadora e os seus fornecedores diretos, quanto entre os principais sistemistas e os seus fornecedores. Porém, segundo CORREA & CORREA (2012), houve uma mudança significativa nessa relação, tentando estabelecer um modelo ganha-ganha, onde ambos os lados conseguem usufruir de vantagens.

Essa mudança de estratégia de relacionamento entre as empresas de uma cadeia produtiva, ocorreu devido à uma maior integração entre elas e também pela mudança de objetivo, passando a não ser mais o foco principal o objetivo individual, mas sim o objetivo da cadeia como um todo. Essa integração se deu por diversos meios, mas o sistema modular com certeza foi uma metodologia muito importante adotada que contribuiu significativamente para essa mudança de postura no mercado automotivo.

O sistema modular, que também pode ser encontrado na literatura como modularidade, consórcio modular, gestão em módulos, entre outros, consiste basicamente na fragmentação de um produto ou processo em módulos compostos por diversos outros componentes. Essa fragmentação gera uma grande redução de componentes na linha de produção da montadora, visto que as mesmas já foram previamente utilizadas na montagem de módulos (sistemas) que são entregues pelos fornecedores. De acordo com BALDWIN & CLARCK (1997), um processo ou produto mais complexo é composto por diversos módulos. Esses módulos reduzem a complexidade do processo produtivo e por consequência o lead time de montagem do produto final.

Dessa forma, diversos módulos que foram projetados e produzidos de forma totalmente isoladas, mas que trabalham em conjunto, de forma totalmente integrada e em sinergia, formam um sistema modular.

Sendo assim, é correto afirmar que o sistema modular transfere a complexidade dos processos de montagem para as etapas anteriores, realizadas pelos fornecedores. De um modo geral, isso gera uma diminuição significativa da linha de produção, gerando assim uma redução dos investimentos necessários.

Essa redução da complexidade do processo produtivo aliada à redução de custos de investimentos, tornam as empresas muito mais dinâmicas em relação às possíveis variações de mercado. De acordo com GRAZIADIO (2004), é uma metodologia que dá condições à montadora de focar nos pontos que mais agregam valor e são de uma certa forma estratégicas para o desenvolvimento do negócio, criando uma identidade do produto final junto ao mercado consumidor. Segundo SAKO & MURRAY (2000), as montadoras não têm a manufatura como o foco central de suas atividades, podendo transferir essas atividades à outras empresas sem prejuízos.

Ainda de acordo com GRAZIADIO (2004), vários fatores podem influenciar a montadora por adotar ou não o sistema modular como uma estratégia de negócios, como quem são os fornecedores capazes de participar desse processo, onde estão localizados e quanto essa decisão pode contribuir para a redução dos custos finais.

Porém, toda essa dinâmica só é possível não só com uma parceria forte e duradoura entre a montadora e os seus sistemistas enquadrados no sistema modular, quanto entre os sistemistas e os seus fornecedores diretos. Surge aí a necessidade de encontrar potenciais fornecedores que se enquadram nessa parceria e trabalhar forte no seu desenvolvimento, visando o fortalecimento de uma rede.

2.1 ENGENHARIA SIMULTÂNEA

O desenvolvimento de um produto sempre foi concebido da forma mais tradicional e conhecida pelo mundo corporativo; mesmo contando com equipes multidisciplinares as competências e responsabilidades são distribuídas em diversas áreas, que atuam de forma sequencial, onde uma etapa precisa ser concluída para que a etapa seguinte seja iniciada CLAUSING (1994). Esse modelo de desenvolvimento gera um tempo muito longo de execução de todas as etapas necessárias, segundo PRASSAD (1996). De acordo com SYAN (1994), esse modelo também possui a desvantagem em relação ao seu elevado custo, pois diversas alterações podem ocorrer devido a erros detectados por etapas seguintes e por decisões tardiamente tomadas em relação ao desenvolvimento do projeto, quando o seu custo de reparação demanda um alto valor de execução.

Dessa forma, um modelo de desenvolvimento denominado Engenharia Simultânea tem sido fortemente utilizado com o intuito de minimizar ao máximo as desvantagens citadas anteriormente. Segundo a literatura, os primeiros estudos sobre esse modelo de abordagem ocorreram no início da década

de 80, utilizando diversos conceitos já conhecidos, principalmente os oriundos da indústria japonesa criados no final da Segunda Guerra Mundial; mas de acordo com FABRÍCIO (2002), a sua consolidação ocorreu de fato na apenas na segunda metade da década de 80.

O conceito de Engenharia Simultânea pode ser definido como um método sistemático de desenvolvimento de forma integrada entre diferentes equipes multifuncionais que trabalham de forma paralela, mas focados em cooperação, confiança e troca de informações entre si, com o objetivo de alcançar uma maior qualidade, funcionalidade, redução de custos e execução em menor tempo possível.

Segundo SOBEK II (1999), a Engenharia Simultânea baseia-se no conceito de realização de atividades em paralelo, visando se antecipar aos problemas através da troca de informações entre as equipes, normalmente através de reuniões periódicas entre os representantes multifuncionais.

Porém, alguns especialistas entendem que essas ações compreendem apenas uma parte do processo e não garantem uma total integração entre as equipes. De acordo com CLARK & WHELLWRIGHT (1993), uma integração real e completa é quando por exemplo um engenheiro de projeto trabalha em conjunto com um engenheiro de processo e uma pessoa do marketing para analisar e resolver um problema de desenvolvimento.

Visto isso, detecta-se a grande importância da coordenação das atividades dessas equipes, que normalmente são equipes menores compostas por representantes de diversas áreas, como qualidade, planejamento, compras, engenharia, entre outros. Nesse contexto, as especificações técnicas do produto ou processo, somados às necessidades da manufatura e as expectativas do cliente devem sempre ser consideradas como prioridades pelas equipes, para que o resultado final seja atingido por todos.

Segundo KARLSSON & AHLSTRÖM (1998), há uma certa falta de entendimento por parte das empresas quando tentam implantar uma Engenharia Simultânea no desenvolvimento de um projeto, pois as mesmas focam muito mais na formação das equipes, buscando representantes das mais diversas áreas da empresa, que trabalham de forma paralela muito bem sincronizadas, mas se esquecem de focar com a intensidade adequada na comunicação entre as equipes e o devido compartilhamento de informações necessárias para se atingir uma boa sinergia e um resultado satisfatório comum.

Segundo AFSARMANESH (1994), o principal tópico para uma boa implantação da Engenharia Simultânea é a disponibilidade de qualquer dado ou informação relacionado à todas as áreas

envolvidas para qualquer membro de qualquer equipe.

De acordo com HARTLEY (1998), à princípio esse modelo pode ser aplicado em qualquer tipo de processo, independentemente da sua complexidade, aplicação ou segmento de atuação da empresa em questão, desde que o equilíbrio entre todos os aspectos envolvidos nesse desenvolvimento e a integração entre eles sejam colocados como prioridade na implantação nesse modelo, pois são pontos fundamentais para o sucesso da execução do trabalho de desenvolvimento.

Alguns especialistas, porém, apontam que mesmo sendo um modelo de abordagem extremamente benéfico para o desenvolvimento do projeto, a sua implantação pode não ser uma tarefa tão fácil quanto parece, pois é necessário romper barreiras e quebrar paradigmas dentro da organização, principalmente no que diz respeito à cultura e gestão organizacional. Para DEL ROSÁRIO (2004) por exemplo, alguns pontos críticos devem ser considerados na implantação da Engenharia Simultânea como: muito critério na escolha dos participantes das equipes multifuncionais; forte atuação no treinamento de todos os envolvidos; apoio, suporte e comprometimento da alta gerência são imprescindíveis; a necessidade de envolvimento dos clientes e fornecedores o quanto antes desde as fases iniciais do desenvolvimento também é fundamental.

2.2 DESENVOLVIMENTO DE FORNECEDORES

A adoção do sistema modular por parte de algumas montadoras com os seus principais sistemistas têm gerado algumas alterações na configuração da cadeia de suprimentos; essas mudanças podem por exemplo ser geográficas, onde os fornecedores *Tier 2* tendem a se aproximar muito mais das regiões onde os sistemistas estão instalados, e não mais onde as montadoras estão instaladas. Outra característica importante dessa nova configuração é o fato de o *Tier 2* não participar tão ativamente do desenvolvimento de novos projetos junto às montadoras e com isso, há a possibilidade de perda de conhecimentos importantes que podem contribuir para a melhoria do processo produtivo.

A importância do desenvolvimento de fornecedores vem sendo estudado e analisado não só no meio acadêmico, mas em todo o mundo corporativo. Conforme já descrito anteriormente, os principais fornecedores *Tier 1* assumiram um papel muito importante na estratégia de negócio das montadoras, se tornando realmente parceiros das mesmas. Com isso, as montadoras se

possibilitam compartilhar os custos de investimentos nos recursos que ela não tem ou não têm interesse em adquirir. Da mesma forma, os sistemistas também estão designando atividades para os seus fornecedores, que em grande parte são pequenas e médias empresas do mercado, em moldes muito parecidos com o que ocorre entre si e as montadoras, mas em patamares muito inferiores principalmente no que tange ao lado financeiro do negócio. Essa parceria também visa permitir que os sistemistas foquem nas atividades que mais agregam valor no seu processo, entregando ao seu fornecedor as atividades mais relacionadas à manufatura do componente em questão. Segundo RIBEIRO & NEUMANN (2004), o desenvolvimento dos pequenos e médios fornecedores da cadeia de suprimentos tem grande poder de geração de benefícios para as grandes empresas. Apesar disso, COUSINS & CRONE (2003) salientam que a relação entre as pequenas e médias empresas frente às grandes empresas vem apresentando conflitos ao longo dos anos em tópicos importantes como preço final do componente e estratégias de investimentos.

Fica evidente a importância de cada uma das empresas de todos os níveis da cadeia de suprimento dentro de um contexto geral; cada empresa deve funcionar como um elo de uma corrente, sendo capaz de acompanhar a força das puxadas do sistema em casos de aquecimento do mercado e dos seus momentos de folga em casos de baixa do mercado sem sofrer com prejuízos individuais.

Como é do conhecimento de todos através de alguns casos ocorridos anteriormente, um elo fraco pode comprometer toda a cadeia de suprimentos; sendo assim, quando há a confirmação de incapacidade de algum fornecedor quanto à continuidade da sua participação no processo de fornecimento de um determinado item, algumas ações emergenciais são necessárias com o objetivo de conter e corrigir esse rompimento. Uma opção nesse caso seria buscar um novo fornecedor para produzir aquele componente; uma segunda opção seria internalizar a produção desse componente, produzindo ou voltando a produzi-lo dentro de suas dependências industriais.

Em ambos os casos as alternativas não costumam ser baratas e muito menos rápidas; na primeira opção, o fornecedor que está recebendo a oferta de produção de um novo componente, pode se valer do fator de urgência do cliente para buscar vantagens individuais no negócio, como cotar o preço do componente acima do valor de mercado; já na segunda opção, muitas vezes ela se

torna inviável, pois a empresa receptora do componente pode até já ter se desfeito dos ferramentais e recursos necessários para aquela produção ou não há tempo e nem recursos disponíveis para adquiri-los novamente.

Dessa forma, como já estudado e confirmado por diversos pesquisadores, o acompanhamento e o desenvolvimento do fornecedor atual é sempre a melhor opção para manter todos os elos da corrente fortes e em condições igualitárias de contribuir para o seu fortalecimento sem causar prejuízos individuais ou coletivos.

Essa estratégia de desenvolvimento de fornecedores passa muito pela forma como o relacionamento e as interações entre o cliente e o fornecedor são estabelecidas e gerenciadas de ambos os lados. De acordo com BURT, DOBLER & STARLING (2003), apesar das empresas manterem relacionamentos transacionais, a maioria estabelece um relacionamento colaborativo, mas poucas conseguem estruturar uma aliança estratégica. Já COOPER & ELLRAN (1993), entendem que a interação entre os elementos da cadeia de suprimentos tem os fatores guias das estratégias de relacionamentos.

Figura 1 | Etapas para Desenvolvimento de Fornecedores



Fonte: Autor

Essa interação pode ser facilmente definida por uma troca de informações transparente entre os envolvidos; talvez esse seja o ponto de partida para o estabelecimento de uma aliança estratégica. Segundo CHRISTOPHER & LEE (2004), o grau de confiança da cadeia de suprimentos é diretamente proporcional à qualidade das informações que são transmitidas entre os seus elementos e a falta de visibilidade pode gerar consequências indesejáveis para todos os envolvidos.

A força no relacionamento e na confiança entre as empresas se estende por várias interfaces de negócio; quando se trata desse relacionamento vinculado ao sistema modular, a confiança se torna de extrema importância, visto que o cliente parte do princípio que está recebendo um material em total conformidade de qualidade no momento esperado para a sua utilização, sendo que na maioria das vezes não há margens para o inesperado. De acordo com BRASIL & OLIVEIRA (2017), as falhas ocorridas na entrada do material, sejam no âmbito da qualidade quanto no âmbito logístico, pelo não cumprimentos de prazos previamente estabelecidos, são na sua grande maioria falhas originadas dentro do processo do fornecedor.

Já GIUNIPERO (2004), salienta que os prejuízos financeiros causados por esses tipos de falhas são de grande impacto e geram riscos sobre os lucros almejados pelas empresas e sobre a competitividade das empresas, podendo colocar em risco até mesmo a sua permanência no mercado.

As constantes turbulências na qual o mercado automotivo convive, gera uma busca constante pela redução de custos; os conceitos do *Lean Manufacturing* são muito utilizados para esse objetivo. Porém, muitas vezes as empresas optam por soluções mais rápidas que produzem um resultado financeiro mais imediato que nem sempre solucionam os problemas à médio e longo prazo, como a redução do quadro de funcionários por exemplo. Segundo FABIANI (2015), a redução do quadro de funcionários é um grande exemplo de ação equivocada que não garante o requisito do cliente. Ações mal planejadas como essa podem gerar uma enorme fragilidade no processo do fornecedor e acarretar em consequências negativas à toda a cadeia de suprimentos, como a perda de conhecimento técnico, redução do nível de qualidade do serviço oferecido e necessidade de novos treinamentos.

Ações impulsionadas pela busca de resultados imediatos são tomadas devido a falta de visibilidade de um futuro a médio e longo prazo; isso ocorre por diversos motivos, mas a causa mais comum é a falta de integração das empresas com os seus clientes, o que normalmente acontece

também com os seus próprios fornecedores. Aqui surge uma necessidade vital para a cadeia de suprimentos, que é estabelecer uma integração entre as empresas que a constituem com o intuito de estabelecer uma maior fluidez das informações e transparência dos objetivos de cada um para definir um objetivo comum entre todos os envolvidos nesse processo de busca por resultados.

Essas integrações ocorrem em todos os níveis hierárquicos das empresas e buscam o melhor entendimento dos seus objetivos em vários aspectos estratégicos, como por exemplo a comunicação entre as empresas, a compatibilidade de estratégias adotadas e a colaboração nas atividades executadas.

2.3. FOLLOW SOURCING

Um dos principais objetivos do sistema modular é buscar uma vantagem competitiva através de uma forte atuação na cadeia de suprimentos visando uma redução do número de fornecedores. Porém, para conseguir atingir este objetivo é necessário contar com fornecedores confiáveis e capazes de absorver o gerenciamento de uma parte da cadeia de suprimentos deslocada das montadoras.

WALMRATH & GONÇALVES (2023) afirmam que duas importantes estratégias de negócio surgem para auxiliar na busca por esse objetivo, o *follow sourcing* e o *global sourcing*.

O *global sourcing* abre a possibilidade de busca por fornecedores nos mais diversos países do mundo, sem qualquer tipo de restrição com relação à distância. Nesse caso, é comum as empresas envolvidas manterem uma relação um pouco mais distantes, como por exemplo com contratos de menor duração; é muito prudente também envolver produtos com um menor valor agregado e com um baixo índice de tecnologia. Essas características dos produtos envolvidos nesse tipo de negócio são justificadas pelos riscos envolvidos nesse processo conforme salientam KOERBER & SCHIELE (2024).

Já o processo de *follow sourcing* é caracterizado justamente por características opostas ao *global sourcing*. No *follow sourcing* cliente e fornecedor costumam firmar parcerias mais duradouras com prazos mais longos; esse modelo de negócio também possui como característica a proximidade geográfica entre as partes. O fornecedor costuma manter uma unidade fabril muito próxima ao cliente e isso se repete em caso de fabricação do veículo em outras unidades fabris do cliente.

O *follow sourcing* está baseado em uma relação de confiança entre as partes, com o compartilhamento de alguns custos importantes como o logístico e o de desenvolvimento, onde a busca por resultados positivos em ambos os lados gera uma relação de ganha-ganha entre as partes; sem dúvidas essa estratégia de negócio é um dos principais pilares do sistema modular.

STURM (2017) enfatiza que o *follow sourcing* não é uma iniciativa isolada do cliente ou do fornecedor, mas sim uma iniciativa conjunta de ambos para estabelecer essa relação de confiança.

3. TIPOS DE INTEGRAÇÃO

3.1 INTEGRAÇÃO DA COMUNICAÇÃO

- Plano Estratégico => Comunicações formais entre a alta direção das empresas estabelecendo objetivos a longo prazo.
- Plano Tático => Comunicações formais entre a média direção das empresas estabelecendo planos de trabalhos, cronogramas e definições de atividades que serão executadas em conjunto pelas empresas.
- Plano Operacional => Comunicações formais entre os níveis operacionais das empresas envolvidos na execução das atividades planejadas.

3.2 INTEGRAÇÃO DA COMPATIBILIDADE

- Plano Estratégico => Determina o grau de compatibilidade entre os objetivos estratégicos de longo prazo entre cliente e fornecedor, como por exemplo a definição dos níveis de investimentos.
- Plano Tático => Determina o grau de compatibilidade entre a média direção do cliente e fornecedor quanto a definição do cronograma e das etapas de trabalho no desenvolvimento de novos projetos.
- Plano Operacional => Determina o grau de compatibilidade na execução em conjunto das atividades pelos níveis mais operacionais das atividades previamente definidas pela média direção.

3.3 INTEGRAÇÃO DA COOPERAÇÃO

- Plano Estratégico => Nível de cooperação entre a alta direção das empresas cliente e fornecedor na definição do plano estratégico de ambos.
- Plano Tático => Nível de cooperação entre a média direção do cliente e fornecedor do que diz respeito ao planejamento das atividades de desenvolvimento.
- Plano Operacional => Nível de cooperação entre as empresas na operacionalização das atividades executadas em conjunto ou em apoio às atividades executadas pelo outro com estrutura técnica, conhecimento, entre outros.

4. CONCLUSÃO

Com base nas informações, nota-se que a modularidade no sistema de produção gera grandes benefícios na cadeia de suprimentos de um modo geral, pois forma uma parceria forte e longa entre os sistemistas e as montadoras, de modo que os custos são divididos, principalmente no que tange o desenvolvimento de novos produtos, além do tempo de desenvolvimento, produção e entrega que são reduzidos, minimizando as variações de produção à que são submetidas as montadoras devido às variações do mercado.

As vantagens competitivas geradas por esse sistema de produção, porém só são tangíveis através de uma estrutura sólida construída entre cliente e fornecedor. Isso pode ser facilmente comprovado analisando onde esse modelo é aplicado.

As ferramentas e metodologias utilizadas no segmento automotivo sempre foram comumente adotadas por outros segmentos; nesse caso, nota-se uma baixa taxa de aplicabilidade ou até mesmo diversas falhas na sua implantação em outros segmentos, o que impede o atingimento dos objetivos almejados.

É fato que a redução da cadeia de fornecedores, o aumento expressivo da velocidade no desenvolvimento de novos produtos e a divisão de custos logísticos e de desenvolvimento são objetivos de todas as empresas. Nesse sentido, a adoção do sistema modular poderia ser uma solução para a grande maioria das empresas, mas na prática isso acaba não acontecendo como o esperado.

Os pilares básicos do sistema modular citados nesse trabalho não são corretamente estruturados pelas empresas que se dispõem a implantar o sistema modular e esse é o grande erro cometido por elas. Partir para a adoção do sistema modular focando apenas nos seus benefícios sem estruturar os devidos pilares é um erro crucial cometido por diversas empresas, independente do seu segmento de atuação.

É importante reconhecer que antes de tomar a decisão de adotar esse sistema de gestão é importante mapear quem são os fornecedores capazes de fazer parte desse processo; caso necessário, um trabalho de desenvolvimento desses fornecedores deve ser desenvolvido. Ao mapear os fornecedores, é importante estabelecer as integrações necessárias de acordo com o correto plano, seja ele estratégico, tático ou operacional.

Feito isso, é esperado que os fornecedores sejam capazes de trabalhar integrados e capazes de auxiliar no desenvolvimento de novos produtos de forma paralela entre os módulos.

Nesse estágio, o sistema modular está estruturado para gerar os benefícios esperados e o cliente tem condições de trabalhar somente nas interfaces dos módulos e em tópicos estratégicos do negócio.

REFERÊNCIAS

AFSARMANESH, H.; WIEDIJK, M.; MOREIRA, N. P.; FERREIRA, A. C.: Design of a distributed database for a concurrent engineering environment. RBCM – Journal of Brazilian Society Mechanical Sciences. V16, n.3, 298-310, 1994.

AMARAL, D. C. & TOLEDO, J. C.: Colaboração Cliente Fornecedor no Processo de Desenvolvimento de Produto: Estudo de Casos na Indústria de Autopeças, Gestão & Produção v.7, n.1, p. 56-72, abr. 2000.

BALDWIN, C. Y. & CLARCK, K. B.: Managing in the Age of Modularity. Harvard Business Review v. 75, i. 5, Sep/Oct 1997.

BRASIL, T. F.; OLIVEIRA, U. R.: Gerenciamento de riscos na cadeia de suprimentos: auditoria em fornecedores. Revista Brasileira de Administração Científica, Dez 2016, Jan, Fev, Mar 2017 - v.8 - n.1

BURT, D. & DOBLER, D. & STARLING, S.: World class supply management: the key to supply chain management. 7th ed. New Delhi: Tata McGraw-Hill, 2003.

CHRISTOPHER, M.; LEE, H.: Mitigating supply chain risk through improved confidence. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, v.34, n.5, p.388-396, 2004.

CLARK, K. B.; WHEELWRIGTH, S. C.: Managing New Product and Process Development: text and cases. New York: The Free Press, 1993. 896 p.

CLAUSING, D.: Total Quality Development: a step-by-step guide to world-class concurrent engineering. 2. ed. New York: ASME Press, 1994. 506 p.

- COOPER, M. & ELLRAM, L.:** Characteristics of Supply Chain Management and Implications for Purchasing and Logistics Strategy. *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 4, n.2, p. 16, 1993.
- COUSINS, P.; CRONE, M.:** Strategic models for the development of obligation based inter-firm relationships. *Journal of Operations and Production Management*. Bradford, v. 23, n. 12, p. 1447-74, dez. 2003.
- CLARK, K.B.; FUJIMOTO, T.:** Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry. Boston, Harvard Business School, 1991.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A.:** Administração da Produção e Operações: Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- DEL ROSARIO, R.:** et al. Concurrent Engineering for the management of research and development. In: 13th International Conference on Management of Technology. Proceedings. Whashington, DC: IAMOT, 2004
- FABRÍCIO, M. M.; MELHADO, S. B.:** Desafios para integração do processo de projeto na construção de edifícios. Workshop Nacional da Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. Anais.... São Carlos: EESC/USP, 2001
- GIUNIPERO, L. C.; ELTANTAWY, R. A.:** Securing the upstream supply chain: a risk management approach. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v.34, n.9, p.698-713, 2004.
- GRAZIADIO, T.:** Estudo Comparativo Entre os Fornecedores de Componentes Automotivos de Plantas Convencionais e Modulares. São Paulo. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia) -Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- HARTLEY, J. R.:** Engenharia simultânea: um método para reduzir prazos, melhorar a qualidade e reduzir custos. Trad. Francisco José Soares Horbe. Porto Alegre: Bookman, 1998.
- HENDERSON, R. M.; CLARK, K. B.:** Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms. *Administrative Science Quarterly*, Mar, v. 35, n. 1, 1990.
- KARLSSON, C.; AHLSTRÖM, P.:** The Dificult Path to Lean Product Development. *The Journal of Product Innovation Management*, New York, v. 13, n. 4, p. 283- 295, jul. 1996.
- MARTIN, M. V.; ISHII, K.** Design for Variety: A Methodology for Developing Product Platform Architectures. In: ASME Design Engineering Technical Conference - DETC, Baltimore. Proceedings... Baltimore: ASTM, 2000. p. 1-15.
- PIRES, S. R. I.:** Gestão da cadeia de suprimentos (supply chain management): conceitos, estratégias, práticas e casos. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- PRASAD, B.:** Concurrent Engineering Fundamentals: integrated product and process organization. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1996.
- PRIETO, E.; MIGUEL, P. A.C.:** "Adoção da estratégia modular por empresas do setor automotivo e as implicações relativas à transferência de atividades no desenvolvimento de produto: um estudo de casos múltiplos", *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 18, n. 2, p. 425-442, 2011.
- RIBEIRO, J. L. D.; NEUMANN, C.:** Desenvolvimento de fornecedores: um estudo de caso utilizando a troca rápida de ferramentas. *Revista Produção*. São Paulo, v. 14, n. 1, p. 44-53. 2004.
- SAKO, M & MURRAY, F.:** Modules in Design, Production and Use: Implications for the Global Automotive Industry. *Ger-pisa International Colloquium*. Proceedings, Paris, 2000.
- SLACK, N.; CHAMBER, S.; JOHNSTON, R.:** Administração da produção. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOBEK II, D. K.; WARD, A. C.; LIKER, J. K.: Toyota's Principles of Set-Based Concurrent Engineering. Sloan Management Review, v. 40, n. 2, p. 67-83, 1999.

SYAN, C. S.: Introduction to Concurrent Engineering. In: SYAN C. S.; MENON, U. Concurrent Engineering: concepts, implementation and practice. London: Chapman & Hall, 1994. p.3-24.