

A ESTRATÉGIA MODULAR NA PRODUÇÃO DE VEÍCULOS MILITARES SOB A ÓTICA DO SETOR AUTOMOBILÍSTICO.

Flavio Santos Leite

Graduado em Ciências Militares. Instrutor da Academia Militar das Agulhas Negras

RESUMO

O Artigo tem como tema a aplicação da estratégia modular na produção de blindados no Brasil sob a ótica do setor automobilístico civil. Destina-se primeiramente a apresentar a estratégia modular, adotada pela indústria automobilística, para em seguida analisar a aplicação da estratégia modular, principalmente nas viaturas militares Astros e Guarani, produzidos hoje no Brasil pelas empresas AVIBRAS e IVECO. Para atingir o objetivo foi realizada uma pesquisa descritiva, hipotético-dedutiva, na qual se buscou confirmar se a estratégia modular traz benefícios para a indústria automobilística civil, ela também trará os mesmos benefícios para a indústria de veículos militares brasileira. Conclui-se que a estratégia está sendo bem aplicada e trazendo benefícios semelhantes ao que trouxe para a indústria civil, com algumas ressalvas.

Palavras Chave: Defesa Nacional. Blindados. Modularidade. AVIBRAS. IVECO

ABSTRACT

The article focuses on the application of a modular blind production strategy in Brazil from the perspective of the civil automobile sector. This article aims first to show the modular strategy, that is applied in the automobile sector, and then to analyzes the application of the modular strategy mainly in the armored vehicles Astros and Guarani, produced today in Brazil by the companies AVIBRAS and IVECO. To achieve the objective, a descriptive, hypothetical-deductive research was carried out, in which it was sought to confirm whether the modular strategy brings benefits to the civil automobile industry, it will also bring the same benefits to the Brazilian military vehicle industry. The paper concludes that the strategy is being well applied and bringing benefits like what it brought to the civil industry, with some caveats.

Keywords: Armored. Modularity. Brazil. AVIBRAS. IVECO

1 INTRODUÇÃO

Durante a década de 90, ocorreu uma forte mudança na lógica de produção industrial. Essa nova lógica alterou a maneira como as empresas organizavam suas cadeias de suprimento e modo de produção. As empresas deixaram de estruturar sua logística, projetos e produção de modo doméstico e passaram a adotar um sistema global. Tal fato observou-se fortemente na indústria automobilística mundial, porém não se restringiu a ela, e influenciou também outras áreas de produção como, por exemplo, a área de viaturas militares.

O presente artigo teve por objetivo geral apresentar a estratégia modular, adotada pela indústria automobilística a fim de se adequar às atuais necessidades do mercado, para, em seguida, analisar de que forma essa estratégia está influenciando a indústria das viaturas militares. Para se atingir o objetivo buscou-se: verificar se a estratégia modular é empregada na indústria de viaturas militares no Brasil, se há benefícios na aplicação dessas estratégias e, por fim, e se o Exército Brasileiro tem se beneficiado.

Com isso, coube problematizar a seguinte questão: o emprego da estratégia modular na indústria de viaturas militares brasileira trará benefícios tais quais os trazidos para a indústria civil?

Tal questionamento se justificou visto que a indústria automobilística civil apresenta uma forte competitividade a nível global que faz com que as empresas do setor busquem sempre o aprimoramento de seus modelos de produção. Somente através desse constante aprimoramento, as empresas conseguem continuar competitivas no mercado, reduzindo custos, aumentando a produtividade, oferecendo produtos melhores e, por fim, maximizando os lucros.

Para atingir os objetivos, foi realizada uma pesquisa descritiva, hipotético-dedutiva, na qual se busca a veracidade da seguinte hipótese: se a estratégia modular traz benefícios para a indústria automobilística civil, ela também trará os mesmos benefícios para a indústria de veículos militares brasileira.

A pesquisa foi fundamentada na literatura publicada em revistas especializadas, artigos de opinião, pesquisas científicas, notícias, sites especializados na internet e em um questionário enviado a empresas que atuam no setor automobilístico militar no Brasil.

Para que fosse possível analisar os efeitos da adoção das estratégias pela indústria automobilística e compreender de que forma ela influencia a indústria de viaturas militares, propôs-se inicialmente apresentar referencial teórico com considerações sobre o processo de globalização, a cadeia de suprimentos, e a modularização dos produtos da indústria automobilística. Posteriormente, foram analisadas as influências da estratégia modular na fabricação de viaturas blindadas de combate. Na última seção, foram expostas as conclusões e as considerações finais do autor.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O FENÔMENO DA GLOBALIZAÇÃO

Para se entender as mudanças sofridas na indústria automobilística, primeiro deve-se estudar e entender o fenômeno que as originou, a globalização.

Existem vários autores que tratam do tema “globalização” de maneira diferente e não há um consenso de quando o fenômeno começou e em que fase está. Sendo assim, citar-se-ão algumas das teorias que colaboram com este trabalho.

Friedman (2005), em seu *best-seller* intitulado “O mundo é plano”, afirma que a globalização, em seu conceito mais amplo, transpassou três grandes eras e dividiu-se em três etapas: globalização 1.0, 2.0 e 3.0.

Para Friedman (2005) a globalização 1.0 teve como marco histórico a descoberta do continente americano por Colombo e a consequente inauguração do comércio entre o Velho Mundo e o Novo Mundo e se estendeu até por volta de 1800. O principal agente de mudança dessa etapa foi a “potência muscular” (quantidade de força física, quantidade de vento, quantidade de cavalo-vapor) e a principal motivação foi a dos governantes que buscavam inserir seus países na concorrência do comércio global.

Na sequência houve a globalização 2.0 que segundo Friedman (2005) se estendeu de meados de 1800 até 2000 e seu principal agente de mudança foram as empresas multinacionais, que se expandiram em busca de mercados e mão de obra. Esta etapa foi favorecida pela queda dos custos de transporte e queda nos custos de comunicação em virtude da difusão de novas tecnologias. Nesse período, também se presenciou o nascimento de uma economia global, com movimentação de bens e informações entre continentes em volume e velocidade suficientemente rápidos, capaz de possibilitar a venda e revenda de produtos e mão de obra em escala mundial. A principal motivação foi a vontade das empresas de se inserirem e aproveitarem as oportunidades do comércio global.

Atualmente, vivemos a globalização 3.0, que se iniciou por volta dos anos 2000 e caracteriza-se pela capacidade de indivíduos colaborarem e concorrerem em âmbito mundial. Isso foi possível graças à evolução dos softwares e aplicativos, conjugados à criação de uma rede de fibra óptica em escala planetária, capaz de transmitir dados pela internet para qualquer lugar do mundo em frações de segundo. (FRIEDMAN, 2005)

Embora, segundo Friedman (2005), a capacidade de indivíduos agirem em âmbito global seja a principal característica da globalização 3.0, também surgiram novas perspectivas para empresas.

Já Fleury (1993) e Baumann (1996), ao contrário de Friedman (2005), entendem o processo de globalização como um fenômeno muito mais recente. Segundo eles, o primeiro estágio da globalização ocorreu na década de 70, fruto da desregulamentação dos mercados financeiros, chamado de globalização das finanças. (SCAVARDA; HAMACHER, 2001)

O segundo estágio do processo, foi a globalização do comércio, que ocorreu graças ao avanço das tecnologias de computação e telecomunicações. Além disso, esse estágio também se beneficiou

pelo desenvolvimento de tecnologias de transporte. Essa soma de tecnologias reduziu as barreiras para o comércio internacional. (SCAVARDA; HAMACHER, 2001)

O terceiro estágio, no qual nos encontramos hoje, começou nos anos 90 e caracteriza-se pela organização dos sistemas produtivos e operacionais de forma global. Surge uma nova lógica de produção completamente integrada, o que chamamos de globalização da produção. (SCAVARDA; HAMACHER, 2001)

Embora haja algumas diferenças nas teorias de globalização dos autores expostos, há de salientar uma coisa: para todos, a globalização mudou a lógica da produção industrial. Para se entender essa nova lógica, temos de antes entender como as empresas têm se organizado, ou seja, como é sua cadeia de suprimentos.

Na sequência, apresentar-se-á, portanto, a parte conceitual de cadeia de suprimentos.

2.2 A CADEIA DE SUPRIMENTO

Scavarda e Hamacher (2001) definem cadeia de suprimentos como uma rede que engloba todas as empresas que participam das etapas de formação e comercialização de determinado produto. Isto engloba todas as empresas que participam do processo de produção, desde a extração da matéria prima até a venda, ou até mesmo o pós-venda, do produto manufaturado.

De acordo com Slack (1993), a cadeia de suprimento é dividida em três níveis:

- Rede interna: composta pelos fluxos de informações e materiais entre departamentos, células ou setores dentro da própria empresa.
- Rede imediata: formada pelos fornecedores e clientes imediatos de uma empresa (esses são externos à empresa e prestam serviços ou vendem materiais diretamente a ela).
- Rede total: composta por todas as redes imediatas que compõem determinado setor industrial ou de serviços (não se relacionam diretamente com a empresa que produz o produto).

Para Pires (1998), as empresas devem definir suas estratégias competitivas e funcionais por meio da gestão da cadeia de suprimento na qual se inserem.

Wood e Zuffo (1998) afirmam que a gestão da cadeia de suprimento visa alinhar e sincronizar toda a atividade de produção da cadeia. A sinergia entre os membros da cadeia de suprimento produz o aumento da eficiência do processo logístico, eliminando perdas e esforços desnecessários. As empresas que se adequam à sinergia proposta pela gestão da cadeia alcançam relacionamentos mais estáveis e duradouros, já as que não se adequam são alteradas ou eliminadas. Desta forma, é possível reduzir custos, minimizar ciclos e maximizar o valor agregado do produto.

Concatenando as ideias de Wood e Zuffo (1998) com as de Pires (1998), Scavarda e Hamacher (2001) chegaram à conclusão que a competição no mercado não ocorre mais apenas no nível de empresas isoladas, mas sim em nível de cadeias produtivas.

Tendo em vista que as empresas da indústria automobilística concorrem em nível global, exportando seus produtos para vários países, suas cadeias produtivas sofrem grande pressão com o objetivo de se manterem competitivas e capazes de fornecer diversos produtos em diferentes regiões do mundo. Scavarda e Hamacher (2001) afirmam que forma que as montadoras encontraram para alcançar esses objetivos foi a adoção de estratégias globais de sistemas e subsistemas modulares.

2.3 A MODULARIDADE

O processo de modularidade não se aplica apenas à indústria automobilística. Seu início data da década de 60 quando a IBM desenvolveu um projeto de computador montado em módulos. O processo empregado pela IBM no desenvolvimento de seu computador mostrou-se útil e logo foi estendido para outros setores da indústria, incluindo o setor automobilístico. (CARNEVALLI, et al., 2015)

Morris e Donnelly (2006), afirmam que modularidade pode ser definida como uma estratégia de gestão de cadeia de suprimento que consiste em produtos formados por módulos (subconjuntos)

pré-montados. Os módulos trabalham juntos com outras peças, mas podem ser projetados e fabricados de forma independente e podem ser intercambiados, ou não, entre diferentes produtos. (PERSSON, 2006)

Salerno (2001) é categórico ao dizer que processo de sub montagem de veículos, o que pode ser considerado como um emprego da modularidade em seu modo mais primitivo, existe na indústria automobilística há muitos anos. Por exemplo, os motores sempre chegaram montados em um ponto específico da linha de montagem de qualquer fábrica. Na indústria de caminhões, alguns módulos chave como eixos, caixas de engrenagens, chassis e motores foram terceirizados por muitos anos desde a década de 80. Embora não seja uma estratégia nova de produção, a modularidade tem evoluído crescendo em importância nos últimos anos na indústria automobilística.

Carnevalli et. Al (2013) categoriza a modularidade de quatro diferentes formas:

Modularidade de projeto – de acordo com Balwin (2000) e Sako (1999) consiste em projetar produtos modulares definindo os módulos (subconjuntos), suas funções e interfaces, de modo que sejam independentes, mas trabalhem no produto de forma interdependente.

Modularidade de produção – segundo Arnheiter (2005) e Sako (1999) consiste em simplificar os processos de fabricação e de montagem definindo módulos para a produção e facilitando as configurações do produto; podendo ou não transferir alguma dessas atividades para os fornecedores;

Modularidade de processos organizacionais – Camuffo (2000) define como alterações de procedimentos organizacionais e relacionais da empresa com os fornecedores, para adotar produção modular;

Modularidade de uso –consiste na adaptação do produto aos requisitos dos clientes (customização em massa), por alterações de módulos, que podem ser opcionais. Tais módulos podem incrementar a performance e facilitar a manutenção. (PANDREMENOS et al., 2009; BALDWIN, 2000; SAKO, 1999)

Diversos autores afirmam que o processo de modularização pode incluir um ou mais dos seguintes fatores: (i) o desenvolvimento de projetos de forma independente dos demais módulos (subconjuntos); (ii) a fabricação de módulos de forma independente dos demais subconjuntos; (iii) a terceirização do desenvolvimento de módulos por fornecedores; (iv) a montagem e fabricação de módulos por fornecedores; (v) a atuação isolada ou em conjunto com outras empresas do setor em diferentes espaços geográficos, e; (vi) uma gama de outras estratégias que permitem resguardar a empresa diante de seus competidores. (BALDWIN e CLARK, 2000; PERSSON, 2006; MELLO e MARX, 2007; ORSATO e WELLS, 2007;)

Para Salerno (2001), a definição de modularidade não pode ser definida apenas como uma estratégia de projeto. Para ele modularidade consiste em uma nova forma de relacionamento entre montadoras e fornecedores, com dimensão física e funcional. Portanto, modularização é uma opção de estratégia de negócio adotada por alguns montadores para lidar com a necessidade de internacionalizar as suas atividades de produção, economizando gastos de investimento, em um ambiente de forte concorrência e globalizado

Do exposto, conclui-se parcialmente que existem diferentes tipos de modularidades e vários fatores que podem ser incluídos nesse processo. Na concepção deste estudo, não necessariamente uma empresa terá de empregar todas as diferentes formas de modularização categorizadas, bastando que ela aplique algum dos conceitos apresentados para que seja considerada utilizadora dessa estratégia. Porém, quando passarmos a analisar a adoção da modularidade em veículos militares, focaremos somente na modularidade de projetos e uso.

2.3.1 O emprego da modularidade no setor automobilístico brasileiro.

No Brasil, a partir da década de 1990, o setor automobilístico passou por grandes transformações e adaptações para conseguir atender a um mercado consumidor mais exigente e competitivo (SALERNO et al., 2008).

A política de abertura e desregulamentação de mercados implementada pelo governo Collor possibilitou a instalação de novas montadoras no País. Empresas como PSA (Peugeot e Citroën),

Renault, Honda, Toyota, Nissan e Mitsubishi, passaram a competir nacionalmente entre si e com as tradicionais montadoras que já existiam no País (SERIO et. al., 2007).

Para Serio et. al. (2007) o aumento da concorrência no mercado nacional forçou as montadoras a buscarem produtos de maior qualidade, segurança, design, entre outros, a um preço mais baixo, a fim de conquistar o consumidor. A partir dessa necessidade, a indústria automobilística nacional mudou a configuração de sua cadeia de suprimentos.

A redução do número de fornecedores e o aumento da terceirização foram as principais mudanças ocorridas na configuração da cadeia de suprimentos da indústria automobilística brasileira. Para Serio et. al. (2007) isso só foi possível devido ao emprego da modularidade. A arquitetura do processo produtivo migrou para o processo modular.

Dentre os diversos tipos de modularidade adotados na indústria automobilística brasileira, destaca-se a modularidade de projeto, que está sendo fortemente empregada pelas principais montadoras. Como por exemplo o grupo PSA que emprega os mesmos projetos de chassi, câmbio e motores em diferentes carros das marcas Citroën e Peugeot, 208, 2008, C3, Cactus, ou ainda o grupo Volkswagen que se vale da mesma estratégia na produção dos seus veículos, Polo, Virtus e T-Cross.

O fenômeno da modularidade, no entanto, não se restringe ao mercado brasileiro. Em uma análise mais ampla, veremos que se trata de uma estratégia global adotada pela maioria das montadoras. O que acontece, na verdade, é que a estratégia global influencia a estratégia nacional. A indústria brasileira não está influenciando o mundo com uma nova estratégia criada aqui, e sim sendo influenciada ao empregar uma estratégia global no mercado brasileiro.

Scavarda e Hamacher (2001) afirmam que a tendência de adotar plataformas mundiais pelas montadoras é uma estratégia global que está influenciando a indústria automobilística brasileira. As reduções de custos associados à estratégia modular são imprescindíveis para o sucesso a médio prazo (SCAVARDA; HAMACHER, 2001).

Como reflexo da adoção da modularidade de projetos no Brasil, pode-se perceber a rápida renovação dos modelos produzidos e a tendência das montadoras de oferecerem “carros globais”. Graças a isso, hoje tornou-se possível adquirir modelos produzidos no Brasil que estão no mesmo nível de desenvolvimento de modelos europeus. Como por exemplo a chegada do Golf Mk VII no Brasil em 2014, alinhado com o modelo europeu. Almeida (2008) afirma que anteriormente, o Golf era comercializado na versão Mk IV, defasado mais de 10 anos em relação ao modelo europeu, não sofria grandes alterações desde 1998.

Por fim, ainda como consequência do emprego da estratégia modular, é provável que haja o fim de projetos unicamente nacionais, como por exemplo o Gol. Este está sendo substituído pelo Polo, um modelo baseado em uma plataforma mundial. (SCAVARDA; HAMACHER, 2001)

2.3.2 Os benefícios da modularidade

Alguns dos benefícios da estratégia modular já foram expostos acima, melhora na qualidade do produto, produto sendo atualizado mais rapidamente no mercado nacional, entre outros. Esse capítulo tem por finalidade apresentar os benefícios de tal estratégia do ponto de vista das empresas do setor. Para isso, citar-se-á uma pesquisa tipo *Survey* realizada por Carnevalli (2013).

A pesquisa tipo *Survey* realiza uma coleta de dados de forma individual, em geral via questionário. Não se trata de uma pesquisa probabilística, a escolha dos elementos da amostra não é feita de forma aleatória. A amostra é feita de forma intencional, para possibilitar o estudo caso a caso de acordo com a necessidade do pesquisador (LEVIN, 1987).

Carnevalli (2013) enviou um questionário por correio para os gerentes da engenharia de diversas montadoras automotivas associadas à Anfavea (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores) e Fornecedores (nacionais e multinacionais). O questionário tinha a finalidade de verificar quais empresas aplicavam a estratégia modular em seus negócios, por que o faziam ou não, quais os principais problemas encontrados na implementação da estratégia e quais os benefícios da estratégia.

No estudo desenvolvido por Carnevalli (2013), verificou-se que oito das onze montadoras que responderam ao questionário enviado adotavam a estratégia modular. Sendo que, das empresas que adotavam esta estratégia, a modularidade de projeto era adotada por mais de 87% das montadoras e de produção por 74%, sendo estes os tipos de modularidade mais adotados. O estudo também verificou que maioria das empresas passaram a aplicar a modularidade na década de 90.

O estudo mostrou que a razão principal pela qual as empresas adotaram a estratégia modular foi para reduzir custos de fabricação, pelo fato de os módulos poderem ser fabricados de forma independente, e aumentar a flexibilidade da produção (citado pelas oito empresas). Outros motivos que também foram fortemente citados: reduzir tempo de montagem e reduzir o tempo de projeto (citados por sete das oito empresas) (CARNEVALLI et al., 2013).

Entre as dificuldades encontradas pelas montadoras para a aplicação da modularidade as mais citadas foram: encontrar fornecedores capacitados para fabricarem os módulos (seis das oito empresas), mudar a cadeia de suprimentos tradicional para a modular (quatro das oito empresas). As empresas citam ainda como ponto negativo, que o uso da modularidade pode limitar o desenvolvimento dos projetos à capacidade dos fornecedores em fabricá-los (quatro das oito empresas) (CARNEVALLI et al., 2013).

A pesquisa mostrou que apesar de algumas dificuldades supracitadas estarem relacionadas à terceirização dos módulos, as empresas também afirmaram que o uso de módulos terceirizados não reduz o desempenho do produto (seis das oito empresas).

Verifica-se, portanto, que algumas das dificuldades para empregar a estratégia modular surgem por conta da terceirização dos módulos, sem que, no entanto, a modularização prejudique a qualidade final do produto. Tal está relacionado ao forte controle de qualidade das montadoras sobre os módulos terceirizados adquiridos. (CARNEVALLI et al., 2013).

De acordo com o trabalho de Carnevalli et al. (2013), dentre os benefícios da adoção da estratégia modular, os mais citados foram: o aumento da parceria entre a montadora e o fornecedor no desenvolvimento de novos produtos, maior facilidade para a manutenção do produto, redução do tempo de fabricação, redução do tempo de montagem, redução do custo de fabricação e redução da mão de obra direta na montadora.

Conclui-se parcialmente, através do estudo de Carnevalli (2013), que a adoção da modularidade na indústria brasileira está focada na redução de custos e no aumento da agilidade dos setores de projeto e produção, para melhor atender às variações de demanda. Os diversos benefícios trazidos ao setor automobilístico também são desejados para o setor de viaturas blindadas de combate. Portanto, no capítulo a seguir apresentar-se-á o que está sendo aplicado em termos de modularidade nesse setor.

3 MODULARIDADE EM VEÍCULOS MILITARES

A modularidade em veículos militares não é algo recente e a sua utilização como estratégia data até mesmo antes da utilização dela pela indústria civil. A ideia de compartilhar um mesmo chassi, conjunto de força, suspensão e rodas associados a módulos específicos para cumprimento de determinada função existe desde a 2ª Guerra Mundial. Esse tipo de modularidade foi usado, por exemplo, quando o blindado M4 Sherman compartilhou o chassi com peças de artilharia autopropulsada norte americana. (DASCH; GORSICH, 2016)

Darsch e Gorisch (2016) em seu trabalho intitulado “*Survey of Modular Military Vehicles: Benefits and Burdens*” (levantamento sobre veículos militares: benefícios e encargos) analisam as vantagens e desvantagens da aplicação da estratégia modular em veículos militares. A abordagem dos autores é bastante voltada para a Modularidade de Uso e de Projeto e deixa de lado as de Processos Organizacionais e Produção.

A forma de abordagem de Darsch e Gorisch (2016) mostra-se bastante adequada para o fim a que se destina, uma vez que, o interesse primordial é analisar a capacidade do produto de desempenhar sua função. Soma-se a isso o fato que os veículos militares podem possuir funções que vão desde o transporte, reconhecimento, apoio de fogo, combate, etc. Já os veículos civis, em contrapartida, servem basicamente somente como meio de transporte de pessoal ou de carga. Desta forma a

Modularidade de Projeto e de Uso tem maior importância para os veículos militares do que para os civis.

Em seu trabalho Darsch e Gorisch (2016) utilizam uma taxonomia desenvolvida pelo “*U.S. Army Tank Automotive Research, Development and Engineering Center*” (TARDEC) que classifica a modularidade em Modularidade Vertical, Modularidade Horizontal e Modularidade de Distribuição. Tais definições funcionam como um misto de subdivisão e combinação das modularidades de uso e de projeto, anteriormente explicadas nesse trabalho.

Apesar da definição adotada por Darsch e Gorisch (2016) classificarem a modularidade em veículos militares em três categorias diferentes, este trabalho focará somente no que é chamado por eles de Modularidade Horizontal, uma vez que esse tipo de modularidade é a que mais relação tem com o que está em desenvolvimento na indústria de defesa no Brasil.

3.1 MODULARIDADE HORIZONTAL

É o tipo mais comum de modularidade, também pode ser descrita como família de veículos. Possui vários exemplos utilizados durante a história, como o do M4 Sherman citado anteriormente. Dois projetos de bastante notoriedade desenvolvidos dentro do conceito de família de veículos datam de 1980 e 2000.

O projeto de 1980 consistia em fabricar o maior número de blindados com o máximo de peças compartilhadas. No início existiam diversas variações, mas por problemas de custo e de funcionalidade o projeto final ficou restrito a 4 blindados. A maior dificuldade encontrada foi a de utilizar o mesmo chassi para vários blindados sem comprometer a funcionalidade deles, uma vez que o chassi deveria ser pesado o bastante para suportar o módulo do veículo mais pesado e leve o bastante para não comprometer a funcionalidade do veículo mais leve. Devido a este fator, e ao momento político histórico o projeto foi descontinuado, no entanto alguma parte foi aproveitada, o que deu origem ao Sistema de Artilharia Crusader. (DARSCH; GORISCH, 2016).

Em 2000 tentou-se realizar um projeto semelhante ao de 1980, porém a medida em que os módulos eram produzidos o peso do veículo final também ia aumentando. O peso do veículo originalmente projetado passou de 19 Ton. para 30 Ton., isso fez com que houvesse a necessidade de produzir 3 diferentes chassis. O projeto foi cancelado, no entanto Darsch e Gorisch (2016) não atribuem o motivo do cancelamento à estratégia modular.

Apesar dos projetos norte-americanos de 1980 e 2000 terem sido cancelados, a modularidade foi utilizada em diversos veículos blindados norte-americanos e ao redor do mundo. No entanto tais veículos possuíam um método de desenvolvimento um pouco diferente. Os veículos utilizados hoje pelos EUA foram desenvolvidos originalmente como projetos únicos com um propósito específico, ou seja, não tinham a pretensão de serem modulares, somente mais tarde, o chassi dos veículos foram usados em variantes, como por exemplo o que ocorreu com o M109, o Abrams e o Bradley. (DARSCH; GORISCH, 2016).

O modelo que deu certo para os EUA, desenvolver um veículo único, e somente após aproveitá-lo para projetar as variantes; apresentou a vantagem de necessitar de menor custo de pesquisa, desenvolvimento, teste e avaliação inicial, pois considerava as necessidades de um único veículo e não da família como um todo. Contudo esse modelo, segundo Darsch e Gorisch (2016), também apresentou a desvantagem de nem sempre o chassi original apresentar as características necessárias para os veículos projetados depois.

Outro caso de sucesso aplicando a estratégia modular na produção de blindados foi o da família Leopard, desenvolvida pela Alemanha, conforme comunicado de imprensa emitido por Hoffmann (2017). Nessa família de blindados os veículos blindados compartilham chassis e peças. É o caso do carro combate Leopard II que é completamente integrado ao veículo Büffel III. Como resultado, não há necessidade de uma adaptação complexa e cheia de riscos ao se utilizar ambos os blindados. Isso seria necessário se o veículo de apoio do Bergepanzer II fosse usado para apoiar a frota do Leopard II, pois não foram construídos com a mesma estratégia modular. O sucesso da família de blindados Leopard é reconhecida mundialmente, sendo hoje exportado para 18 países ao redor do mundo.

De acordo com Darsch e Gorisch (2016), entre as vantagens da aplicação da modularidade em veículos militares estão: economia de 15% a 30% nos custos, levando-se em conta toda a vida útil do material; diminuição do custo de produção quando produzido em massa, quanto maior a quantidade produzida maior é a economia; custo reduzido para produzir as demais variantes; e facilidade de manutenção e redução do tempo de produção e custo. Entre as desvantagens estão: custo de 50% a 100% maior para o desenvolvimento da Família de Blindados em comparação com um único blindado; e maior possibilidade de o projeto dar errado pelo fato de o chassi inicialmente projetado não ser eficiente para as demais variantes e aumento do peso das demais variantes devido ao compartilhamento de peças e chassis (DARSCH; GORSICH, 2016).

3.2 MODULARIDADE HORIZONTAL NO BRASIL

O exemplo mais bem-sucedido de modularidade horizontal existente no Brasil é sem dúvida o Sistema ASTROS da AVIBRAS, exportado para o Catar, Arábia Saudita e Malásia, o sistema já se mostrou eficiente em três importantes conflitos. (BASTOS, 20??)

O Sistema Astros é composto por diversas viaturas com funções distintas como: viatura de comando e controle, viatura posto meteorológico, viatura de reconhecimento e etc. As viaturas são montadas sobre um mesmo chassi 6x6 e compartilham a mesma estrutura de cabine, conjunto de força e suspensão.

O Sistema ASTROS destaca-se ainda pela modularidade de suas plataformas lançadoras de foguetes, capazes de serem rapidamente adaptadas para lançar foguetes a uma distância de 9Km a até 300Km. Cabe ressaltar, também, o projeto ASTROS 2020, novo modelo do sistema ASTROS e o míssil tático de cruzeiro MTC 300 e o Foguete guiado SS – 40 G, todos desenvolvidos pela AVIBRAS e compatíveis com o Sistema ASTROS 2020. (ESTADO MAIOR DO EXÉRCITO, 2018).

O Sistema ASTROS é um exemplo bem-sucedido em que a Família de Veículos foi projetada com a estratégia modular Horizontal desde o início. O chassi 6x6 empregado nas viaturas mostrou-se eficiente para as diversas variações do produto, graças ao baixo peso das plataformas lançadoras de foguete. Dessa forma foi possível fabricar veículos entre 4 e 12 toneladas, fazendo com que o excesso de peso não fosse um problema para os veículos que necessitam de maior mobilidade. Assim superou-se um dos principais problemas citados pela literatura de Darsch e Gorisch (2016).

Graças ao baixo peso das viaturas que compõe o sistema é possível até mesmo transportá-lo individualmente por meio aéreo através dos aviões cargueiros como o C-130, por meio hidroviário através de balsas, rodoviário através de pranchas e ferroviário. (BASTOS, 20??).

Outro exemplo de produto com Modularidade Horizontal no Brasil é o projeto Guarani. O projeto Guarani está inserido nos Programas estratégicos do exército, e desenvolve-se através de uma Parceria Público Privada (PPP) com a empresa IVECO, firmada através de processo licitatório. (ESTADO MAIOR DO EXÉRCITO, 2018)

O projeto inicialmente constituía-se de uma viatura 6x6 blindada para transporte de pessoal, média sobre rodas, no entanto hoje constitui-se em uma família de blindados sobre rodas e engloba os seguintes projetos: viatura blindada de tração 4x4, Viatura Blindada de Reconhecimento e Projeto Obuseiro Autopropulsado Sobre Rodas 155 mm. Sendo a viatura 6x6 blindada para transporte de pessoal a primeira a ser produzida e as demais encontram-se em vias de negociação/produção. (ESTADO MAIOR DO EXÉRCITO, 2018).

Apesar do Exército Brasileiro chamar o projeto Guarani como um Projeto de Família de Blindados Sobre Rodas, em um questionário enviado à IVECO perguntado sobre a modularidade na produção dos novos blindados da família Guarani a empresa afirmou que não utiliza modularidade em seu modelo de negócio com uma estratégia intencional, mas que adota algumas soluções modulares pontuais. Entretanto a empresa não é a responsável pela confecção do projeto, este é de propriedade do Exército e cabe à empresa vencedora da PPP desenvolvê-lo.

Sendo a propriedade intelectual dos projetos pertencente ao Exército Brasileiro, e que a montadora apenas o desenvolve, sabe-se que a viatura 6x6 Guarani para transporte de pessoal possui utilização modular, conforme afirma o folder do projeto Guarani elaborado pelo Escritório de Projeto do Exército, Estado Maior do Exército (2018). A viatura foi desenvolvida com design modular a fim

de permitir a incorporação de diferentes torres, armas, sensores e sistemas de comunicação para o mesmo carro.

Apesar do Veículos 6x6 Guarani para transporte de pessoal possuir características modulares, este trabalho não conseguiu encontrar informação a respeito de se no momento em que foram confeccionados os projetos das diferentes viaturas da família Guarani, pelo Exército Brasileiro, foi-se pensado em um projeto modular, raciocinando a família de blindados com um todo ou se os veículos foram pensados individualmente de acordo com sua necessidade específica. Caso as viaturas tenham sido pensadas isoladamente e, portanto, não compartilhem os mesmos chassis e peças, não pode se afirmar que o projeto é de fato uma família de blindados, pois não foi aplicada a Modularidade Horizontal a toda a família, foi aplicada somente a Modularidade de Uso nas viaturas isoladamente.

Caso o projeto da família Guarani não seja de fato um projeto de Modularidade Horizontal, isso não seria necessariamente uma constatação ruim. É possível que ao tentar desenvolver a família Guarani como um projeto Modular o Exército Brasileiro tenha encontrado as dificuldades citadas na literatura de Darsch e Gorisch (2016), como o excesso de peso das viaturas de reconhecimento devido ao compartilhamento do mesmo chassi dos Obuseiros 155 mm, ou do alto custo de pesquisa e desenvolvimento do projeto como um todo. Tais motivos podem ter levado o Exército a solução de fabricar veículos independentes, mais eficientes e tangível com o orçamento do Exército.

Uma solução a ser explorada pelo Exército Brasileiro na família Guarani, caso essa não tenha sido projetada de forma modular, é a mesma adota pelos EUA nos blindados Bradley, Abrams e M 109, onde um projeto único, sem a pretensão de ser modular deu origem a outras variantes. Ao ser comprovada a eficiência da Viatura Guarani 6x6 poderá se aproveitar parte do projeto para as demais variantes, isso reduziria os custos de pesquisa, desenvolvimento, teste, produção e avaliação inicial, além de favorecer a logística e a manutenção no futuro.

Uma informação importante que este trabalho não conseguiu obter foi se o Exército buscou a participação de empresas como a AVIBRAS e IVECO na elaboração do projeto, ou apenas apresentou o projeto pronto e verificou quem poderia produzi-lo a um preço mais baixo.

Para que a solução adotada pelos EUA dê certo com a Família Guarani, é necessário que haja diálogo entre o Exército Brasileiro, detentor dos direitos autorais do projeto e a IVECO que o desenvolve. Nesse diálogo é essencial que a Empresa e o Exército busquem uma solução conjunta, de forma que o produto fabricado beneficie o modelo de produção de um enquanto ao mesmo tempo em que as características do produto atendam as demandas de utilização do outro. Do contrário dificilmente se chegará a uma solução que melhor atenda a ambos.

3.3 A PERCEPÇÃO DAS EMPRESAS SOBRE A MODULARIDADE

Esse capítulo tem por finalidade apresentar os benefícios de tal estratégia do ponto de vista das empresas do setor. Para isso, realizou-se uma pesquisa tipo *Survey* semelhantes à realizada por Carnevalli (2013). O questionário da pesquisa foi enviado por correio eletrônico à IVECO e à AVIBRAS, ambas as empresas responsáveis pelos produtos expostos no subcapítulo anterior deste trabalho. A pesquisa obteve 100% de retorno. Os questionários respondidos estão disponíveis no anexo A e B deste trabalho, respectivamente.

Das duas empresas consultadas ambas afirmaram utilizar a estratégia modular. No entanto a IVECO afirmou que utiliza soluções modulares pontualmente, mas que não emprega a estratégia de forma intencional. Apesar disso a empresa afirma que utiliza todos os tipos de modularidade (processo, projeto, uso e produção). Informou ainda, buscar unificar soluções de projetos e conseqüentemente dos processos produtivos, disse também buscar unificar os processos organizacionais para os vários negócios da marca. Por não adotar a estratégia de forma intencional a empresa não soube precisar quando a estratégia passou a ser adotada, mas afirma que sempre adotaram os conceitos da estratégia em seu negócio.

A AVIBRAS afirmou em seu questionário que aplica a modularidade de produção e que começou a adotar a estratégia em 2014. A empresa não faz menção às Modularidades de Uso, de Projeto e de Processos Organizacionais, muito embora no subcapítulo anterior deste trabalho tenha-se mostrado que a empresa aplica estratégia Modular Horizontal em seus produtos e, portanto,

Modularidade de Uso e de Projeto. Possivelmente o fato de a empresa não ter mencionado os outros tipos de modularidade se justifique, pois, a maior preocupação da empresa está na eficiência da produção, sendo a modularidade de uso e de projeto mais interessantes para o usuário.

Quanto questionada sobre o motivo de adotar a estratégia modular a AVIBRAS respondeu que através da estratégia busca melhorar a produtividade (reduzir tempo de fabricação/montagem), reduzir os custos de fabricação (*Lead Time*), melhorar os índices de qualidade, e reduzir as complexidades na manufatura beneficiando a gestão da produção. Já a IVECO afirmou que a razão do emprego da estratégia modular é a viabilização econômica dos negócios da empresa. A resposta de ambas as empresas corrobora com o estudo de Carnevalli (2013) e mostra que a indústria militar está bastante alinhada com a indústria civil.

Quando perguntadas quanto às dificuldades de se aplicar a estratégia modular a IVECO respondeu que no seu caso a dificuldade para aplicar os conceitos de modularidade se deve as características técnicas dos produtos, e sua aplicabilidade. Alguns produtos possuem características específicas (peso bruto total, capacidade de carga, linha de produtos), e nem sempre é possível trabalhar com modularidade nestes produtos. Já a AVIBRAS afirmou que as maiores dificuldades foram a adaptação da documentação técnica para aquisição dos módulos; alteração de requisitos de aquisição; encontrar fornecedores capacitados para desenvolver seus processos e homologar os módulos; Entendimento da equipe multidisciplinar, envolvida na cadeia de valor, em relação a abastecer tradicionalmente versus abastecer em módulos e; criar um grupo de alteração organizacional para desenvolvimento e qualificação de fornecedores.

Quanto às dificuldades citadas pelas empresas podem-se verificar que as algumas das dificuldades encontradas pela AVIBRAS são bastante semelhantes às encontradas pela indústria automobilística civil. Isso deve-se ao sucesso do seu projeto de Modularidade Horizontal ASTROS. Outra dificuldade citada pela AVIBRAS deve-se à parte técnica, sendo esse um problema que não tinha sido identificado ainda pelas literaturas anteriormente estudadas, possivelmente pelo fato de as montadoras do setor automobilístico civil no Brasil terem maior expertise na área e a AVIBRAS ter iniciado recentemente a adoção da estratégia modular.

Quanto à dificuldade citada pela IVECO podemos corroborar o que foi dito no estudo de Darsch e Gorisch (2016), sem, contudo, ser uma dificuldade encontrada na indústria civil, conforme Carnevalli (2013). Diante disso fica explícito que nem tudo o que é válido para a indústria civil é válido para a indústria militar, e isso se deve principalmente pelo fato de o projeto de uma família de veículos militares ser muito mais complexo que o de veículos civis, uma vez que os veículos militares possuem uma gama de aplicações muito maiores que a dos veículos civis.

Quando questionada sobre os benefícios da adoção da modularidade a AVIBRAS afirmou que os benefícios foram a redução do *Lead Time* de fabricação, confiabilidade/qualidade da produção, redução de custos de fabricação, desenvolvimento da mão de obra (treinamentos), desenvolvimento de fornecedores, abastecimento da linha, ganho de produtividade, maior satisfação do cliente e colaboradores. Resposta bastante alinhada com o que Carnevalli (2013) constatou em sua pesquisa.

Já a IVECO ao sofrer o mesmo questionamento afirmou que o grande objetivo da modularidade na empresa é obter processos economicamente viáveis. Neste sentido, a modularidade traz de forma mais direta a unificação de componentes no desenvolvimento do produto, e indiretamente a melhoria na confiabilidade, na manutenção, a redução no tempo e custo de fabricação, uma vez que componentes similares são utilizados em uma linha de produtos. Resposta semelhante a dada pela AVIBRAS e também alinhada com as literaturas previamente estudadas.

Por fim ambas as empresas afirmam que pretendem continuar utilizando a estratégia modular em seus negócios.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como base na pesquisa feita e nas literaturas estudadas é possível alcançar os objetivos a que esse trabalho se propôs e a chegar a uma solução para às hipóteses e questionamentos feitos.

O artigo tinha por objetivo geral apresentar a estratégia modular, adotada pela indústria automobilística a fim de se adequar às atuais necessidades do mercado, para, em seguida, verificar de que forma essa estratégia está influenciando a indústria das viaturas militares no Brasil.

Os objetivos específicos eram: verificar se a estratégia modular é empregada na indústria de viaturas militares no Brasil, verificar se há benefícios na aplicação dessas estratégias e, por fim, se o Exército Brasileiro tem se beneficiado disso. Problematizou-se, portanto, se o emprego da estratégia modular na indústria de viaturas militares traria benefícios tais quais os trazidos para a indústria civil.

Ao se estudar a estratégia modular e a forma como está influenciado a indústria civil e em seguida realizar o mesmo estudo com veículos militares, verificou-se que a estratégia modular é empregada na fabricação de veículos militares antes mesmo de ser aplicada na indústria civil.

Apesar da aplicação da modularidade na indústria militar ser anterior a aplicação na indústria civil, no Brasil, especificamente, a estratégia está sendo aplicada de forma muito recente.

Verificou-se que os benefícios da aplicação da estratégia modular na indústria militar são semelhantes aos da civil, no entanto cabem ressalvas. Devido ao fato de o produto militar ser muito mais complexo que o civil, e ter uma gama de aplicação maior, ele se torna um projeto muito mais complexo. Além disso há de se levar em conta que o volume de produção e de veículos militares produzidos é bastante inferior ao número de veículos civis, desta forma que o ganho de produção em escala da indústria civil é muito maior do que a militar.

Quanto às desvantagens, ao se comparar as duas indústrias verifica-se que a indústria militar possui as mesmas dificuldades que as apresentadas pela civil, mas além disso surgiram as dificuldades oriundas da complexidade dos projetos.

Portanto ao se analisar os projetos desenvolvidos pelo Brasil atualmente pode-se concluir que o Exército tem se beneficiado da estratégia modular para a produção de veículos militares e que tal estratégia traz benefícios tais quais os trazidos para a indústria civil. Cabendo apenas a ressalva da maior complexidade dos projetos.

5 CONCLUSÃO

Diante do estudo conclui-se que o Brasil está no caminho certo no que diz respeito ao desenvolvimento de seus veículos militares. A pesquisa mostrou que o Brasil está alinhado com o que está sendo feito em projetos de nações desenvolvidas.

Pode-se concluir através do estudo que Sistema ASTROS da AVIBRAS é um projeto modular de extremo sucesso. Nesse caso foi possível colher todos os benefícios da aplicação da estratégia modular sem qualquer das possíveis desvantagens estudadas ao se aplicar tal estratégia a um veículo militar.

Quanto ao Projeto Guarani, a dificuldade de obter fontes confiáveis, estudos, testes e até mesmo ter acesso às informações desse projeto, dificultaram a sua análise e prejudicaram a conclusão. Portanto fica como sugestão para trabalhos futuros o estudo mais aprofundado do Projeto Guarani. E faz-se a menção de que é necessária maior divulgação de informações por parte do Brasil, visto que ao se pesquisar sobre os produtos de países desenvolvidos a quantidade de fontes de consulta é muito mais vasta.

Apesar do estudo ser inconclusivo sobre o Projeto Guarani, pode-se dizer que o projeto deve caminhar alinhado com o que os países desenvolvidos têm feito, para isso é necessário que haja um bom diálogo entre o Exército e a IVECO, a fim de que o projeto atenda a necessidade de ambos.

Por fim é necessário afirmar que é importante que o Exército Brasileiro busque a participação das empresas nacionais na elaboração dos projetos e no desenvolvimento destes. Uma vez que é muito difícil para uma empresa modificar toda a sua cadeia produtiva para se adequar a um produto requerido pelo Exército e que a empresa não projetou, e, portanto, dificilmente se encaixará em sua cadeia produtiva. Da mesma forma se torna mais difícil aproveitar veículos já existentes para fazer as demais variantes, estratégia que se mostrou eficiente para os EUA.

A adaptação da cadeia produtiva de uma empresa para um produto específico gera um alto custo e pode tornar impossível o desenvolvimento de certos produtos. Somente projetando e desenvolvendo em parceria com as empresas civis, conseguir-se-á chegar a um denominador comum

que favoreça tanto ao Exército quanto a empresa, e desta forma toda a indústria nacional e, por conseguinte o Brasil será fortalecido.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. de A. G1 andou no Volkswagen Golf GT. G1 Globo, 2008. Disponível em: <http://g1.globo.com/Noticias/Carros/0,,MUL927980-9658,00 G+ANDOU+NO+VOLKSWAGEN+GOLF+GT.html>. Acesso em: 20 maio 2019.
- ARNHEITER, E. D.; HARREN, H. **A typology to unleash the potential of modularity**. Journal of Manufacturing Technology Management, v. 16, n. 7, p. 699-711, 2005.
- BASTOS, E. C. S. **Astros II o eficiente sistema de artilharia de foguetes brasileiro**. Universidade Federal de Juiz de Fora, 20??.
- BAUMANN, R. **O Brasil na economia global**. Rio de Janeiro: Campus, 1996.
- BALDWIN, C.Y.; CLARK K. B. **Design Rules**. Massachusetts: MIT Press, 2000.
- CAMUFFO, A. **Rolling out a World Car: Globalization, Outsourcing and Modularity in the Auto Industry**. IMVP, 2000.
- CARNEVALLI, J. A. et al. **Aplicação da modularidade na indústria automobilística: análise a partir de um levantamento tipo survey**. Produção, v. 23, n. 2, p. 329-344, abr./jun. 2013
- CARNEVALLI, J. A. et al. **Modularidade em montadoras de automóveis: uma análise sob a ótica da estratégia**. Revista Produção Online, Florianópolis, SC, v.15, n. 2, p.433-457, abr./jun. 2015.
- DASCH, M. J.; GORSICH, J. D. **Survey of Modular Military Vehicles**. PhD—[s.l.], Maryland, 2016.
- ESTADO MAIOR DO EXÉRCITO. **Portfólio estratégico do Exército**. Revista EPEX. 2018.
- FLEURY, A. **The changing pattern of operations management in developing countries**. International Journal of Operations & Production Management, v. 19, n. 5/6, 1993.
- FRIEDMAN, T. L. **O mundo é plano: uma breve história do século XXI**. 2. Ed. Brasil, Objetiva, 2005.
- HOFFMAN, O. **Leopard 2 expertise from Rheinmetall**. Rheinmetall Defense press release, 2017.
- LEVIN, J. **Estatística aplicada a ciências humanas**. 2. ed. São Paulo: Harbra, 1987.
- MELLO, A. M. D.; MARX, R. **Innovative capacity maintenance by automakers in a product development outsourcing scenario: the case of VW in Brazil**. International Journal of Automotive Technology and Management, v. 7, n. 2-3, p. 200-215, 2007.
- MORRIS, D.; DONNELLY, T. **Are there market limits to modularisation?** International Journal of Automotive Technology and Management, v. 6, n. 3, p. 262-275, 2006.
- ORSATO, R. J.; WELLS, P. **U-turn: the rise and demise of the automobile industry**. Journal of Cleaner Production, v. 15, n. 11-12, p. 994-1006, 2007.
- PANDREMENOS, J. et al. **Modularity concepts for the automotive industry: A critical review**. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, v. 1, n. 3, p. 148-152, 2009.
- PERSSON, M. **Effects of changing a module's interface: a case study in a automotive company**. International Journal of Automotive Technology and Management, v. 6, n. 3, p. 331-345, 2006.
- PIRES, S. R. I. **Managerial implications of the modular consortium model in a Brazilian automotive plant**. International Journal of Operations & Production Management, v. 18, n. 3, p.221-232, 1998.

SALERNO, M. S. **The characteristics and the role of modularity in the automotive business.** International Journal of Automotive Technology and Management, v. 1, n. 1, p. 92-107, 2001.

SALERNO, M. S. et al. **Mudanças e persistências no padrão de relações entre montadoras e autopeças no Brasil.** Revista de Administração, v. 33, n. 3, p. 16-28, 1998.

SALERNO, M. S. et al. **Modularity ten years after: an evaluation of the Brazilian experience.** International Journal of Automotive Technology and Management, v. 8, n. 4, p. 373-381, 2008.

SAKO, M.; MURRAY, F. **Modules in Design, Production and Use: implications for the global automotive industry.** Cambridge: IMVP. 1999.

SCAVARDA, L. F. R.; HAMACHER S. **Evolução da Cadeia de Suprimentos da Indústria Automobilística no Brasil,** RAC, v. 5, n. 2, maio/ago, 2001.

SERIO, L. Di C. et al. **A evolução dos conceitos de logística: um estudo na cadeia automobilística no Brasil.** Revista Administração e Inovação. São Paulo, v. 4, n. 1, p. 125-141, 2007.

SLACK, N. **Vantagem competitiva em manufatura.** São Paulo: Atlas, 1993.

WOOD, T.; ZUFFO, P. K. **Supply chain management.** Revista de Administração de Empresas, v. 38, n. 3, p. 55-63, 1998.