

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E
SISTEMAS
NÍVEL DOUTORADO

ANDRÉ CARDOSO DUPONT

**MODULARIZAÇÃO DE PRODUTOS E CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA:
Evidências Teórico-Empíricas E Proposição De Um *Framework***

São Leopoldo
2021

André Cardoso Dupont

**MODULARIZAÇÃO DE PRODUTOS E CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA:
Evidências Teórico-Empíricas E Proposição De Um *Framework***

Tese apresentada à Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos, como requisito parcial para a obtenção título de Doutor em Engenharia de Produção e Sistemas

Orientador:
Prof. Dr. José Antonio Valle Antunes Júnior

São Leopoldo
2021

D938m Dupont, André Cardoso.
Modularização de produtos e customização em massa:
evidências teórico-empíricas e proposição de um framework
/ André Cardoso Dupont. – 2021.
146 f. : il. ; 30 cm.

Tese (doutorado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos,
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e
Sistemas, 2021.
“Orientador: Prof. Dr. José Antonio Valle Antunes Júnior.”

1. Modularização de produtos. 2. Customização em massa.
3. Vantagem competitiva. 4. Apropriação de valor. 5. Sistema
de atividades. I. Título.

CDU 658.5

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Bibliotecária: Amanda Schuster – CRB 10/2517)

André Cardoso Dupont

**MODULARIZAÇÃO DE PRODUTOS E CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA:
Evidências Teórico-Empíricas E Proposição De Um *Framework***

Tese apresentada à Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos, como requisito parcial para a obtenção título de Doutor em Engenharia de Produção e Sistemas

Aprovado em 24 de junho de 2021

Banca Examinadora

Prof. Dr. Adriano Proença – Universidade Federal do Rio de Janeiro (URFJ)

Dr. Ely Laureano Paiva – FGV EAESP

Prof. Dr. Gabriel Milan–Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

Prof. Dr. Miguel Afonso Selitto–Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

Prof. Dr. José Antonio Valle Antunes Júnior (Orientador)

Visto e permitida a impressão

São Leopoldo,

Prof. Dr. Luiz Alberto Oliveira Rocha
Coordenador Executivo PPG em
Engenharia de Produção e Sistemas

Agradecimentos

Este documento é o produto de muito esforço e muita colaboração. Esforço para conciliar atividades profissionais e pessoais com a pesquisa. Colaboração para que o resultado seja o aqui apresentado. Sem esta colaboração, o esforço não teria sido suficiente para que esta tese fosse apresentada. Por isto, gostaria de agradecer a todas as pessoas e instituições que contribuíram de alguma forma para a elaboração da presente tese:

Ao Prof. Dr. José Antonio Valle Antunes Jr. pela sua fundamental orientação e principalmente pela amizade, não apenas durante a elaboração deste trabalho, mas também dispensada no decorrer da minha formação pessoal e profissional. Certamente, fostes o principal responsável por eu ter conseguido cumprir este desafio.

Aos Professores Dr. Miguel Sellitto e Dr. Marco Borges, pelas importantes contribuições para enriquecimento desta pesquisa. Aos Professores Dr. Adriano Proença, Dr. Ely Paiva e Dr. Gabriel Milan pelas significativas contribuições na análise e exame desta tese.

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos pela ampliação dos meus conhecimentos. Aos colegas do doutorado pela solidariedade coletiva e pelo bom humor sempre presentes. Em especial, ao colega e amigo Ronaldo Barreto, responsável pela iniciativa de entrar no programa.

Aos amigos e colegas de trabalho que de alguma forma contribuíram para a ampliação e desenvolvimento dos conhecimentos e pelo apoio e motivação. Aos demais amigos e companheiros desta vida que certamente contribuíram para minha formação pessoal.

Às empresas e, principalmente, às pessoas que dispuseram de seu tempo para participar desta pesquisa

Por fim, gostaria de agradecer a toda a minha família, em especial, a minha esposa, Ana Paula, e a minha filha, Júlia, por tornarem a minha vida melhor e por darem sentido ao processo como um todo. Vocês são minhas parceiras da vida.

Muito obrigado a todos!

RESUMO

Esta tese trata da proposição de um *Framework* para analisar como a modularização de produto pode proporcionar a capacidade de Customização em Massa (CM), através do sistema de atividades da empresa, para obtenção da vantagem competitiva nas organizações. Para alcançar este objetivo, foi estudado e avaliado criticamente um conjunto de publicações que versam sobre o assunto, passando por elementos conceituais como: i) vantagem competitiva; ii) criação e apropriação de valor; iii) cadeia de valor, sistema de atividades e a curva da riqueza; iv) customização em massa; v) postergação; vi) customer order decoupling point (CODP); vii) modularização; e viii) relação entre os conceitos de customização em massa, modularização de produtos, postergação e CODP; e ix) interações entre modularização de produtos, sistema de atividades e customização em massa. Tendo por base este quadro conceitual, foi elaborada a proposição do *framework* que apresenta os elementos a serem considerados na obtenção de vantagem competitiva sustentável, a partir da capacidade de Customização em Massa. Este *framework* constitui-se em uma proposição acadêmica, uma vez que, a literatura indica uma falta de estudos mais detalhados e revisões sistemáticas abordando os caminhos através dos quais a modularização pode levar à obtenção de capacidade em CM e a maneira com a qual as empresas devem se organizar para tal. Da ótica empresarial, o trabalho proposto indica a importância do entendimento organizacional de todas as relações existentes e afetadas pela utilização das práticas de modularização na empresa e, como isso, implica em incentivar caminhos que levem à obtenção da vantagem em CM. Para a consolidação deste *Framework*, esta pesquisa valeu-se de dois estudos de caso. Um deles foi desenvolvido em uma empresa fabricante de caminhões com uma longa trajetória de modularização de produtos. Já o outro caso foi realizado em uma empresa fabricante de implementos rodoviários com um histórico recente de implantação da modularização dos produtos. Os extremos indicados pelo nível de maturidade do processo de modularização dos produtos dos casos estudados permitiram que as análises realizadas fornecessem evidências relevantes para sustentar que o *Framework* proposto apresenta consistência suficiente para ser considerado uma alternativa ao entendimento aprofundado da questão proposta pela tese.

Palavras-chave: Modularização de Produtos. Customização em Massa. Vantagem Competitiva. Apropriação de Valor. Sistema de Atividades.

ABSTRACT

This thesis deals with the proposal of a Framework to analyze how the modularization of the product can provide the capacity of Mass Customization (MC), through the system of activities of the company, to obtain the competitive advantage in the organizations. To achieve this objective, a set of publications that deal with the subject was studied and critically evaluated, including conceptual elements such as: i) competitive advantage; ii) creation and appropriation of value; iii) value chain, activity system and the wealth curve; iv) mass customization; v) postponement; vi) customer order decoupling point (CODP); vii) modularization; and viii) relationship between the concepts of mass customization, product modularization, postponement and CODP; and ix) interactions between product modularization, activity system and mass customization. Based on this conceptual framework, the proposition of the framework was elaborated that presents the elements to be considered in obtaining sustainable competitive advantage, based on the capacity of Mass Customization. This framework constitutes an academic proposition, since, the literature indicates a lack of more detailed studies and systematic reviews addressing the ways in which modularization can lead to obtaining capacity in MC and the way in which companies they must organize for that. From the business point of view, the proposed work indicates the importance of organizational understanding of all existing relationships affected by the use of modularization practices in the company and, as a result, it implies encouraging paths that lead to obtaining the advantage in MC. For the consolidation of this Framework, this research used two case studies. One was developed in a truck manufacturer with a long history of product modularization. The other case, on the other hand, was carried out at a company that manufactures road implements with a recent history of implementing product modularization. The extremes indicated by the level of maturity of the modularization process of the products in the cases studied, allowed the analyzes carried out to provide relevant evidence to support that the proposed Framework has sufficient consistency to be considered an alternative to the in-depth understanding of the question proposed by the thesis.

Keywords: Product Modularization. Mass Customization. Competitive Advantage. Appropriation of Value. System of Activities.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATO	<i>Assembly-to-order</i>
BTO	<i>Built-to-order</i>
CA	Capacidade Absortiva
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAE	<i>Computer Aided Engineering</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
CM	Customização em Massa
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
ETO	Engineering-to-order
FFU	<i>Fit For Use</i>
JIS	<i>Just in sequence</i>
MC	<i>Material Control</i>
MRP	<i>Manufacturing Resource Planning</i>
MTO	<i>Make-to-order</i>
MTS	<i>Make-to-stock</i>
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PDV	Ponto de Venda
PE	Produção Enxuta
PM	Produção em Massa
RS	Estado do Rio Grande do Sul
SC	Estado de Santa Catarina
SP	Estado de São Paulo
UEN	Unidade Estratégica de Negócios
VCM	Modelo de Captação de Valor

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Criação de valor <i>versus</i> captura de valor	26
Figura 2: Cadeia Genérica de Valor	28
Figura 3: Curva da Riqueza	29
Figura 4: Abordagens para customização.....	32
Figura 5: Evolução dos paradigmas de produção da PM à CM.	33
Figura 6: Fundamentos e pilares para a sustentação da CM.....	35
Figura 7: Relação entre o CODP e os modelos de atendimento ao mercado.	38
Figura 8: <i>Trade-off</i> produtividade-flexibilidade e o posicionamento do CODP.	39
Figura 9: Envolvimento do cliente e tipo de modularidade no ciclo de produção.	43
Figura 10: Modularização da cabine do caminhão da Empresa A	44
Figura 11: Modelo proposto por Wang <i>et al.</i> (2014).....	49
Figura 12: Framework conceitual síntese desenvolvido.....	52
Figura 13: Classificação das pesquisas em termos de rigor e relevância	53
Figura 14: Condução do Estudo de Caso.....	60
Figura 15: Método de trabalho	62
Figura 16: Lucratividade da Empresa A nos últimos 14 anos	67
Figura 17: Número de veículos conectados Empresa A rodando nas estradas	68
Figura 18: Licenciamento de caminhões no Brasil em 2020.....	68
Figura 19: Produção total e exportação realizada pela planta de São Bernardo (SP) da Empresa A.....	69
Figura 20: Faturamento por funcionário.....	72
Figura 21: Framework consolidado para o caso Empresa A	86
Figura 22: Resultado econômico-financeiro da Empresa B nos últimos 8 anos	92
Figura 23: Participação de mercado da Empresa B em semirreboques.....	92
Figura 24: Participação de mercado da Empresa B em semirreboques Basculantes.....	93
Figura 25: Framework consolidado para o caso Empresa B	109
Figura 26: Framework proposto para obtenção da Capacidade de CM a partir da Modularização dos Produtos	123

LISTA DE QUADROS

QUADROS

Quadro 1: Influência da CM segundo a literatura	14
Quadro 2: Comparação entre operações tradicionais e com postergação	37
Quadro 3: Questões estratégicas, motivos e desvantagens da mudança do CODP.....	39
Quadro 4: Resultados na modularização na Empresa A	44
Quadro 5: Relações entre CM, postergação, modularização e CODP	47
Quadro 6: Empresas a serem pesquisadas	61
Quadro 7: Técnicas de coleta de dados utilizadas em cada etapa do método de trabalho	64
Quadro 8: Síntese da análise cruzada dos casos sobre o constructo vantagem competitiva	115
Quadro 9: Síntese da análise cruzada dos casos sobre o constructo apropriação de valor Fonte:	116
Quadro 10: Síntese da análise cruzada dos casos sobre o constructo capacidade de CM.....	117
Quadro 11: Síntese da análise cruzada dos casos sobre o constructo Sistema de Atividades.....	121

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Escolha entre estratégias de pesquisa	55
Tabela 2: Quantidade de componentes no produto Canavieiro	96

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Considerações iniciais	11
1.2	Tema de pesquisa.....	13
1.3	Problema de pesquisa	17
1.4	Objetivos.....	17
1.5	Justificativa	18
1.6	Delimitação do estudo	21
1.7	Estrutura do trabalho	21
2	REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1	Vantagem competitiva	23
2.2	Criação e Apropriação de valor	25
2.3	Cadeia de Valor e Rede de Valor de Operações.....	27
2.4	Customização em Massa (CM).....	30
2.5	Postergação	35
2.6	Customer Order Decoupling Point (CODP).....	37
2.7	Modularização	40
2.8	Relação entre os conceitos de Customização em Massa, Modularização de Produtos, Postergação e CODP	45
2.9	Interações entre Modularização de Produto, Sistema de Atividades e Customização em Massa	47
2.10	Considerações Finais.....	51
3	MÉTODO	53
3.1	Caracterização da Pesquisa.....	54
3.2	Estudo de Caso	56
3.3	Critérios para escolha de casos e sujeitos da pesquisa	60
3.4	Método de trabalho	61
4	ESTUDOS DE CASOS.....	65
5	FRAMEWORK PROPOSTO	114
6	CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS	124
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127
	APÊNDICE A – Currículo dos especialistas consultados na elaboração do framework conceitual proposto e na validação do instrumento de coleta de dados	142
	APÊNDICE B – Carta de Apresentação	144
	APÊNDICE C – Protocolo de coleta de dados nos casos estudados	146

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

Há algum tempo a competitividade é objeto de estudo da área de negócios e, em particular, da Engenharia de Produção. Neste período, diversos artefatos foram desenvolvidos para auxiliar as organizações a melhorarem seus desempenhos. À título de ilustração, pode-se citar as proposições de: i) Skinner (1969, 1974) e Porter (1980, 1996, 1999) no campo da estratégia de produção e negócios; ii) Ohno (1995), Shingo (1996) e Goldratt (1989) no tema da competitividade baseada na pró-atividade dos sistemas de produção; iii) Ballou (2001) e Bowersox e Closs (2001) no âmbito da logística; iv) Kotler (2000), Park Zaltman (1987), Crawford (1997), Dickson (1997), Parasuraman e Colby (2002) no desenvolvimento de produtos; e v) Castells (1999), Todeva (2006) e Verschoore e Balestrin (2006) nas relações interorganizacionais.

Nesse sentido, é possível identificar um acirramento da competitividade no ambiente organizacional, diretamente relacionado com o fenômeno da chamada 'nova economia', definido por Hayes (2002) como uma combinação da globalização com a velocidade proveniente dos rápidos avanços tecnológicos (SHEER, 2019). Esse tipo de situação tende a modificar rapidamente e constantemente a forma de concorrência no mercado (CHASE et al., 2004). Isto possibilita mudanças na dinâmica de mercado e gera desafios para as empresas de forma geral. A competição, que era mais simples e com *players* bem definidos, agora é intensa e com uma enorme diversidade de possibilidades. Com isso, as organizações precisam buscar, incessantemente, formas de obterem e sustentarem vantagens competitivas.

Esses fatores, associados à alta exigência por inovações e diversificações dos mercados consumidores, geram uma pressão significativa por melhoria nos sistemas produtivos como elementos relevantes para a competitividade das empresas. A partir desse contexto, as empresas – em especial as nacionais – devem focalizar esforços na concepção, na implantação e no gerenciamento de sistemas produtivos que maximizem a utilização dos recursos escassos. No entanto, com a difusão da informação, propiciada também pela “nova economia”, as melhores práticas, em termos conceituais, estão acessíveis a toda as empresas (HOPP; SPEARMAN, 2000). Portanto, a diferença entre sistemas produtivos e organizações pode não estar nas práticas e técnicas em si, mas, em como estas são entendidas a partir da concepção de distintas estratégias para o atendimento aos respectivos mercados (OSONO et al., 2008).

Dessa forma, pode-se dizer que o diferencial entre as organizações, nesse contexto competitivo, pode estar no modo como as mesmas direcionam seus recursos no desenvolvimento de um 'pacote de valor' para o mercado. Isto é, a vantagem competitiva é atingida por aquelas empresas que compreendem o que o mercado espera de suas operações e direcionam seus esforços para melhorar o desempenho nessas dimensões desejadas (MILTENBURG, 2008). Pesquisas em marketing sugerem que a orientação de mercado é altamente relevante para os mercados industriais (CHEN et al., 2012). Webster (1978) define a orientação de mercado como um conjunto compartilhado fundamental de crenças e valores que colocam o cliente no centro do pensamento da empresa sobre estratégia e operações.

Invariavelmente, a mudança de orientação de mercado, ou mesmo a tomada de consciência sobre esta necessidade, acaba afetando o processo de desenvolvimento de produtos. Smets et al. (2013) apresentam um estudo que confirma que a participação do cliente no processo de desenvolvimento impacta positivamente a performance dos produtos. Neste sentido, Drechsler et al. (2013) argumentam que o departamento de marketing desempenha um papel central no desenvolvimento de novos produtos e que tanto a qualidade de pesquisa de marketing quanto a capacidade de traduzir as necessidades dos clientes em características do produto tendem a servir para aumentar a influência do marketing no desenvolvimento de novos produtos.

Este cenário aponta para a importância do processo de desenvolvimento de produtos como competência estratégica para as empresas. No entanto, mesmo a implantação de sistemas enxutos de gestão da produção – baseados em princípios como *Lean Manufacturing*, Teoria das Restrições e outros – apresenta dificuldades ou limitações na sua aplicação em empresas com alta variedade de produtos e baixo volume de produção (PINE II, 1993). A partir disto, as organizações parecem se deparar com uma dicotomia entre o atendimento de pedidos de produtos personalizados e a consequente complexidade inserida no sistema empresarial, oriundo das necessidades cada vez mais diversas dos clientes, o que tende a aumentar os custos associados à complexidade em toda a cadeia de produção (ex.: fornecedores, logística de entrada de saída, produção, canais de distribuição etc...).

Neste contexto, surge o conceito de Customização em Massa (CM), proposto por Davis (1987) e difundido por Pine II (1993), como uma alternativa de produzir produtos personalizados em massa, permitindo a geração de valor para os clientes e, simultaneamente, a redução dos custos globais ao longo da cadeia de valor. A CM apresenta-se como uma evolução do paradigma da produção enxuta no sentido da simplificação dos processos de atendimento aos clientes. Esta abordagem traz benefícios para as empresas em termos de custo e lucro devido

a níveis de estoque menores, maximização de vendas, eliminação de desperdício de material e, acima de tudo, a satisfação do cliente (POLLARD et al., 2008).

No entanto, no Brasil, a adoção da CM, por parte de empresas de manufatura, encontra-se em fase embrionária (VIGNA; MIYAKE, 2010). A explicação para esse fato parece residir na dificuldade de implantar este conceito nas empresas, pois o mesmo exige um trabalho conjunto e sinérgico das áreas de engenharia (produto e processo), produção, marketing, comercial e logística (LOGINOVA, 2012). Em suma, a implantação deste conceito demanda projetar, produzir, vender e entregar diversos produtos que sejam constituídos do menor número possível de componentes, que sejam comuns entre eles (PINE II, 1993).

A CM é uma quebra de paradigmas na realidade de fabricação que combina produtos exclusivos com os métodos de fabricação rentáveis de produção em massa. Embora este fenômeno seja conhecido na prática, a pesquisa acadêmica não investigou adequadamente esta nova forma de competição (DURAY et al., 2000). Os limites da CM podem ser mais claramente estabelecidos por definir duas questões: i) a natureza básica de customização; e ii) os meios para alcançar customização com custos similares aos de produção em massa.

Um produto customizado é projetado especificamente para atender às necessidades de um cliente particular. Variedade proporciona escolha para os clientes, mas não a capacidade de especificar o produto. Uma grande variedade de produtos no mercado pode satisfazer a maioria dos clientes e, portanto, substituir a customização; porém, a customização e a variedade são conceitos distintos. Por exemplo, ter centenas de variedades de pratos para o café na prateleira do supermercado é diferente de ser capaz de especificar um café da manhã diretamente do fornecedor. Esta distinção é importante porque isso implica que os clientes podem ser envolvidos na especificação do produto. A segunda questão, que diz respeito a produzir customização com custos similares à produção em massa, tem ligação direta com o ‘como’ fazer. Dentre as possíveis soluções que habilitam a capacidade em CM, encontra-se o processo de modularização de produtos (FREDRIKSSON, 2006). Pine et al. (1995) e Ulruch (1995) destacam que o sucesso na prática da CM exige a utilização de produtos modulares com base no projeto de plataformas de produtos. Em suma, a participação do consumidor provê a customização e a modularização proporciona a base para a escala de produção da CM. (FREDRIKSSON, 2006; JIANG; LEE; SEIFERT, 2006; PANDREMENOS et al., 2009; AGRAWAL et al., 2013; CABIGIOSU; ZIRPOLI; CAMUFFO, 2013).

1.2 Tema de pesquisa

A busca por respostas às demandas dos clientes por produtos cada vez mais customizados sem o aumento de custos decorrentes da tradicional complexidade lança luz à CM como um possível caminho para a competitividade das empresas (FEITZINGER; LEE, 1997). No entanto, o avanço dos estudos sobre o tema da CM acaba provocando discussões sobre o posicionamento do temário no âmbito da obtenção da vantagem competitiva.

Enquanto alguns autores como Davis (1987) e Pine II (1993) entendem que a CM é uma forma para obter a vantagem competitiva, outros enxergam a mesma como uma competência a ser obtida pela empresa que a levaria à vantagem competitiva (WANG et al., 2014). De forma sintética, pode-se afirmar que as pesquisas mais recentes apresentam a CM como uma competência ou capacidade da empresa que levaria os consumidores a perceberem maior valor na oferta da empresa e, conseqüentemente, permitiria à empresa capturar uma parcela maior deste valor.

Desta forma, a obtenção da CM tende a influenciar a vantagem competitiva da empresa no sentido em que permite ampliar a percepção de valor oferecido para os clientes. Essa percepção pode ser traduzida de diversas formas. A título de ilustração, fez-se uma pesquisa em trabalhos científicos relacionados ao tema de CM contemplando textos clássicos – como Davis (1987) e Pine II (1993) – e contemporâneos – como Loginova (2012) e Khalid et al. (2011). A partir desta pesquisa foi possível sintetizar os principais efeitos gerados nas dimensões competitivas das empresas pela obtenção da CM. O Quadro 1 apresenta essa análise.

Quadro 1 - Influência da CM segundo a literatura

Autores	Influência da CM				
	Custo	Qualidade	Velocidade de Entrega	Prazo de Entrega	Flexibilidade
Davis (1987)	X	X	X		
Pine (1993)	X	X	X	X	
Loginova (2012)	X		X		
McCarthy (2004)	X	X	X	X	X
Anderson (2008)	X		X		
Svensson e Barford (2002)		X	X	X	
Slevinsky (2005)	X		X		
Oleson (1999)	X		X		
Vigna e Miyake (2006)	X		X		
Wentz (1999)	X				
Xia et al. (2009)	X		X		
Loginova et al. (2012)	X		X		
Liu et al. (2010)	X		X		X

Stormer (2009)	X	X	X	X	
Da Cunha et al. (2010)	X		X		
Khalaf et al. (2010)	X		X		
Khalid et al. (2011)	X		X	X	
TOTAL	16	5	16	5	2

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Assim, a partir da análise dos dados obtidos nos textos pesquisados é possível identificar uma predominância dos seguintes resultados esperados pela obtenção da capacidade em CM: i) baixo custo; e ii) maior velocidade de entrega. Percebe-se ainda que na pesquisa realizada não foram mencionadas relações com a dimensão tecnologia.

Em síntese, a CM pode ser entendida a partir de uma gama de perspectivas, incluindo a estratégia (PINE; DAVIS, 1999), o marketing (PILLER; MULLER, 2004), a engenharia (BATEMAN; CHENG, 2006; TSENG; JIAO, 1998) e a gestão de operações (HUANG et al., 2010; LIU et al., 2006, 2010; TU et al., 2004). No entanto, os autores que analisam do âmbito da gestão de operações convergem para o conceito que posiciona a CM como uma competência da empresa que possibilitaria a vantagem competitiva. Estes mesmos autores analisam a Modularização de produtos e processos como um caminho para viabilizar a competência em CM.

A literatura sugere que a capacidade de CM de uma empresa pode ser alcançada pelos seguintes caminhos: i) segmentação de fornecedores; ii) implementação da modularização de produtos e processos; e iii) postergação das principais etapas de produção que determinam as características do produto customizado (LEE, 2004; KRISHAN; ULRICH, 2001; SALVADOR et al., 2002; TU et al., 2004; PINE, 1993; FEITZINGER; LEE, 1997; VAN HOEK et al., 1999; LI et al., 2006). A modularização, portanto, é uma das técnicas de desenvolvimento mais comuns para a obtenção da CM. A literatura ainda destaca o papel que a modularização em produtos e processos desempenha no aumento da capacidade de CM (TU et al., 2004) e na melhoria do desempenho da empresa (JACOBS et al., 2011). A arquitetura de produto modular pode ajudar a aumentar a variedade de produtos através de reconfiguração, reduzindo o tempo de comercialização e os custos através da padronização (PERSSON; ÅHLSTRÖM, 2006; SANCHEZ, 2000; ULRICH, 1995). Um processo modular pode ajudar uma empresa a aumentar a flexibilidade através do sequenciamento e da postergação, além de permitir a redução dos custos através da padronização (FEITZINGER; LEE, 1997; GUALANDRIS; KALTSCHMIDT, 2013; VAN HOEK; WEKEN, 1998). Vários estudos têm relatado o papel

crítico da modularização de produto na CM (JONEJA; LEE, 1998; KUMAR, 2004; MIKKOLA, 2007). No entanto, tais estudos deixam parcialmente explicáveis alguns dos caminhos através dos quais as práticas de modularização poderiam melhorar a capacidade de CM. Em geral, estes estudos apontam para uma falta de relação direta entre a modularização e a capacidade de CM. Eles sugerem algumas possíveis variáveis que fariam essa ligação, tais como: i) Capacidade Absortiva da empresa (CA); ii) preparação da estrutura organizacional; e iii) alinhamento entre as várias funções da empresa. No entanto, não é possível identificar relações consolidadas nos âmbitos teórico e prático.

Da Silveira et al. (2001) sugerem que a CM é uma ideia sistêmica envolvendo todos os aspectos de um ciclo, incluindo a venda de produtos, desenvolvimento, produção e entrega. A capacidade de CM também é visualizada como uma competência que influencia no desempenho de toda a empresa (HUANG et al., 2008). O efeito da modularização na capacidade da CM não é, necessariamente, diretamente devido à implementação do desenvolvimento modular em toda a organização. Por exemplo, Ahmad et al. (2010) argumentam que a modularização é uma tarefa difícil que requer o envolvimento de funções múltiplas. Conflitos e mal-entendidos entre as funções podem inibir o efeito de modularização na geração da capacidade em CM. Do ponto de vista da aprendizagem organizacional, o elo que falta é o processo de aprendizagem de conversão do conhecimento na organização em vantagem competitiva (NONAKA, 1994). Isto significa que as empresas podem precisar de mecanismos de gestão, relacionados diretamente à cadeia de valor, para facilitar o uso do conhecimento de modularização para a construção de capacidade de CM.

É imperativo que o planejamento e a gestão das operações estejam devidamente alinhados à estratégia competitiva da empresa para contribuir com objetivo maior de maximização dos lucros, e que, para isso, contemplem prioridades como a demanda, as condições da concorrência e os resultados. Contudo, é crescente o entendimento de que os planos e decisões dos gestores devem, também, estar firmemente balizados no conhecimento dos recursos de que dispõem, bem como daqueles que faltam. Esta abordagem é conhecida como *Resource Based View* (RBV), ou Visão Baseada nos Recursos Organizacionais (WERNERFELT, 1984).

Vale notar que no passado muitas empresas já falharam buscando a CM. Tais fracassos suscitaram a dúvida se a mesma realmente propicia vantagens competitivas. Hoje, sabe-se que muitas tentativas infrutíferas da adoção da CM cometeram o equívoco de manter o planejamento de sua estratégia de negócio orientado somente pelo mercado, e esperar que seus sistemas produtivos se adequassem às novas demandas impostas pela necessidade de

customizar. Para obter sucesso num negócio de produtos customizados, as empresas precisam antes capacitar suas operações para poderem vislumbrar os ganhos econômico-financeiros que estas mudanças podem proporcionar (GAGNON, 1999). Isso porque customizar produtos em grande escala com eficiência exige mudanças significativas em muitos processos de negócio da organização.

Wang et al. (2014) destacam que o processo de aprendizagem organizacional é fundamental para transformar os esforços modularização com a vantagem competitiva em CM. Neste sentido, estudos anteriores examinaram como a modularização influencia a capacidade de CM sob o prisma da engenharia (JONEJA; LEE, 1998; KUMAR, 2004; MIKKOLA, 2007). No entanto, existe uma escassez de trabalhos que analisem como a modularização influencia nas várias atividades da empresa - cadeia de valor - para obtenção da capacidade de CM. Para preencher esta lacuna de pesquisa, propõe-se uma análise sobre como a modularização de produtos pode propiciar o atingimento da competência em CM a partir do sistema de atividades da empresa (PORTER, 1985).

1.3 Problema de pesquisa

O presente trabalho busca responder à seguinte questão: “De que forma a modularização de produto pode propiciar a obtenção da capacidade de CM, através do sistema de atividades da empresa, para o atingimento de vantagem competitiva nas organizações?”

1.4 Objetivos

São os seguintes o objetivo geral e os objetivos específicos do presente trabalho.

1.4.1 Objetivo geral

O objetivo geral desta tese consiste em propor um framework geral para analisar como a modularização de produto pode proporcionar a capacidade de CM, através do sistema de atividades da empresa, para obtenção da vantagem competitiva nas organizações.

1.4.2 Objetivos específicos

São os seguintes objetivos específicos que permitiram a operacionalização do objetivo geral:

- identificar os principais aspectos de relação entre: i) a modularização de produto e a capacidade de CM; ii) a modularização de produto e o sistema de atividades; e iii) o sistema de atividades e a capacidade de CM
- identificar os principais elementos do sistema de atividades que possam ser influenciados, e a forma como isso pode acontecer, a partir das práticas de modularização, embasadas em referenciais teóricos e experiências práticas;
- confrontar o framework preliminarmente proposto em ambiente real visando ilustrar o funcionamento dos diversos elementos do mesmo; e
- a partir das evidências empíricas dos casos estudados, considerando os aspectos teóricos identificados na literatura e através de um grupo focal, refinar o framework inicialmente proposto, obtendo um framework final.

1.5 Justificativa

São as seguintes a justificativa acadêmica e a justificativa da ótica da empresa que sustentam a presente tese.

1.5.1 Justificativa acadêmica

Em termos de desenvolvimento teórico, considera-se pertinente a proposição de um framework geral que formalize as relações entre a modularização de produtos e o sistema de atividades das empresas para obtenção da capacidade de CM. Isto porque, a quantidade de publicações acadêmicas dedicadas ao estudo do projeto e gerenciamento das organizações visando à capacidade em CM ainda é relativamente pequena (SELLADURAI, 2004; STARR, 2010; JACOBS et al., 2011; KUBOTA; CAMPOS; CAUCHICK, 2014). Existem alguns estudos mostrando que a implementação das práticas de modularização gera economia de tempo e recursos quando comparada à utilização do conhecimento e ‘instinto natural’ das equipes de desenvolvimento (STEWART; YAN, 2008). No entanto, a literatura indica uma falta de estudos mais detalhados e revisões sistemáticas abordando os caminhos através dos quais a modularização pode levar à obtenção de capacidade em CM e a maneira com a qual as empresas devem se organizar para tal (GERSHENSON; PRASAD; ZHANG, 2004; DANIILIDIS et al., 2011). Ainda foram identificados outros autores que apontam a necessidade de se evoluir em

avaliações e medições quanto aos efeitos da modularização nas organizações: Gershenson, Prasad e Zhang (2004), Campagnolo e Camuffo (2009), Matsubara e Pourmohammadi (2010), Starr (2010), Jacobs et al. (2011) e Kubota, Campos e Cauchick (2014).

Além disso, segundo Chatha e Butt (2015), as melhores práticas de produção são a segunda maior área em estudo na literatura sobre estratégia de produção. Os autores destacam que, através de uma análise de 506 artigos publicados nos periódicos internacionais de melhor ranqueamento, o interesse de pesquisa nesta área está crescendo em todo o mundo. Especificamente, a CM é enfatizada para enfrentar o desafio da alta volatilidade e incerteza no ambiente de negócios esperado no futuro. Assim, o estudo deste tema, que começou apenas durante a década de 2000, hoje é um dos assuntos mais pesquisados.

Embora exista um significativo número de textos científicos contemporâneos que se propõem a compreender a escolha da CM como opção estratégica para alcançar vantagens competitivas, Duray et al. (2000) e Jacobs et al. (2011) chamam a atenção para o fato de que ainda existem algumas lacunas a serem preenchidas no que tange a uma orientação adequada em relação ao ‘como’ obter a capacidade em CM, bem como as suas implicações para a gestão das organizações.

Além disso, os conceitos de modularização e CM foram elaborados no contexto de países desenvolvidos, para lidar com realidades específicas destes locais. Constatase, portanto, a necessidade de investigar e discutir as especificidades do contexto brasileiro para a aplicação dos referidos conceitos.

Por fim, parece pertinente lembrar que Deming (1990) postulou não ser possível a construção de conhecimento sem a utilização de Teoria. Sendo assim, se for possível identificar como maximizar os efeitos da modularização de produtos através do sistema de atividades das empresas para obtenção da capacidade em CM, entende-se que será maior a possibilidade de melhorar as atuais práticas levadas adiante no cotidiano das organizações.

1.5.2 Justificativa do prisma da empresa

A já citada “nova economia” amplia a complexidade da competição intercapitalista. De um lado, tem-se, a partir da facilidade e velocidade de comunicação, a entrada de novos competidores internacionais em todos os mercados. De outro, há, a partir da facilidade e velocidade de acesso à informação, um nivelamento de condições técnicas para competição entre os concorrentes (HAYES, 2002). Assim, questões sempre em pauta como soluções para os problemas das organizações – por exemplo, a produtividade – podem não ser garantia de

sucesso. Dessa forma, mostra-se ainda atual o debate proposto originalmente por Skinner (1974), quando o autor propõe que a questão a ser analisada pela gestão das empresas deve ser “como competir” e não “como ser mais produtivo que o concorrente”.

Essa discussão foi iniciada por Skinner (1974) há mais de trinta anos em um cenário americano, em que as empresas desse país estavam enfrentando sérias dificuldades para superar os concorrentes de novos países como o Japão. Trazendo essa discussão para o ambiente brasileiro, é possível entender que as empresas nacionais encontram-se, possivelmente, em situação mais complexa que aquela enfrentada pelas empresas americanas nos anos 70. Isso se reforça à medida que a competição parece cada vez com menos fronteiras, em função de todos avanços promovidos na já citada ‘nova economia’.

Assim, a aplicação do framework proposto pode ser, ainda, mais importante na estrutura econômica brasileira, em que as empresas – em razão da baixa escala de consumo do mercado e da elevada necessidade de diversificação de produtos – tendem a ampliar sua gama de produtos para financiar seu crescimento. Isso tem motivado certas empresas a buscarem a adoção da CM, já que em um futuro não muito distante, a capacitação para competir apoiando-se em tal estratégia tende até a deixar de ser um diferencial competitivo para se tornar um fator qualificador (HILL, 1993; SELLADURAI, 2004).

No Brasil, algumas iniciativas de busca dessa estratégia podem ser identificadas em empresas do setor automotivo bem como entre fabricantes de móveis, máquinas, aparelhos elétricos, artigos de vestuário e produtos químicos (MACHADO; MORAES, 2008). Contudo, estas evidências de promoção ou obtenção da capacidade em CM constituem casos isolados, e as empresas de manufatura no Brasil, em geral, ainda não estão efetivamente empenhadas na adoção de meios, como a modularização, para obter esta capacidade em CM.

A capacitação para CM merece ser tratada com atenção pelas empresas, pois num futuro não muito distante, a demanda por produtos customizáveis deve crescer sensivelmente, especialmente nos mercados de bens de consumo. Para se tornarem capazes de atender às regras deste novo paradigma de negócio, as empresas devem capacitar seus processos produtivos desenvolvendo os elementos necessários para a efetiva adoção da CM. Para que uma empresa seja bem-sucedida na operacionalização da CM, é preciso desenvolver a capacitação organizacional requerida considerando sistemicamente os processos de negócio afetados e investindo na construção de competências funcionais em cinco áreas críticas: i) Planejamento do Produto e Processo; ii) Logística de Abastecimento; iii) Operações Internas; iv) Logística de Distribuição; e v) Marketing e Vendas (LOGINOVA, 2012). Além disso, o mercado de produtos customizados, conforme pedidos de clientes, pode oferecer um retorno financeiro

maior às empresas que desenvolverem a capacidade de produzir exatamente o que os clientes desejam e entregar num prazo que estes estejam dispostos a esperar, a custos operacionais competitivos (HOLWEG; PIL, 2001).

Apesar dos benefícios relacionados à utilização da modularização formalizados na literatura, verifica-se uma baixa aderência destes métodos e ferramentas aos processos de desenvolvimento das empresas. Essa característica é resultado da dificuldade em aplicar estas práticas para a realidade do desenvolvimento de produtos das organizações (KAHN et al., 2012). A principal justificativa para o trabalho proposto é a identificação da importância do entendimento organizacional de todas relações existentes e afetadas pela utilização das práticas de modularização na empresa, e como isso implica na obtenção da vantagem em CM.

1.6 Delimitação do estudo

Na sequência são apresentadas as delimitações do presente trabalho:

Em primeiro lugar, não faz parte do escopo da presente pesquisa analisar ou discutir o método de implantação da modularização pelas empresas. O trabalho parte da premissa de que a empresa escolherá uma forma de implantar a modularização. Aqui será apresentada uma forma de preparar a organização para obter a capacidade de CM a partir da cadeia de valor com a modularização de produtos.

Além disso, o trabalho estará centrado nesta análise a partir da modularização de produtos ou projeto conforme definição de Kubota e Miguel (2013). Sabe-se que existem outros tipos de modularização, como as de: i) produção; ii) de uso; e iii) organizacional. Porém, o foco do trabalho está na modularização de produtos ou projeto.

Por fim, a investigação proposta partirá da premissa da existência de uma relação entre a modularização de produtos e as várias atividades da cadeia de valor para o atingimento da competência em CM. Desta forma, outras relações passíveis de contribuição para a obtenção desta competência, como a CA, não são tratadas no trabalho.

1.7 Estrutura do trabalho

O trabalho está estruturado em sete capítulos, cada um deles com assuntos sucintamente descritos, a seguir:

No Capítulo 1 é apresentado o tema de trabalho, a questão de pesquisa, os objetivos do estudo, as justificativas (acadêmica e empresarial) e a delimitação do trabalho.

O Capítulo 2 trata do Referencial Teórico. Este capítulo apresenta, resumidamente, os principais conceitos utilizados para construir o framework proposto pelo trabalho. O referencial é composto dos seguintes tópicos: i) competitividade, estratégia e estratégia de produção; ii) critérios competitivos; iii) vantagem competitiva; iv) criação e apropriação de valor; v) cadeia de valor, sistema de atividades e a curva da riqueza; vi) customização em massa; vii) modularização; e viii) interações entre modularização de produtos, sistema de atividades e customização em massa.

O Capítulo 3 trata do método utilizado para conduzir a pesquisa; apresenta a caracterização da mesma, a revisão bibliográfica do método de condução da pesquisa – Estudo de Caso múltiplo, a justificativa da sua adoção e o método de trabalho – passos lógicos utilizados para a elaboração da pesquisa, bem como os instrumentos utilizados para realizar a coleta de dados.

No Capítulo 4, é sugerida a proposta preliminar de framework para analisar a influência da modularização no sistema de atividades das empresas para obtenção da capacidade de CM, sendo apresentados, de forma detalhada, os elementos que constituem o mesmo.

No Capítulo 5, o framework preliminar é comparado com a realidade de algumas organizações estudadas. É descrito o contexto no qual as empresas escolhidas para o estudo estão inseridas. São descritos o processo de aplicação da modularização nestas empresas e seus impactos no sistema de atividades de cada uma delas. Além disso, é feita uma comparação entre as conclusões dos casos estudados e o framework proposto.

No Capítulo 6, o framework originalmente proposto é avaliado através de um grupo focal analisando os insumos dos casos estudados. O resultado dessa avaliação é a proposição do framework final como produto da presente pesquisa.

No Capítulo 7 são apresentadas as principais conclusões e limitações do trabalho, bem como são sugeridas recomendações para a elaboração de trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir, são apresentados os principais conceitos associados à construção do framework proposto neste trabalho. Esse referencial é composto de: i) vantagem competitiva; ii) criação e apropriação de valor; iii) cadeia de valor, sistema de atividades e a curva da riqueza; iv) customização em massa; v) postergação; vi) *customer order decoupling point* (CODP); vii) modularização; viii) Relação entre os conceitos de customização em massa, modularização de produtos, postergação e CODP; ix) interações entre modularização de produtos, sistema de atividades e customização em massa; e x) considerações finais em que se apresenta a consolidação do framework conceitual que pauta o desenvolvimento da tese.

2.1 Vantagem competitiva

Um dos objetivos fundamentais de estratégia empresarial está no estudo da heterogeneidade das empresas, em suas origens, componentes e nas métricas do desempenho (ANNING-DORSON, 2018; BESANKO et al., 2006; GHEMAWAT, 2002). Às empresas com desempenho superior, atribui-se a existência de uma vantagem competitiva, isto é, uma capacidade de criação de valor acima da média de seus concorrentes (PETERAF; BARNEY, 2003; PORTER, 1985). Vantagem competitiva é um construto latente e precedente lógico do desempenho superior (UDRIYAH et al., 2019; POWELL, 2001), motivo pelo qual os estudos empíricos baseiam-se na observação de variáveis do desempenho para medir a competitividade das empresas (VASCONCELOS; BRITO, 2004; WIGGINS; RUEFLI, 2002). No entanto, a questão mais importante é saber quais aspectos e variáveis de desempenho revelam o valor criado pela empresa e podem refletir com fidelidade a sua posição competitiva, isto é, como atribuir vantagem competitiva a uma empresa pelo estudo do seu desempenho.

O debate teórico sobre vantagem competitiva não oferece uma definição claramente operacionalizável ou completa (BARNEY, 1991; TEECE; PISANO; SHUEN, 1997; PORTER, 1985). A ancoragem em modelos de observação de variáveis de retorno simplifica o conceito de desempenho e despreza os demais efeitos da criação de valor. Por outro lado, a operacionalização do desempenho por variáveis aleatórias leva a resultados diferentes e a uma grande variância nas conclusões, limitando a capacidade de acúmulo de conhecimento (BOYD; GOVE; HITT, 2005). Portanto, é necessário relacionar as medidas de desempenho com a abordagem teórica e o conceito de vantagem competitiva.

Empresas que criam valor acima da média de sua indústria devem apresentar resultados superiores. No entanto, o desempenho organizacional pode ser afetado em várias formas e

dimensões (COMBS; CROOK; SHOOK, 2005; RICHARD et al., 2009). A análise do desempenho deve refletir os direcionamentos gerenciais derivados da capacidade de o gestor fazer escolhas sob processos de fricção e incerteza no seu contexto social (RUMELT; SCHENDEL; TEECE, 1991). E a investigação dos resultados deve compreender os vários aspectos afetados pelas decisões estratégicas e revelar os resultados da gestão empresarial.

A definição relevante para o construto de vantagem competitiva é inicialmente oferecida por Brandenburger e Stuart (1996), como o intervalo de valor criado entre as fronteiras da disposição a pagar pelo cliente e o custo de oportunidade dos fornecedores. Esse entendimento, posteriormente aprofundado por outros autores, implica que a aferição de vantagem competitiva dependerá do contexto de inserção da empresa e das suas relações na cadeia vertical (ADEGBESAN, 2009; ADNER; ZEMSKY, 2006; NIKMAH et al., 2021). Em função das interações com fornecedores e clientes, a empresa pode criar mais valor e expandir as fronteiras da disposição a pagar e o custo de oportunidade. Aspectos dinâmicos e sociais influenciam a forma de reconhecimento do valor criado por parte dos atores envolvidos (BLYLER; COFF, 2003).

Poucos são os estudos que abordam a interação entre vantagem competitiva e desempenho econômico-financeiro diretamente, pois boa parte foca no estudo de variáveis explicativas, considerando que a relação entre os construtos é inequívoca (CHAN; SHAFFER; SNAPE, 2004; DREYER; GRØ-NHAUG, 2004; HILLMAN; KEIM, 2001; MORROW JR. et al., 2007; POWELL, 1992; YEOH; ROTH, 1999). No entanto, a relação causal entre os construtos revela que vantagem competitiva é condição insuficiente para o desempenho, tendo em vista que é possível verificar desempenho superior sem que a empresa apresente vantagem competitiva (FAINSHMIDT et al., 2018; POWELL, 2001; TANG; LIOU, 2010).

Na relação com o desempenho financeiro, vantagem competitiva pode não resultar em lucratividade, a depender da capacidade de apropriação de valor por parte da empresa (COFF, 1999; CROOK et al., 2008). No entanto, muitas das afirmações e análises sobre a relação entre vantagem competitiva e desempenho restringem-se à observação dos efeitos sobre a lucratividade.

Conforme discutido, empresas que criam valor acima da média de suas indústrias podem explorar a diferença entre o preço e a máxima disposição a pagar, o excedente do cliente, em diferentes formas. Consequentemente, os resultados diretos da vantagem competitiva no desempenho financeiro são os seguintes: i) lucratividade superior e manutenção da participação de mercado; ii) lucratividade média e crescimento da participação de mercado; ou iii) lucratividade superior e crescimento da participação de mercado. Com isso, é possível inferir

que a empresa que cria valor acima da média de sua indústria pode apresentar um desempenho combinado superior, perfazendo uma fronteira eficiente abaixo da qual todas as demais empresas estariam (DEVINNEY; JOHNSON; YIP, 2010). A combinação dessas variáveis mostra os diferentes resultados das estratégias empresariais, diferenciando o sucesso do insucesso e ressaltando o foco adotado pelas empresas, seja em resultados de lucratividade ou em crescimento (DAVIDSSON; FITZSIMMONS; STEFFENS, 2009).

2.2 Criação e Apropriação de valor

Druker (1973) define a finalidade de um negócio como sendo a criação de valor para o cliente. Isso pode ser feito pela criação e entrega de valor econômico. Segundo Besanko et al. (2006), essa percepção de valor econômico gerado é fundamental para a formação da estratégia do negócio, visto que, para se tornarem mais competitivas no mercado, as organizações devem ampliar seus resultados econômico-financeiros. Assim, pode-se entender que o benefício visto pelo consumidor em determinado produto representa a quantia máxima que esse está disposto a pagar pelo mesmo. Dessa forma, a diferença entre o valor percebido pelo cliente e os custos associados à confecção do bem gera lucro para a organização.

Diversos autores relacionam a geração de valor à inovação. Segundo Drucker (1973), as empresas dependem de inovação baseada no conhecimento. O problema é que as inovações baseadas no conhecimento quase nunca são realizadas com base em um fator, mas na convergência de vários tipos diferentes de conhecimento.

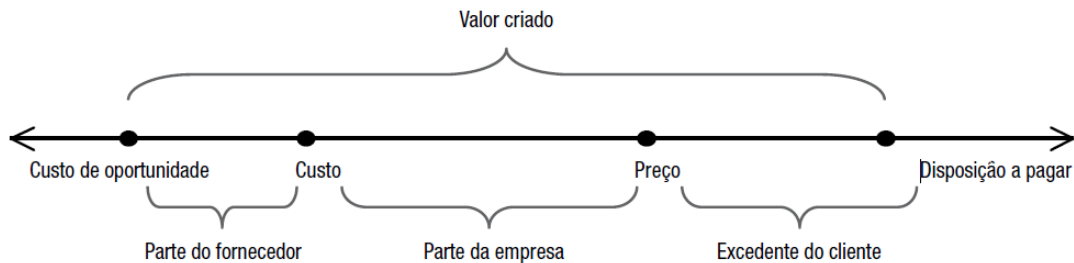
Ryall (2013) afirma que, apesar de não poder atestar o mérito científico da alegação de Drucker (1973), considera que seja uma descrição notavelmente precisa do campo da estratégia. No início, a estratégia parecia um assunto solto. Em 1979, no entanto, o modelo das cinco forças de Porter mudou o campo para sempre. Ele conseguiu sintetizar as implicações práticas de investigação econômica sobre organizações industriais dos anos 1960 e 1970.

Outro conceito seminal, embora não tão popular entre os praticantes como Porter, veio em 1996, quando Brandenburger e Stuart (1996) apresentaram a proposta de "estratégia de negócios baseada no valor". Esse trabalho gerou um extenso corpo de literatura sobre estratégia por economistas matemáticos.

Segundo Brandenburger e Stuart (1996), o valor agregado por uma parte da cadeia é igual ao valor total gerado pela cadeia menos o valor gerado por todas as partes exceto a parte analisada. Segundo eles, ter um valor agregado positivo é necessário, mas não suficiente, para capturar o valor.

Valor criado não é necessariamente valor apropriado. Enquanto o custo de oportunidade e disposição a pagar definem o valor criado, preço e custo definem o valor apropriado (Figura 1).

Figura 1: Criação de valor *versus* captura de valor



Fonte: adaptado de Brandenburger e Stuart (1996).

A parte apropriada pela empresa é materializada em lucro, a manifestação mais direta da criação de valor. Porém, para além desses limites, há outras implicações da criação de valor (LEPAK; SMITH; TAYLOR, 2007). Na interação com clientes, a diferença entre a disposição a pagar e o preço define o chamado excedente do cliente, isto é, o valor capturado pelo cliente (FRENNEA; HAN; MITTAL, 2019; BOWMAN; AMBROSINI, 2000; PRIEM, 2007). Ao gerar maior excedente para seus clientes, a empresa poderá explorar a assimetria entre seus produtos e a média do mercado, cobrando um prêmio de preço (NEWBERT, 2008). Essa política resultará em margens mais altas, como uma estratégia de apropriação de valor, desde que a negociação com fornecedores não sacrifique o custo de oportunidade da empresa (CORSARO, 2019; CROOK et al., 2008). Por outro lado, a empresa com vantagem competitiva pode escolher manter a paridade de preços com seus concorrentes, obtendo a preferência dos compradores e expandindo sua participação no mercado (CHATAIN, 2011; PRIEM, 2007). Assim, o excedente do cliente pode ser ou não apropriado pela empresa, como lucro, mas, de qualquer forma, é relevante para o desempenho dela.

Do outro lado da cadeia de valor, no processo de barganha com parceiros, são definidos os valores apropriados por fornecedores, colaboradores, gestores, entre outros (ADEGBESAN, 2009; COFF, 1999; LIPPMAN; RUMELT, 2003). Virtualmente, cada participante é capaz de se apropriar de todo o valor contribuído no processo. No entanto, a diferença de contexto entre os atores influenciará a percepção de valor e a habilidade de negociação de cada participante (ADEGBESAN, 2009; LIPPMAN; RUMELT, 2003). A apropriação de valor é norteadada pela relação de oferta e procura, mas também por interesses na construção e manutenção de parcerias e alianças, importantes fatores do desempenho operacional da empresa, refletindo em inovação e qualidade que podem também trazer impactos para a disposição a pagar (DOMINGOS;

CABRAL; DUARTE, 2020; COFF, 2010). Os efeitos da vantagem competitiva sobre o desempenho organizacional dependerão de aspectos e decisões da gestão estratégica, contemplando momentos de criação e outros de monetização do valor criado (COFF, 2010). Além de se manifestar em lucratividade, a vantagem competitiva pode afetar a participação de mercado e o desempenho operacional da empresa, em diferentes momentos e situações. Nesse ponto, é fundamental a atuação do gestor, que tem que buscar a maximização dos resultados e, ao mesmo tempo, ajustar a função utilidade dos parceiros envolvidos na partilha de valor (HARRISON; BOSSE; PHILLIPS, 2010).

A captura de valor, por sua vez, tem relação direta com a barganha entre os *players* da cadeia. A diferença entre o que o comprador está disposto a pagar e o preço, de fato, da mercadoria, é a parte do valor capturada por ele. Já o valor apropriado pela empresa é o preço cobrado pelo produto/serviço menos o custo de aquisição dos recursos com os fornecedores. Por fim, o valor capturado pelo fornecedor, definido pela diferença entre este custo de aquisição e o custo de oportunidade do fornecedor (BRANDENBURGER; STUART, 1996).

Este modelo, obviamente, é uma simplificação da realidade. Geralmente, existem vários participantes em cada estágio da cadeia e, possivelmente, mais estágios na cadeia até o consumidor final. Assim, além da barganha entre as partes, o aumento de participação nos estágios da cadeia pode ser uma abordagem possível para ampliar a captura de valor de uma determinada empresa.

Dentro deste contexto, parece ser possível afirmar que a geração de valor pode criar vantagem competitiva. No entanto, a concretização desta vantagem tende a ser maior quanto maior for o valor apropriado, de fato, pela organização. Assim, o debate estratégico, em busca da vantagem competitiva, pode ser pautado, inicialmente, mais no sentido da apropriação de valor do que da geração de valor.

2.3 Cadeia de Valor e Rede de Valor de Operações

Inicialmente, busca-se a definição de Porter (1980) acerca do que seja valor. Para o autor, valor é o montante que os compradores estão dispostos a pagar por aquilo que uma empresa lhes oferece. O valor não é medido pelo custo final, mas sim pela receita total, resultante do preço que a empresa estabelece para o seu produto em função do mercado e do número de unidades que ela pode vender.

Assim, para quem adquire um determinado bem ou serviço, o valor agregado diz respeito à sua percepção de utilidade em relação ao preço pago. Para o consumidor, o valor de

um produto adquirido será tanto maior quanto mais benefícios forem percebidos em relação ao preço pago. Este valor é denominado de 'valor agregado'. Já do ponto de vista de quem produz e vende um determinado bem ou serviço, o valor está relacionado à geração de lucro – a diferença entre o seu preço de venda e os custos de produção, venda e distribuição. Ou seja, para quem vende um determinado bem ou serviço, o valor do produto será tanto maior quanto maior for a possibilidade de apropriação de riqueza decorrente da circulação desse produto ao longo de uma cadeia. Este valor é denominado de 'valor apropriado' (PRASETYOA; DZAKIB, 2020; CSILLAG, 1991).

Portanto, agregar valor a um bem ou serviço significa efetuar uma ou mais atividades de transformação física ou qualitativa em um produto a um custo que permita ao produtor ofertá-lo a um preço que seja percebido pelo consumidor como vantajoso em relação ao benefício associado. Ao mesmo tempo, o preço de venda praticado deve cobrir de forma economicamente atraente os investimentos feitos pelo produtor para concebê-lo e fabricá-lo.

Porter (1980) classifica as atividades de valor em duas categorias: i) atividades primárias: logística de suprimento, operações, logística de distribuição, marketing e vendas, assistência técnica; e ii) atividades de apoio: infraestrutura de empresa, gerenciamento de recursos humanos, desenvolvimento de tecnologia, aquisição de insumos e serviços.

As atividades podem ser representadas através de uma cadeia genérica de valor. A Figura 2 apresenta as atividades de Porter (1980) na cadeia genérica de valor:

Figura 2 - Cadeia Genérica de Valor



Fonte: Porter (1980).

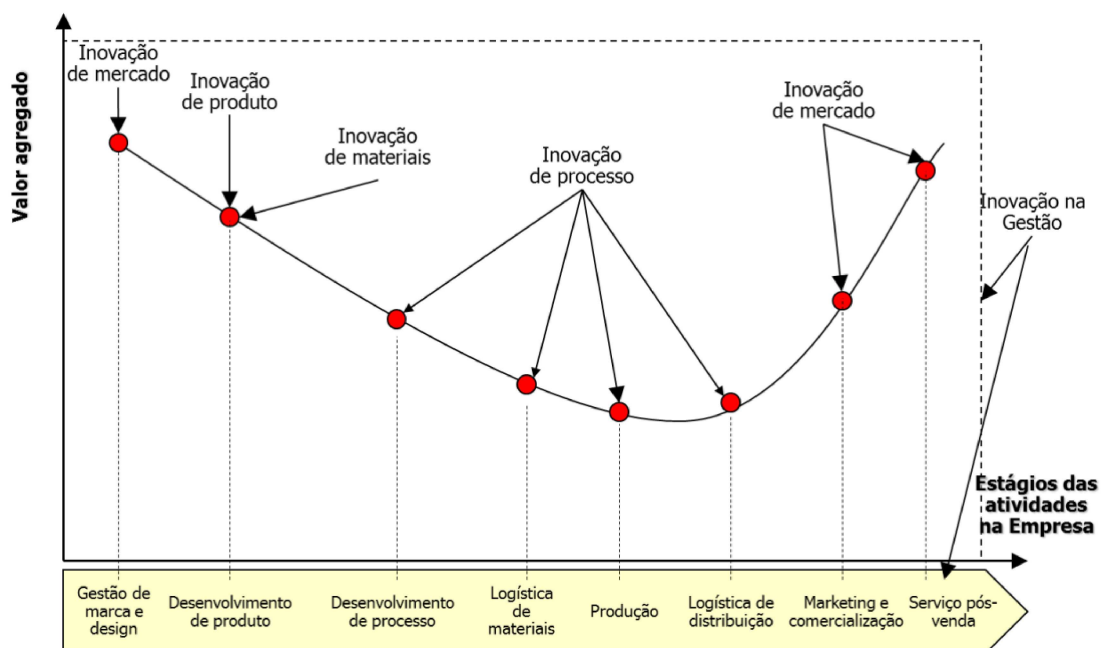
As atividades executadas em uma cadeia de valor não são independentes entre si, pois constituem um sistema de atividades interdependentes. Essas atividades podem ser

desenvolvidas por várias empresas ao longo da cadeia segundo diversas lógicas de associação: alianças, parcerias, subcontratações, licenciamento de marca, relações comerciais tradicionais, etc. Essas atividades tanto agregam valor (ponto de vista do consumidor) como apropriam valor (ponto de vista do fornecedor). O conceito de cadeia de valor, consolidado e popularizado por Porter (1996), estabeleceu o relacionamento lógico e sequenciado das atividades de geração de valor desde o desenvolvimento de um produto até a sua entrega ao cliente final.

A partir do entendimento da importância da inovação na competitividade das organizações, a discussão passa a ser como fazer isso. Isso porque, modelos sistematizados tendem a aumentar os ganhos de quem investe em inovação (STRAKOVÁ et al., 2020; GIBSON; SKARZNSKI, 2008). Os autores trazem à tona a importância dos modelos e métodos formais para avaliação de ideias e oportunidades.

Neste sentido, uma proposição que parece conjugar os conceitos de estratégia competitiva disseminados por Porter (1996) e o tema da inovação é o modelo da Curva da Riqueza proposto por Antunes et al. (2007). Neste modelo, apresentado na Figura 3, os autores propõem a compreensão da relação entre as atividades da cadeia de valor sugerida por Porter (1996) e os conceitos de inovação apresentados por Schumpeter (1976), tendo como foco a agregação de valor pela organização.

Figura 3 - Curva da Riqueza



Fonte: Adaptado de Antunes et al. (2007).

O modelo dialoga com as ideias de agregação de valor a partir de um sistema de atividade proposto por Porter (1987): atividades primárias (logística interna e externa, operações, marketing, vendas e serviços) e atividades secundárias (infraestrutura, recursos humanos, tecnologia e aquisições). No modelo, estas atividades foram definidas como: gestão da marca e design, desenvolvimento de produto, desenvolvimento de processo, logística de materiais, produção, logística de distribuição, marketing, comercialização e serviço pós-venda.

Corroborando com a visão de que o ‘como’ é um ponto central no debate atual sobre inovação, Antunes et al. (2007) defendem o entendimento do valor agregado pelos diferentes tipos de inovação para orientar o sistema de gestão da empresa. Segundo os autores, os ganhos ocorrem de maneira crescente a partir das inovações de processos, inovações de produtos e materiais e no grau mais elevado estão as inovações de mercado:

- Inovações de processos: desenvolvimento de processos, logística de materiais, produção e logística de distribuição;
- Inovações de produtos e materiais: desenvolvimento do produto e insumos;
- Inovações de mercado: gestão da marca e design, marketing, comercialização e serviços de pós-venda.

Destaca-se que o modelo da Curva da Riqueza (ANTUNES et al., 2007) define os tipos de inovação, em linhas gerais, no mesmo sentido de Schumpeter (1976). Além disso, a proposição dos autores não trata especificamente de um método, porém, traz diversas contribuições para o debate da inovação, tais como:

- Relacionar os conceitos de cadeia de valor (PORTER, 1996) com os conceitos de inovação originalmente propostos por Schumpeter (1976);
- Acrescentar ao debate as questões referentes à agregação de valor ao longo das diferentes atividades da cadeia.

Por outro lado, mesmo com todas as contribuições deste modelo, parece existir espaço para ampliar a discussão e analisar o impacto dos diferentes tipos de inovação na competitividade das organizações. Isso possibilita compreender não apenas a geração de valor, mas também a apropriação de valor. Isto significa analisar amplamente como a relação entre o sistema de atividades e cada tipo de inovação pode influenciar nas variáveis que influenciam na vantagem competitiva.

2.4 Customização em Massa (CM)

O termo Customização em Massa (CM) foi cunhado por Davis (1987) no livro *Futuro Perfeito*. Porém, a difusão de seu conceito no meio empresarial somente ganhou maior impulso com a publicação do livro *Customização em Massa: a nova fronteira de negócios* (PINE II, 1993). Feitzinger e Lee (1997) definem a CM como a produção em massa de bens e serviços que atendam aos anseios específicos de cada cliente, individualmente, a custos semelhantes aos dos produtos não customizados. Dessa forma, a CM permite oferecer produtos únicos a baixo custo, com prazo de entrega relativamente curto, num ambiente de produção em alto volume (JOST; SÜSSER, 2020; DAVIS, 1987; PINE II, 1993; PILLER; MULLER, 2004).

Apesar de a CM ser apontada como uma competência de difícil obtenção, empresas líderes nos mais variados setores têm procurado dedicar esforços e recursos para atender à demanda por produtos customizáveis, uma vez que o mercado pode se tornar cada vez menos atraente à oferta de produtos manufaturados padronizados cuja lucratividade revela uma tendência decrescente (PINE II, 1993). Já o mercado de produtos customizados, conforme pedidos de clientes, pode oferecer um retorno econômico-financeiro maior às empresas que desenvolverem a capacidade de produzir exatamente o que os clientes desejam e entregar num prazo que estes estejam dispostos a esperar, a custos operacionais competitivos (ZHANG et al., 2019; HOLWEG; PIL, 2001).

Com o objetivo de propor caminhos alternativos que uma empresa possa seguir para atingir a CM, Pine (1994) identificou cinco estratégias básicas, não excludentes, a saber:

- Customizar serviços em torno de produtos e serviços padronizados: esforços das áreas de *marketing* e distribuição no sentido agregar valor para os clientes, por meio da diferenciação dos serviços de comercialização e entrega;
- Criar serviços e produtos customizáveis: significa projetar e comercializar produtos e serviços que possam ser customizados pelo cliente após a aquisição;
- Prover pontos de entrega de customização: significa personalizar o produto no ponto de venda;
- Fornecer respostas rápidas por toda a cadeia de valor: denota reduzir os tempos de toda a cadeia de valor, por meio da maior interação da mesma;
- Modularizar produtos para customizar produtos finais e serviços: consiste na concepção de componentes, subsistemas e produtos modulares que possam ser configurados dentro de uma larga variedade de produtos finais e serviços. Neste caso, por meio de diferentes combinações de módulos padronizados, consegue-se disponibilizar um leque finito, mas muito grande de opções para o mercado.

Lambel e Mintzberg (1996) propuseram cinco abordagens de customização de acordo com a etapa da operação em que os consumidores podem definir a especificação dos produtos (Figura 4):

- **Padronização pura:** significa nenhuma customização. A empresa entrega os produtos para o mercado e os clientes compram o que é oferecido;
- **Padronização segmentada:** é um degrau acima em termos de flexibilidade, mas, ainda assim, o cliente não tem influência direta sobre o produto final, precisando escolher entre as opções que o fornecedor decide oferecer. A única influência do cliente neste processo é na distribuição;
- **Padronização customizada:** é a primeira abordagem em que o cliente pode influenciar no produto final, escolhendo entre componentes padronizados. A produção permanece padronizada até a fase de montagem, quando as especificações dos clientes são atendidas;
- **Customização adaptada:** ocorre quando um cliente tem a capacidade de alterar as especificações de um protótipo do produto, em certa medida, durante a fase de fabricação;
- **Customização pura:** acontece quando o cliente pode interferir na fase de concepção do produto, podendo mudar todos os aspectos dele.

Figura 4 - Abordagens para customização

Padronização Pura	Padronização Segmentada	Padronização Customizada	Customização adaptada	Customização pura
Desenvolvimento	Desenvolvimento	Desenvolvimento	Desenvolvimento	Desenvolvimento
Fabricação	Fabricação	Fabricação	Fabricação	Fabricação
Montagem	Montagem	Montagem	Montagem	Montagem
Distribuição	Distribuição	Distribuição	Distribuição	Distribuição

Padronização Customização

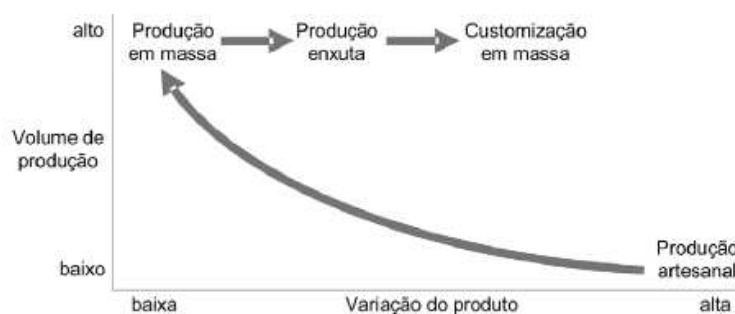
Fonte: Adaptado de Lampbel e Mintzberg (1996).

De toda forma, os estudos apontam dois direcionadores para a CM: i) práticas de fabricação com base no tempo (TU et al., 2004); e ii) postergação (ZINN, 1990; FEITZINGER; LEE, 1997; VAN HOEK, 2001). As práticas de fabricação baseadas em tempo são derivadas do Sistema Toyota de Produção (OHNO, 1997; SHINGO, 1996; MONDEN, 1983). Já a postergação consiste em diferenciar um produto no último ponto possível na rede de abastecimento (FEITZINGER; LEE, 1997). Este ponto é chamado de ponto de desacoplamento de pedido do cliente, uma vez que define o ponto onde o processo está migrando da produção

em massa para produção personalizada (VAN HOEK, 2001). De acordo com Zinn (1990), existem quatro tipos de postergações possíveis, a saber: i) rotulagem; ii) embalagem; iii) montagem; e iv) fabricação. Existe uma relação estreita entre estes tipos propostos por Zinn (1990) e do intervalo de estratégias entre padronização e customização propostas por Lampel e Mintzberg (1996). Os dois primeiros tipos de adiamento estão relacionados com a estratégia de padronização segmentada, o terceiro está relacionado com a estratégia de padronização customizada e o último, a estratégia de customização adaptada.

Assim, a CM pode ser entendida como uma evolução natural dos processos de negócios e dos padrões tradicionais de organização em direção a um aumento significativo da flexibilidade e agilidade da empresa, mantendo-se a competência de produzir com qualidade e a custos competitivos (QI, 2020; LAU, 1995; SAHIN, 2000). A Figura 5 sugere que o tradicional Sistema de Produção em Massa (SPM) alavancou a transição da produção de produtos manufaturados, da escala de produção artesanal para a escala do mercado de consumo em massa às custas de uma drástica limitação da variedade de produtos a ser ofertada (padronização) e que, posteriormente, a Produção Enxuta (PE) possibilitou o atendimento da demanda por um *mix* ampliado de produtos desenvolvendo a flexibilidade de processos. Neste contexto, a emergência da CM pode ser entendida como uma extensão desta tendência iniciada pela PE de procurar oferecer produtos que possam satisfazer necessidades mais específicas dos consumidores.

Figura 5 - Evolução dos paradigmas de produção da PM à CM



Fonte: Adaptado de Vigna e Mikake (2010).

Um dos fatores imprescindíveis à obtenção da CM é a existência de um meio de interação entre a organização e o cliente que possibilite produzir e entregar um produto tal como cada cliente deseja receber. A busca da efetiva implementação da CM induz à adoção do modelo de atendimento ao mercado *Build-to-Order* (BTO) (QI, 2020; SVENSSON; BARFORD, 2002; KOCHAN, 2003; ANDERSON, 2004; GUNASEKARAN; NGAI, 2005). Caso uma

organização decida oferecer a possibilidade de customização do produto, mas continue a produzir para estoque (*Make to Stock* – MTS) a partir de previsões de demanda, ela teria de manter um enorme estoque de produtos acabados para dar cobertura a uma miríade de configurações de produto que os clientes poderão encomendar, e isso tornaria a obtenção da CM inviável. Por esta razão, muitas empresas têm procurado viabilizar o modelo de atendimento ao mercado BTO agilizando a transferência do pedido do cliente à produção e tornando seus processos capazes de reagir mais rapidamente para facilitar a busca da CM (HOLWEG; PIL, 2001).

Franke, Keinz e Steger (2010) testaram experimentalmente a percepção de valor gerado para os clientes utilizando o produto jornal como objeto de estudo. Para isto, eles identificaram as preferências de leitura de uma amostra de consumidores e depois ofereceram a eles três diferentes produtos: i) um jornal padrão, produzido com o conteúdo tradicional; ii) um jornal produzido para um determinado segmento; e iii) um jornal personalizado, com seu conteúdo definido pelas respostas individuais. As conclusões são claras: a CM supera de longe as estratégias mais tradicionais de segmentação e marketing de massa. Enquanto os clientes aceitam pagar 2% a mais pelo jornal do segmento em relação ao padrão, eles aceitam um preço 14% maior do customizado em relação ao padrão e 12% maior em relação ao segmentado.

Além disso, acredita-se que a CM está associada com aumento da performance da planta (TRENTIN et al., 2019; WESTBROOK; WILLIAMSON, 1993; KOTHA, 2000; LAU, 1995; BERMAN, 2002; SVENSSON; BARFOD, 2002). Apesar da crença, a literatura carece de uma base teórica para este relacionamento, existindo pouca evidência empírica apoiando esta relação. Especificamente, as relações sistemáticas da CM com o desempenho interno e externo empresa não foram examinadas de forma explícita.

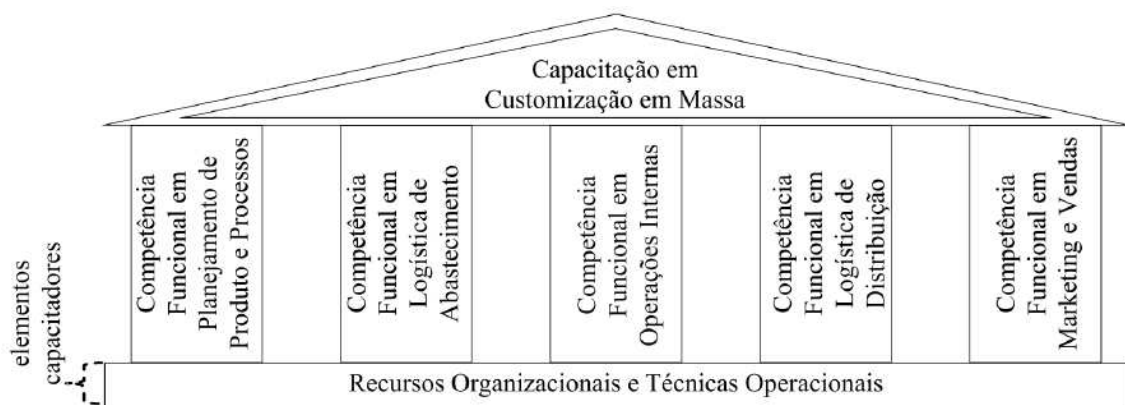
Segundo Svensson e Barford (2002), a capacitação em CM requer excelência de desempenho nas áreas funcionais de todas as operações envolvidas. Mais especificamente, Vigna e Miyake (2006) sugerem que a capacitação pode ser obtida pelo desenvolvimento de competências funcionais em cinco áreas consideradas críticas para a CM, quais sejam:

- Planejamento do produto e processo: que precisa desenvolver produtos que atendam às necessidades do cliente e não comprometam a eficiência dos processos operacionais;
- Logística de abastecimento: que atua no relacionamento da organização com seus fornecedores e abrange as operações da logística de abastecimento;
- Operações internas: que abrangem as operações do sistema de produção, bem como as operações de logística interna;

- Logística de distribuição: que abrange as operações da logística de distribuição do produto, da expedição à entrega ao cliente;
- Marketing e vendas: que abrangem os diferentes canais de promoção bem como as operações de captura de pedidos.

Na pesquisa realizada por Liu, Shah e Schoreder (2010) os resultados indicam que a integração funcional tem um impacto positivo significativo sobre a CM e desempenho operacional. A CM explica parcialmente o impacto da integração funcional no desempenho operacional. Os resultados também indicam que o impacto da CM na satisfação do cliente não é direto. Em vez disso, a relação é inteiramente mediada pelo desempenho operacional. A Figura 6 ilustra o relacionamento entre recursos organizacionais e técnicas operacionais e a formação de competências funcionais nestas cinco áreas para sustentar a capacitação em CM.

Figura 6 - Fundamentos e pilares para a sustentação da CM



Fonte: adaptado de Vigna e Miyake (2009).

Portanto, CM significa que as fábricas são capazes de personalizar produtos em grande escala e em alta velocidade, bem como custos mais baixos. Obter esta capacitação demanda um esforço conjunto de toda a organização como gerenciamento da demanda dos clientes, logística, produção e até mesmo o sistema de informação que apoie a gestão da informação. No entanto, Qi et al. (2020) e Pollard, Chuo e Lee (2008) afirmam que o desenvolvimento modular do produto tende a facilitar sobremaneira a obtenção da CM. Além disso, Pine (1994) e Berman (2002) consideram a modularização de produto a melhor estratégia para reduzir os custos e otimizar a customização individual.

2.5 Postergação

Segundo Van Hoek (2001), postergação significa atrasar atividades da cadeia de suprimentos até que os pedidos dos clientes sejam recebidos com a especificação das

customizações desejadas. De acordo com esta definição, as empresas podem postergar a distribuição, embalagem, montagem, produção ou até mesmo a compra até o momento em que recebem o pedido exato dos clientes.

Pratavia et al. (2020) afirmam que o principal objetivo das organizações na postergação é, geralmente, reduzir os custos de distribuição. Usualmente, são mencionados três tipos de estratégias de postergação em cadeias de suprimentos:

- Postergação de tempo: atrasar o avanço dos produtos até que os pedidos dos clientes sejam recebidos;
- Postergação de localização: armazenagem de mercadorias em locais centrais no canal até que os pedidos dos clientes sejam recebidos;
- Postergação de forma: atrasar a finalização do produto até que os pedidos dos clientes sejam recebidos.

Em termos de classificação das estratégias de postergação, Yang e Burns (2003) seguem uma abordagem diferente que se baseia na Lampel e Mintzberg (1996). O ponto em que as estratégias de especulação e de adiamento são separadas na cadeia de abastecimento é usado para nomear a estratégia de postergação. Do início da cadeia para o fim da mesma, os tipos de postergação são: postergação de compras, de fabricação, de montagem, de embalagem (rotulagem), de logística. Esta classificação também dá uma ideia para a relação entre o ponto de desacoplamento de pedido do cliente (CODP) e a postergação (Yang et al., 2003).

Segundo a pesquisa realizada por Van Hoek (2000), as empresas tendem a implantar a postergação para obter um aumento da performance tanto de eficiência quanto de nível de resposta operacional. As empresas elencam como fatores que levam à postergação: i) aumentar a confiabilidade de entrega; ii) melhoria da velocidade de entrega; iii) melhorar o giro de estoques; iv) reduzir o custo logístico; v) reduzir o risco de obsolescência; e vi) melhorar a customização dos produtos.

Ferreira, Toledo e Rodrigues (2020) e Davila et al. (2007) apresentam estudos de simulação da postergação que mostram uma diminuição nos níveis de inventário e dos tempos de atravessamento. Já Nair (2005) mostra melhorias na produtividade de ativos, no desempenho de entrega e na flexibilidade da cadeia de valor. Já Skipworth e Harrison (2004) afirmam que a postergação não melhora o desempenho de confiabilidade de entrega. O Quadro 2 compara operações tradicionais com operações com abordagem de postergação.

Quadro 2: Comparação entre operações tradicionais e com postergação

Característica	Operações tradicionais	Operações com postergação
Incertezas	Operações limitadas; incerteza sobre mix e volume dos pedidos	Reduz o risco de variedade de volume e mix, postergando a finalização dos produtos
Volume	Volume de produção com grande economia de escala	Produz lotes unitários
Variedade	Risco de obsolescência	Customizado, exigindo flexibilidade
Lead Time	Grande tempo de resposta	Resposta precisa, realizando as atividades dentro do prazo do pedido
Abordagem da cadeia de suprimentos	Variedades limitadas para obter ganhos de eficiência	Redução de complexidade nas operações, com possibilidade de adicionar flexibilidade e custos de transporte

Fonte: Adaptado de Van Hoek (2001).

Como exemplo, Van Hoek (2001) afirma que grandes volumes são importantes para a eficiência na Volkswagen, mas seus clientes sofrem com longos prazos de entrega e serviço de má qualidade por causa disso. Quanto maior for a variedade de produtos em Volkswagen, maior o risco de obsolescência. Por outro lado, a MCC (uma empresa DaimlerChrysler) fornece carros customizados que são montados um a um, embora os módulos sejam produzidos em lotes maiores. O risco associado com o estoque e variedade é reduzido, armazenando apenas os módulos genéricos. Em comparação com os clientes da Volkswagen, os clientes da MCC conseguem tempos de espera menores.

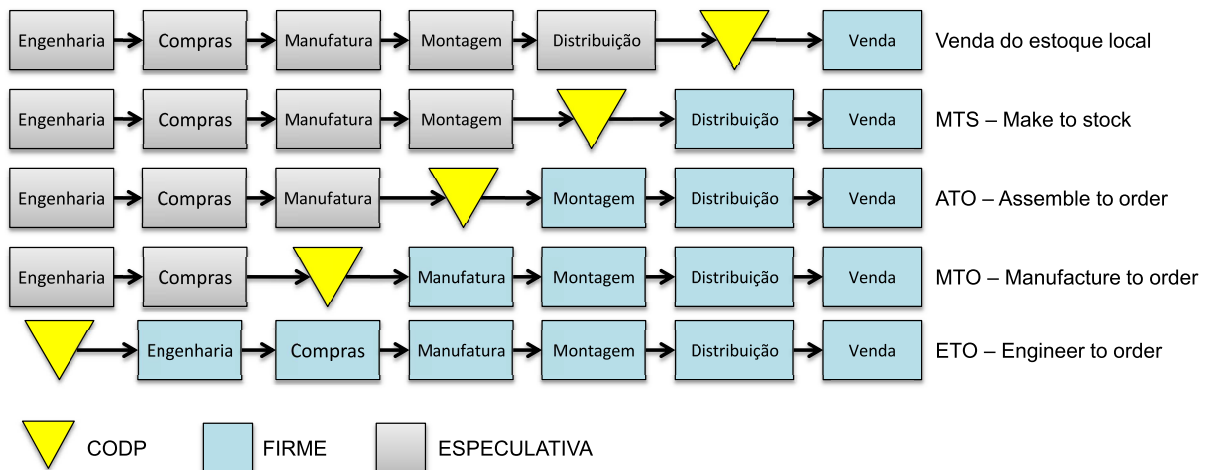
2.6 *Customer Order Decoupling Point (CODP)*

O ambiente de mercado instável acentua a importância da competição baseada no tempo e personalização. A concorrência baseada em tempo salienta a importância da gestão de operações, fluxo de produção e *buffers* de posicionamento (Wikner; Rudberg, 2005). Além disso, proporcionar os componentes originais em um tempo muito curto é essencial para o sucesso da estratégia de customização. No intuito de responder às exigências de tempo, algumas das atividades devem ser realizadas antes de receber pedidos de clientes. As solicitações do mercado relacionadas com a customização dos pedidos devem ser colocadas a jusante e realizadas após o recebimento da ordem. Este ponto de separação é denominado ponto de desacoplamento de pedido do cliente (CODP).

O CODP é definido por Olhager (2003) como o ponto em que o produto está ligado a um pedido do cliente específico na cadeia de valor de produção. Ele observa que as diferentes posições do CODP especificam os diferentes modelos de atendimento ao mercado, como

produção contra projeto (ETO), produção sob encomenda (MTO), montagem contra pedido (ATO) e produção para estoque (MTS). Rudberg e Wikner (2004) também enfatizam a relação entre a posição do CODP e os modelos de atendimento ao mercado. A Figura 7 ilustra este conceito.

Figura 7 - Relação entre o CODP e os modelos de atendimento ao mercado



Fonte: adaptado de Rudberg e Wikner (2004).

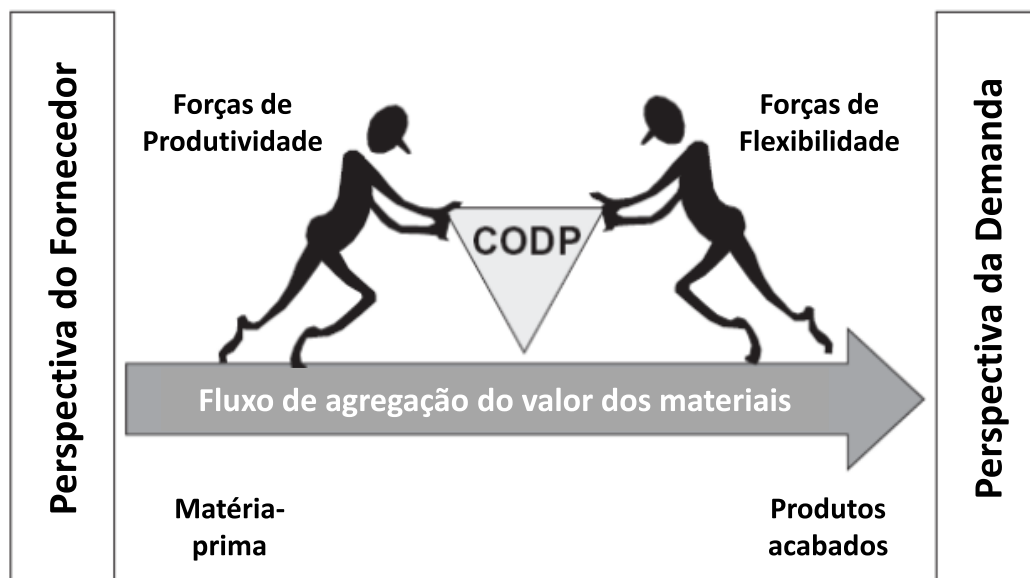
Rudberg e Wikner (2004) definem o CODP como o ponto que separa decisões realizadas em ambiente de certeza e de incerteza com relação à demanda do consumidor. A diferença entre a definição de Olhager (2003) e a definição de Rudberg e Wikner (2004) é que, enquanto Olhager está enfatizando o lugar em que o pedido e a ordem do produto específico se encontram, Rudberg e Wikner (2004) o identificam como o ponto em que as atividades realizadas com base especulativa se cruzam com as operações realizadas com comprometimento.

Guo et al. (2020) afirmam que, independentemente da definição utilizada, o conceito de CODP é encontrado na relação entre o tempo de atravessamento da produção (P) e o tempo de entrega aceito pelo cliente (D), conforme sugerido seminalmente por Shingo (1996). Esta relação é importante, tendo em vista que expressa as atividades de planejamento e de produção necessárias que devem ser baseadas em especulação. Wikner e Rudberg (2005) propõem a seguinte estratégia de atendimento ao mercado de acordo com a relação entre P e D:

- $P/D \gg 1 \rightarrow$ MTS;
- $P/D > 1 \rightarrow$ ATO;
- $P/D = 1 \rightarrow$ MTO;
- $P/D < 1 \rightarrow$ ETO,

Rudberg e Wikner (2004) afirmam que a posição do CODP depende do equilíbrio de duas forças antagônicas: produtividade e flexibilidade. Quando o custo é a principal prioridade competitiva, força produtividade empurra a posição do CODP para mais próximo do cliente. Por outro lado, quando os requisitos de flexibilidade e de clientes específicos são o foco, as forças de flexibilidade empurram a posição de CODP para o início da cadeia. Este argumento é ilustrado na Figura 8.

Figura 8 - Trade-off produtividade-flexibilidade e o posicionamento do CODP



Fonte: adaptado de Rudberg e Wikner (2004).

Wang e Hu (2020) afirmam que qualquer mudança na DPOC precisa ser estrategicamente motivada, como reforço de uma determinada prioridade competitiva. Ele apresenta duas forças motrizes para mover o CODP para próximo do mercado: reduzir o tempo de espera de entrega aos clientes e aumentar a eficiência de fabricação. Ele também indica que o aumento do conhecimento dos conteúdos dos pedidos dos clientes no momento de produção é a principal força para mover CODP para o início da cadeia. Assim, o autor resume as vantagens competitivas, razões e efeitos negativos da mudança do CODP, conforme o Quadro 3:

Quadro 3: Questões estratégicas, motivos e desvantagens da mudança do CODP

Mover para frente	Vantagem competitiva relacionada	Motivos para decisão	Desvantagens
	Velocidade de entrega	Redução do tempo de entrega para o mercado	Maior dependência da previsão de vendas (risco de obsolescência)

	Cumprimento de prazo	Otimização do processo (melhoria da eficiência)	Redução da customização do produto (para manter níveis de estoque)
	Custo		Aumento do estoque em processo (devido ao aumento de itens previstos)
Mover para trás	Gama de produtos	Aumento do grau de customização dos produtos	Tempos de entrega maiores e redução da confiabilidade de entrega (se os tempos de atravessamento de produção não forem reduzidos)
	Flexibilidade em <i>mix</i> de produtos	Redução da dependência da previsão de vendas	Redução da eficiência da manufatura (devido à redução das possibilidades de otimização dos processos)
	Qualidade	Redução ou eliminação dos estoques em processo Redução do risco de obsolescência de estoques	

Fonte: Adaptado de Olhager (2003).

2.7 Modularização

Dentre as possíveis soluções que viabilizam a CM, encontra-se o processo de modularização de produtos (CHOI et al., 2019; FREDRIKSSON, 2006). Pine et al. (1995), Ulrich (1995) e Ezzat et al. (2019) destacam que o sucesso na prática da CM exige a utilização de produtos modulares com base no projeto de plataformas de produtos. A modularização, portanto, permite a CM a baixo custo e envolve três aspectos: i) projeto modular do produto; ii) projeto de processo modular; e iii) um processo de distribuição oportuno, flexível e barato (FEITZINGER; LEE, 1997). Neste sentido, Duray et al. (2000), a partir de uma revisão da literatura sobre modularidade, concluem que a CM requer modularidade para fornecer produtos exclusivos em uma forma rentável através da obtenção de economias relacionadas com o volume. Isso porque, quando os envolvimento do consumidor na especificação de customização e modularização são congruentes, a CM pode ser concretizada na prática. Em suma, a participação do consumidor provê a customização e a modularização proporciona a base para a escala de produção da CM (EZZAT et al., 2019; FREDRIKSSON, 2006; JIANG; LEE; SEIFERT, 2006; PANDREMENOS et al., 2009; AGRAWAL et al., 2013; CABIGIOSU; ZIRPOLI; CAMUFFO, 2013).

Em seu trabalho seminal sobre o tema, Starr (1965) define a modularização como uma forma de atingir a maior variedade possível através da capacidade produtiva modular ou combinatória, que significa a capacidade de projetar e fabricar partes que possam ser combinadas de diversas maneiras e, além disso, ter capacidade gerencial para fazer isso. Os

sistemas modulares são constituídos de componentes interdependentes dentro de subsistemas chamados de módulos (SIMON, 1962; BALDWIN; CLARK, 1997; SCHILLING, 2000). A interdependência entre módulos significa que as modificações efetuadas dentro de um módulo específico não afetam o resto do sistema (BALDWIN, HENKEL, 2011). Tal interdependência reduz riscos de que alterações no ambiente ocasionem falhas no sistema como um todo e facilita a adaptação, correção ou melhoria do sistema (BALDWIN; HENKEL, 2011).

Assim, pode-se dizer que modularização consiste num método de projeto cujo produto é montado de diferentes formas, a partir de um conjunto de partes constituintes padronizadas. Esse conceito apresenta uma variedade de ramificações não pertencendo apenas a uma área do conhecimento, ou seja, é interdisciplinar (GREMYR; VALTAKOSKI; WITELL, 2019).

Sonego (2013) apresenta os motivos pelos quais a modularidade foi impulsionada, a saber: i) pela demanda de produtos diferenciados; ii) necessidade de redução de custos com a redução de partes; iii) diminuição da geração de resíduos; iv) possibilidade de substituição de peças com defeito durante o processo de produção; v) facilidade de desmontagem das partes no final do ciclo de vida útil do produto; e vi) pela possibilidade de renovação dos produtos pela substituição dos módulos durante o uso ou em produção.

Esse processo possibilita que a empresa maximize o número de componentes padrão para a customização do produto em todas as suas formas, testar os componentes para todas as opções de produto nas fases anteriores do processo de montagem final, e também adiar a adição dos componentes que diferenciam o produto até a última fase do processo (KUBOTA; MIGUEL, 2013), possibilitando o diagnóstico precoce de não qualidade ou de problemas relacionados à produção.

Além disso, com a modularização é possível vislumbrar: i) desenvolvimento mais rápido de produtos; ii) redução do custo de desenvolvimento de novos produtos (STONE; WOOD; CRAWFORD, 2002); iii) utilização dos mesmos módulos em diferentes produtos permitindo aumentar a variedade (HOLTTA; de WECK, 2007); iv) economia de escala; v) economia de custos com estoques e logística; vi) flexibilidade na reutilização de componentes; vii) redução do tempo de montagem e fabricação; viii) fabricação de módulos em paralelo (JOSE; TOLLENARE; 2005); ix) dissociação de tarefas e facilidade de aprimorar, manter, reparar e descartar o produto (BI; ZHANG, 2001); e x) facilidade de introduzir novas tecnologias, permitindo a atualização dos produtos (GERSHENSON; PRASSAD; ZHANG, 2003). Portanto, de forma sintética, pode-se afirmar que a modularização traz uma série de benefícios às organizações que podem ser classificados em três categorias: i) variedade *versus*

padronização; ii) organização do desenvolvimento e manufatura; e iii) pós-vendas (KUBOTA; MIGUEL, 2013).

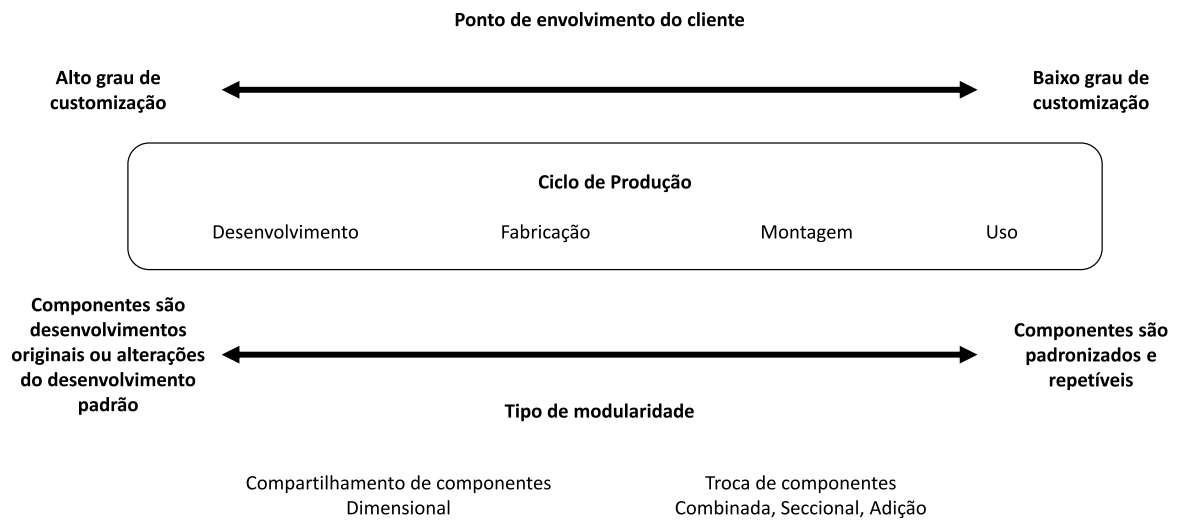
Segundo Fletcher e Grose (2011), no processo de criação de peças modulares combináveis, há uma maior exigência do desenvolvedor, que deve conciliar e facilitar a expressão individual do consumidor e, em muitos casos, introduzir o cliente no processo de criação das peças (FLETCHER; GROSE, 2011; DEPLOY, 2015).

No entanto, algumas desvantagens que merecem a atenção do empresário e que podem prejudicar o processo são: falta de foco no cliente, altos investimentos e aumento da complexidade do processo de produção (SONEGO, 2013). Outra desvantagem potencial consiste no desenvolvimento de produtos similares, devido à maior facilidade de cópia na reutilização dos módulos (KONG et al., 2010).

Ulrich e Tung, (1991) apresentam seis tipos de modularidade que podem, separadamente ou combinados, prover um produto final customizado:

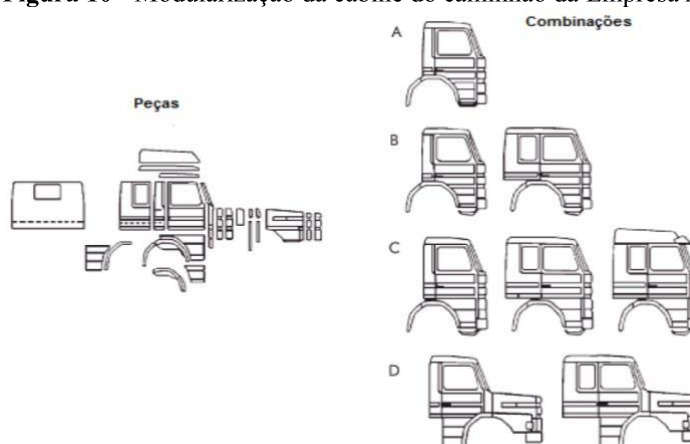
- Compartilhamento de componentes: componentes comuns são utilizados no desenvolvimento do produto. Exemplo: elevadores;
- Troca de componentes: habilidade de trocar opções em um produto padrão. Exemplo: computadores pessoais;
- Dimensional: alterar o dimensional de um módulo antes de combiná-lo com outros módulos. Exemplo: óculos;
- Combinada: similar à troca de componentes, mas difere no fato de que, quando combinados, os módulos perdem sua identidade única. Exemplo: pintura de casa;
- Adição: habilidade de acrescentar um módulo a uma série existente. Exemplo: iluminação de estrada;
- Seccional: similar à troca de componentes, mas foca no arranjo de módulos padrão em um único padrão. Exemplo: lego.

Para tornar o conceito de modularidade operacional, Duray et al. (2000) propõem a integração da tipologia de modularidade de Ulrich e Jung (1991) com o ciclo de produção, como pode ser visto na Figura 9.

Figura 9 - Envolvimento do cliente e tipo de modularidade no ciclo de produção

Fonte: Duray et al. (2000).

Na indústria de caminhões, a Empresa A tem utilizado com sucesso a estratégia de modularização aliada à melhoria contínua desde os anos 1980 (PERSSON; AHLSTROM, 2006; SUSHANDOYO; MAGNUSSON, 2012). Cada caminhão da Empresa A é construído em quatro grandes módulos: motor, transmissão, cabine e chassi. A meta da empresa é padronizar esses módulos de tal forma que qualquer tamanho de módulo possa ser montado em conjunto com todos os tamanhos dos outros módulos. Por exemplo, cada um dos três diferentes tipos de cabine pode ser combinado com qualquer tamanho de motor (há quatro tamanhos diferentes de motor). Isso é possível através das interfaces de módulos padronizados. Neste caso particular, localizando os suportes de fixação em lugares idênticos nos três projetos de produto, de modo a possibilitar todas as variações de tamanhos de motor. Cada um dos principais módulos foi dividido em módulos menores e independentes. Ao fazer pequenas alterações apenas em alguns desses módulos menores, torna-se possível alterar o desempenho de todo o caminhão (PERSSON; AHLSTROM, 2006). A exemplificação da modularização da cabine do caminhão da Empresa A está ilustrada na Figura 10:

Figura 10 - Modularização da cabine do caminhão da Empresa A

Fonte: Ericson e Erixon (1999, p. 6).

Usando a estratégia de modularização, a empresa pode criar caminhões personalizados para o cliente individual e ainda manter economias de escala na fabricação com a redução do número de componentes e simplificação da manufatura (PERSSON; AHLSTROM, 2006; SUSHANDOYO; MAGNUSSON, 2012). Com a modularização, a Empresa A diminuiu o número de peças (*part numbers*), simplificando o projeto e a fabricação dos caminhões. Os efeitos da redução de peças na construção da cabine dos caminhões da Empresa A são sintetizados no Quadro 4:

Quadro 4 - Resultados na modularização na Empresa A

COMPONENTE	ANTES DA MODULARIZAÇÃO	DEPOIS DA MODULARIZAÇÃO
Peças de chapa metálica	1.400	380
Peças de montagem de interiores	1.800	600
Peças do teto	7	3
Peças frontais	8	3
Peças nas portas	12	8
Para-brisas	3	1
Ferramentas de chapa metálica	1.600	280

Fonte: Adaptado de Erixon (1998).

Ainda no que tange aos resultados advindos da modularização, existem autores que efetuaram pesquisas contemplando a relação entre os temas da modularização e o desempenho competitivo das organizações (LAU ANTONIO; YAM; TANG, 2007; LAU ANTONIO; RICHARD; TANG, 2009; DANESE; FILIPPINI, 2010; JACOBS et al. 2011; DANESE; FILIPPINI, 2013; BOER; HANSEN, 2014, NUNES et al., 2020). Lau Antonio, Yam e Tang (2007) efetuaram pesquisa em empresas chinesas que produzem produtos eletrônicos, brinquedos e plásticos para avaliar a relação entre modularização e as dimensões competitivas. A pesquisa tipo *survey* em 285 empresas mostrou que a modularização influencia positivamente

os desempenhos de entrega, flexibilidade e atendimento ao cliente. Outra pesquisa tipo *survey* foi desenvolvida por Lau Antonio, Richard e Tang (2009) em 251 empresas chinesas. Os autores constataram que a modularização de produtos aumenta o nível de inovação e flexibilidade da empresa e também proporciona um melhor nível de atendimento ao cliente. Danese e Filippini (2010, 2013) desenvolveram investigações tipo *survey* e mostraram que a modularização de produtos tem efeito direto e positivo sobre o tempo de desenvolvimento de novos produtos e sobre o desempenho individual de cada produto. Jacobs et al. (2011) efetuaram uma pesquisa tipo *survey* com 57 fornecedores da indústria automobilística na América do Norte e concluíram que a modularização de produto afeta positivamente a modularidade de processo, a agilidade e o desempenho de fabricação, além de contribuir para o crescimento da empresa. No entanto, nas pesquisas desenvolvidas por Lau Antonio, Yam e Tang (2007), Lau Antonio, Richard e Tang (2009), Danese e Filippini (2010, 2013) e Jacobs et al. (2011), os formulários de perguntas foram direcionados aos gerentes, diretores e vice-presidentes das empresas estudadas. Por um lado, estas pesquisas contribuíram para uma melhor compreensão dos efeitos gerais da modularização. Em contrapartida, as evidências empíricas foram baseadas em medidas subjetivas (percepções) que contribuem para o entendimento de uma dimensão da realidade, mas são sujeitas à pressão por respostas positivas e por diferentes interpretações dos eventos por parte dos respondentes (O'LEARY-KELLY; VOKURKA, 1998). Boer e Hansen (2014), por sua vez, efetuaram um levantamento bibliográfico para verificar pesquisas que contemplam efeitos da modularização sobre o desempenho das organizações e concluíram que: i) evidências empíricas sobre os benefícios da implementação da modularização são escassas na literatura; ii) há necessidade de investigações considerando a relação da modularização com as diversas áreas da empresa no intuito de entender as influências e resultados; e iii) os estudos que avaliam desempenho encontrados na literatura são inconclusivos. Nesse sentido, Boer e Hansen (2014) destacam a necessidade de se evoluir em pesquisas que efetuam avaliação dos efeitos da modularização, visto que as empresas precisam mais do que argumentos sem evidências ao decidir adotar ou continuar a imprimir esforços para o desenvolvimento da modularização. A falta de verificação em larga escala das vantagens da modularização do produto sobre o desempenho pode dificultar a implementação e a continuidade da utilização da modularização nas organizações (BOER; HANSEN, 2014).

2.8 Relação entre os conceitos de Customização em Massa, Modularização de Produtos, Postergação e CODP

Ezzat et al. (2019) afirmam que a modularização de produtos é necessária para o sucesso da CM. Neste sentido, Kumar (2004) argumenta que a modularização trabalha para prover CM, pois permite obter a eficiência em custos. Já Mikkola (2007) entende que a CM pode ser mensurada como uma função da modularização.

Yang e Burns (2003) e Pratavieira et al. (2020) apresentam a postergação como uma forma de movimentar o CODP para mais próximo do cliente final e aumentar a eficiência e eficácia da cadeia de suprimentos. Já Feitzinger e Lee (1997) entendem que a chave para a CM é a postergação da tarefa de diferenciar um produto para um cliente específico até o último momento possível na cadeia de valor. Yang et al. (2004) e Christopher (2000) identificam a postergação como uma abordagem importante para contribuir para a obtenção de agilidade, por exemplo, através da sua contribuição para a customização de produtos e serviços.

O posicionamento do CODP na CM envolve identificar o melhor equilíbrio entre as forças de produtividade e flexibilidade. O grau de customização deve ser relevante para as necessidades do cliente e capacidades existentes ao localizar o envolvimento inicial com o cliente (Wang; Hu, 2020)

Van Hoek (2001) afirma que a modularização permite a rápida fabricação final em baixos custos de processamento e aumenta a possibilidade de ajustar os produtos para os mercados. Neste sentido, a alta comunalidade de módulos reduz os níveis de inventário e o risco de estoques obsoletos.

Na análise da literatura, parece não haver relações diretas entre modularização de produtos e o CODP. A modularização é utilizada para contribuir tanto para customização quanto para a eficiência e é necessária para o sucesso em algumas indústrias da CM. Por outro lado, CODP é usado para equilibrar as forças de eficiência e de flexibilidade. Já para a Postergação, a modularização é necessária e aumenta a produção e velocidade de entrega. Assim, a postergação afeta o CODP movendo-o para mais próximo do usuário final. Portanto, pode-se inferir que o CODP e a modularização não estão diretamente relacionados, mas eles são interdependentes, nos termos de CM e postergação, seja, por exemplo, pela decisão de movimentação do CODP (Postergação) ou pela possibilidade de tomar esta decisão (Modularização). O Quadro 5 apresenta esta síntese.

Quadro 5 - Relações entre CM, postergação, modularização e CODP

	Postergação	Modularização	CODP
Customização em Massa	A chave para a CM está em adiar a tarefa de diferenciar um produto para um cliente específico até o último ponto possível na rede de abastecimento.	Modularização no desenvolvimento e fabricação do produto é necessária para o sucesso da CM Modularização de produtos provê CM	O posicionamento do CODP na CM envolve identificar o melhor equilíbrio entre as forças de produtividade e flexibilidade
	A postergação foi identificada como uma abordagem importante para contribuir para a obtenção de agilidade, por exemplo, através da sua contribuição	A eficiência de custo é obtida através do projeto de produto modular na CM CM pode ser mensurada como uma função da modularização de produtos	O grau de personalização deve ser relevante para as necessidades do cliente e capacidades existentes ao localizar o envolvimento inicial com o cliente
Postergação	X	A modularização é um pré requisito para a postergação A modularização permite uma rápida fabricação de produtos finais com baixos custos de processamento e aumenta a possibilidade de ajustar os produtos para o clientes Elevado grau de comunalidade de módulos reduz os níveis de inventários e os riscos de obsolescência associados	A postergação é usada para mover o CODP para mais próximo do usuário final e aumentar a eficiência e eficácia da cadeia de abastecimento

Fonte: Adaptado de Can (2008).

2.9 Interações entre Modularização de Produto, Sistema de Atividades e Customização em Massa

Enquanto estudos apresentam os efeitos da modularização na capacidade de CM (GREMYR; VALTAKOSKI; WITELL, 2019; QI et al., 2020) ou até mesmo da modularização e/ou da CM no desempenho organizacional (ZHANG et al., 2019), existe um debate crescente sobre a forma como a organização deve se organizar no sentido de maximizar os efeitos destas variáveis (modularização ou capacidade de CM) no desempenho da organização.

Neste sentido, Ulrich (1995) afirma que projetos altamente modulares exigem que as empresas dividam as suas estruturas de desenvolvimento e produção em grupos especializados, com um desenvolvimento focalizado. O desenvolvimento e a produção de um componente modular podem ser atribuídos a uma estrutura separada. A arquitetura modular pode exigir fortes habilidades de engenharia de sistemas e planejamento, enquanto a arquitetura integral pode exigir uma forte coordenação e integração das competências.

Em seu trabalho, Starr (2010) avalia o estado atual da modularização. Isto é feito através da revisão de toda a literatura existente sobre assunto e discussão das aplicações com profissionais. A partir disto, Starr (2010) afirma que a modularização continua a ser um conceito

fragmentado, talvez porque exista uma grande variedade de diferentes formas de aplicação. Neste sentido, o autor defende que a heterogeneidade dificulta a sistematização. No entanto, existem aplicações bem-sucedidas. Em sua pesquisa, ele afirma que para potencializar o sucesso todas as funções de gestão devem participar do processo de modularização.

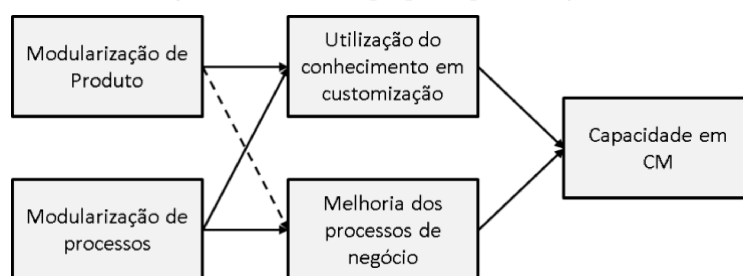
Ahmad, Schroeder e Mallick (2010) investigaram como a modularização do produto está relacionada com a capacidade de CM e a competitividade da planta. Como conclusão do estudo, eles afirmam que a modularização do produto não está diretamente relacionada com a competitividade da planta. Já o alinhamento interfuncional é identificado como ponto crítico para promover a competitividade da empresa. Neste contexto, o alinhamento interfuncional diz respeito à coordenação do sistema de atividades. Isto é um aspecto importante que pode lançar luz sobre a relação entre a modularização e a competência em CM (SOSA et al., 2004; ZWERINK et al., 2007). Embora a literatura enfatize a necessidade de alinhamento interfuncional para alcançar a competência em CM (DANESE; ROMANO, 2004), pouco se sabe sobre o papel que ela desempenha no relacionamento entre modularização e CM.

A modularização permite que uma organização fabrique um produto complexo usando subsistemas menores que podem ser projetados ainda de forma independente para funcionar em conjunto como um todo (BALDWIN; CLARK, 1997). No entanto, decompor o desenvolvimento de produto em módulos, que podem ser desenvolvidos e fabricados de forma independente e configurados para funcionar como um sistema, requer planejamento e coordenação significativa. Por exemplo, pelo menos três atividades - tais como marketing, P&D e produção - precisam coordenar suas atividades para que os subsistemas, em última análise, trabalhem em conjunto e atendam às necessidades dos clientes. A literatura sugere que estas unidades funcionais são movidas por diferentes objetivos e/ou desafios. Por exemplo, o marketing será tentado a acomodar mais as necessidades dos clientes do que o P&D é capaz de lidar. Da mesma forma, só porque P&D é capaz de desenvolver um design modular de produto não significa que a produção será capaz de produzir esse custo do produto de forma eficaz. Além disso, estas unidades funcionais têm suas próprias terminologias. O alinhamento interfuncional conecta estes objetivos, quebra as barreiras de comunicação e fornece uma linguagem comum entre as unidades funcionais (DANESE; ROMANO, 2004; KOUFTEROS et al., 2005). Assim, pode-se inferir que a modularização requer alinhamento interfuncional para promover a capacidade de CM.

De forma análoga, Wang et al. (2014) propõem um modelo conceitual (Figura 11) para ilustrar os efeitos de dois tipos de práticas de aprendizagem organizacional - utilização de conhecimentos de customização e melhoria dos processos de negócios - sobre a relação entre a

modularização do produto e processo e a capacidade de CM. Em geral, os resultados revelaram que a utilização do conhecimento de customização e a melhoria dos processos de negócio têm influência completa sobre a relação entre a modularização de produto e processo e capacidade de CM. No entanto, diferente das hipóteses iniciais dos autores, os resultados mostraram que a influência da melhoria dos processos de negócio sobre a relação entre a modularização do produto e capacidade de CM não foi significativa. Esta descoberta sugere que a modularização do produto não pode ser utilizada diretamente para melhoria dos processos de negócio.

Figura 11 - Modelo proposto por Wang et al. (2014)



Fonte: Adaptado de Wang et al. (2014).

Além disso, o texto defende que a utilização do conhecimento de customização difere de melhoria de processos de negócio, pois se relaciona com o processo de vendas que pode ser necessário para coordenar as decisões de produto, de processo e de cadeia de suprimentos (FEDOR et al., 2003; MENON; VARADARAJAN, 1992). Portanto, a utilização do conhecimento de customização possui um papel mais importante do que a melhoria dos processos de negócios no processo de aprendizagem organizacional.

Dessa forma, é possível inferir que a absorção do conhecimento em customização tem papel relevante no desenvolvimento de capacidade em CM. Essa absorção pode estar associada ao conceito de Capacidade Absortiva (CA), que descreve a capacidade da empresa para adquirir, assimilar e explorar o conhecimento externo (COHEN; LEVINTHAL, 1990), conceito que tem sido amplamente aplicado para explorar transferências de aprendizagem e de conhecimento interorganizacionais dentro de alianças estratégicas. Mas, em linhas gerais, pode ser relacionado diretamente com a capacidade que a empresa tem de alinhar seu sistema de atividades - tais como desenvolvimento de processos, desenvolvimento do produto, insumos e gestão da marca - para transformar o conhecimento gerado com a modularização de produto em capacidade em CM.

Nesse sentido, Zhang et al. (2015) investigam os efeitos da capacidade absorptiva (CA) sobre a sua capacidade de CM. Para isso, os autores conceituam CA no contexto da cadeia de

suprimentos como quatro processos: i) aquisição de conhecimento de clientes; ii) aquisição de conhecimento dos fornecedores; iii) assimilação do conhecimento; e iv) aplicação do conhecimento. Os resultados mostram que a CA melhora significativamente a capacidade de CM. Em particular, o conhecimento proveniente de clientes e fornecedores aumenta a capacidade de CM de três maneiras: diretamente, indiretamente, através da aplicação de conhecimentos e, indiretamente, através da assimilação do conhecimento e aplicação.

O conhecimento dos clientes é diretamente relevante para a CM. Já o dos fornecedores não é diretamente. Os dois conhecimentos, no entanto, impactam diretamente na aquisição de conhecimento que implica na capacidade de CM. Isso porque, os clientes podem fornecer o conhecimento sobre as exigências não cumpridas, as características do produto e funções, e tendências do mercado, que ajudam a empresa a avançar com novas ideias de produtos e processos (KRISTAL et al., 2010; ZHANG et al., 2014; JOST; SÜSSER, 2020). Já para desenvolver um sistema de produção adequado que suporta as soluções de mercado, a empresa deve confiar nos fornecedores no que diz respeito ao conhecimento dos processos operacionais, tecnologias de informação e de fabricação avançadas, e novos componentes ou materiais (LAI et al., 2012). Além disso, o conhecimento acerca das preferências do cliente e das práticas de fabricação e tecnologias também facilita o processamento e absorção de conhecimentos de origem (COHEN; LEVINTHAL, 1990; TU et al., 2006). Por isso, a capacidade de CM requer que a empresa integre o conhecimento de clientes, fornecedores e fontes internas.

Para Liao, Deng e Marsillac (2013), o alinhamento tático da organização aumenta o desenvolvimento de produtos modulares. Já a modularização de produtos e o desenvolvimento dos fornecedores neste conceito podem aumentar, direta ou indiretamente, a capacidade de CM. No mesmo sentido, Pero et al. (2010) desenvolveram um modelo que explica como o desenvolvimento de produtos e a cadeia de suprimentos estão relacionados e como eles afetam o desempenho. No que diz respeito ao desenvolvimento de produtos, variedade, modularização e capacidade de inovação são os aspectos a serem considerados como relevantes para influenciar no desempenho da organização. Do ponto de vista da cadeia de suprimentos, configuração, colaboração e coordenação são as variáveis que importam.

Sosa et al. (2004) integram a arquitetura de produtos e a perspectiva da estrutura organizacional para analisar como a arquitetura de desenvolvimento de produtos influencia nos padrões de comunicação da empresa. Os autores concluem que existe desalinhamento entre a arquitetura de produtos e a estrutura organizacional por dois motivos: i) interfaces de desenvolvimento conhecidas desconectadas das interações do time; e ii) interações observadas do time não previstas nas interfaces de desenvolvimento.

Vickery et al. (1999) analisam a relação entre a customização do produto (medido e a estrutura organizacional, controle formal, centralização, camadas e amplitude administrativa). Os pesquisadores afirmam que a customização do produto correlaciona-se com mais controle formal, menor centralização das informações e maior amplitude administrativa. Wang et al. (2014), por sua vez, concluem que a introdução de novas práticas tecnológicas podem levar à descentralização do poder com menor especialização e formalização.

2.10 Considerações Finais

O ambiente competitivo brasileiro, a exemplo das principais nações industrializadas, tem sofrido intensas transformações, marcadas principalmente pela instabilidade da demanda, fragmentação dos mercados, redução sistemática do ciclo de vida dos produtos e rápidas mudanças tecnológicas (IZQUIERDO, 2015). Isto, somado à imprevisibilidade das condições macroeconômicas, políticas e legais, exige que as empresas nacionais concebam estratégias e projetem operações que sejam flexíveis para lidar com mudanças constantes, de forma adaptativa (VIGNA; MIYAKE, 2010).

Além disso, uma vez que os clientes ficam mais exigentes, a rivalidade entre os concorrentes se acentua e a competição passa a ter vários canais diferentes, surge a necessidade de as empresas não apenas gerarem valor, mas também desenvolverem mecanismos cada vez mais sofisticados de apropriação deste valor (BALDWIN; HENKEL, 2011). Neste sentido, Zhang et al. (2015) apontam que a CM parece ser um caminho possível para atender estas necessidades de mercado, no que tange à imprevisibilidade e o desejo por novidades, e promover a apropriação de valor, na medida em que pode permitir à empresa modificar as formas de relacionamento com o mercado e os fornecedores.

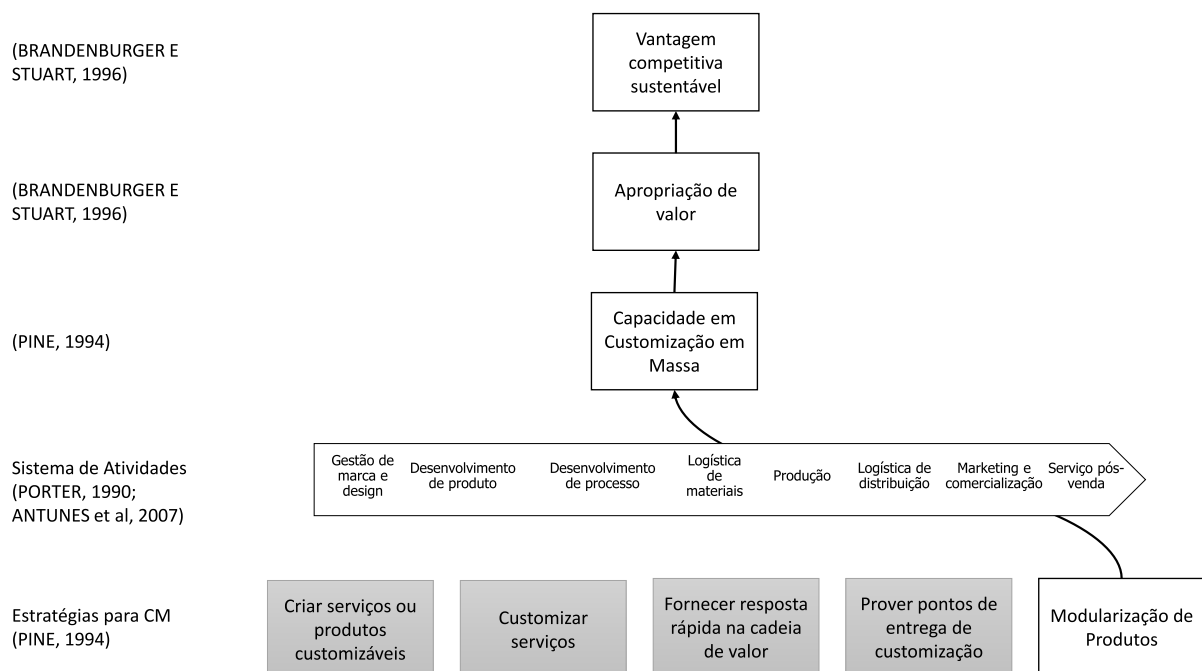
Para promover a capacidade em CM das organizações, existem diferentes caminhos. Porém, a literatura parece convergir para a ideia de que a modularização de produtos é um dos caminhos possíveis, com a vantagem de permitir uma maior proteção da empresa sobre a vantagem a ser obtida. Ahmad et al. (2010) argumentam que, por exemplo, uma estratégia de postergação – outro possível caminho para a CM – pode ser facilmente entendida e, até mesmo, copiada por concorrentes. Já a modularização do produto possui características de desenvolvimento de produto, fornecimento, processo de fabricação e, até mesmo, distribuição, que dificultam sobremaneira a cópia por parte da concorrência. Portanto, a modularização de produto, além de ser um caminho para obter a capacidade em CM, parece ser um caminho para sustentá-la.

Entretanto, a partir de análise da literatura existente sobre o tema, percebe-se que ainda existem algumas lacunas no que tange à compreensão do relacionamento da modularização de produtos com a capacidade em CM. Tais lacunas dizem respeito, principalmente, a uma orientação adequada dos esforços que conduzam à execução das estratégias de CM e seus elementos constituintes a partir da modularização dos produtos (STARR, 2010).

Wang et al. (2014) afirmam que a absorção pela organização, a partir de todas as funções que compõe seu sistema de atividades, do conhecimento e potenciais diferenciais competitivos que podem ser explorados com a modularização de produtos, é essencial para obtenção da capacidade em CM. Os autores ratificam esta afirmativa argumentando que a modularização do produto pode entregar um incremento no desempenho para o desenvolvimento de produtos, mas só fará o mesmo para a fábrica, suprimentos ou comercial se estes setores entenderem em profundidade a lógica do conceito de modularização e apreenderem a explorar as vantagens que o mesmo pode trazer.

Sinteticamente, pode-se afirmar que o entendimento da organização do sistema de atividades da empresa para utilizar a modularização de produtos como premissa parece ser uma maneira de promover a capacidade em CM. A CM, por sua vez, deve contribuir para a apropriação de valor por parte da empresa e, conseqüentemente, para o atingimento de vantagem competitiva sustentável. A Figura 12 ilustra este desafio.

Figura 12 - Framework conceitual síntese desenvolvido



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

3 MÉTODO

Em termos de avanço das pesquisas científicas, é fundamental que as mesmas sejam conduzidas buscando tratar temas relevantes à sociedade e com o devido rigor (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015). Segundo os autores, é possível, sob estas duas perspectivas, classificar as pesquisas da seguinte forma: i) indesejadas: não fornecem aos gestores resultados úteis e não possuem sustentação adequada para seus resultados do ponto de vista metodológico; ii) leviana: enfatiza a utilidade apenas para uma empresa ou para um conjunto pequeno de empresas; iii) autocentrada: foco centrado na comunidade acadêmica com a qual se deseja dialogar; e iv) necessária: conjuga rigor teórico-metodológico com a utilidade prática para a sociedade (Figura 13).

Figura 13 - Classificação das pesquisas em termos de rigor e relevância



Fonte: Adaptado de Dresch, Lacerda e Antunes, 2015.

Desta forma, existe uma preocupação em garantir uma pesquisa necessária no desenvolvimento desta tese. Como destacado no Capítulo 1, parece existir relevância tanto acadêmica quanto empresarial para o tema abordado. Assim, entende-se que a pesquisa possui alta relevância. Já no que diz respeito ao rigor teórico-metodológico, Hatchel (2009) afirma que o mesmo pode ser alcançado com a utilização de métodos de pesquisa alinhados com a natureza do problema que se propõe estudar. O maior rigor metodológico ajuda a assegurar a validade da pesquisa e, conseqüentemente, seu reconhecimento como estudo confiável e bem conduzido.

No que diz respeito aos métodos de pesquisa, Andery et al. (2004) conceituam-nos como um conjunto de passos reconhecidos pela comunidade acadêmica e utilizados pelos pesquisadores para a construção do conhecimento científico.

Portanto, no intuito de garantir o rigor deste trabalho, este capítulo apresenta uma visão geral teórica sobre o Método e as Estratégias de Pesquisa, enfatizando as questões ligadas ao Estudo de Caso. São apresentadas, sucintamente, as principais definições e classificações relacionadas à pesquisa e às estratégias de pesquisas. Ainda, são descritos os elementos do processo decisório que devem levar o pesquisador a optar por uma ou por outra Estratégia de Pesquisa em função da característica dos fenômenos a serem estudados. Fundamenta-se, portanto, as razões da escolha da estratégia do Estudo de Caso para o desenvolvimento do presente trabalho. Além disso, são apresentados os passos adotados como método de trabalho específico da presente pesquisa no sentido de alcançar os objetivos inicialmente propostos.

3.1 Caracterização da Pesquisa

Segundo Kourganoff (1990), pesquisa é o conjunto de investigações, operações e trabalhos intelectuais ou práticos que tenham como objetivo a descoberta de novos conhecimentos, a invenção de novas técnicas e a exploração ou a criação de novas realidades. A pesquisa pode ser dividida em: i) básica e; ii) aplicada. A pesquisa básica visa à geração de conhecimentos novos, úteis para o avanço da ciência, sem aplicação prática. Já a pesquisa aplicada propõe-se a gerar conhecimentos para aplicação prática no intuito de solucionar um problema específico.

No que tange ao objeto, a pesquisa pode ser exploratória, descritiva ou explanatória. A pesquisa exploratória caracteriza-se por ser uma primeira aproximação para conhecer o tema e propor hipóteses para outros estudos. A pesquisa descritiva levanta e descreve características já conhecidas do fenômeno. A pesquisa explanatória, por sua vez, visa a explicar ou criar uma teoria sobre um fenômeno, ocupando-se com o porquê do mesmo, testando uma teoria e suas relações causais. No que tange à origem dos dados, uma pesquisa pode ser de campo, de laboratório, simulação computacional ou bibliográfica. Quanto à natureza dos dados, pode ser: i) qualitativa – quando utiliza dados originados de julgamentos ou opiniões; ii) quantitativa – quando opera com dados originados de cálculos ou de medições e; iii) uma combinação destas. Por fim, quanto aos procedimentos, uma pesquisa pode ser: i) experimental; ii) *ex-post-facto*; iii) levantamento; iv) Estudo de Caso; v) pesquisa-ação; vi) bibliográfica e; vii) documental (SANTOS, 1999). Os procedimentos (ou estratégias) de pesquisa devem ser selecionados tendo

em vista os seguintes aspectos: i) forma da questão de pesquisa; ii) controle da pesquisa sobre eventos comportamentais e; iii) focalização de fatos contemporâneos. Yin (2005) apresenta uma abordagem para escolha entre estratégias de pesquisa (Tabela 1):

Tabela 1 - Escolha entre estratégias de pesquisa

estratégia de pesquisa	forma da questão de pesquisa	controla eventos comportamentais?	focaliza fatos contemporâneos?
experimento	como, por que	sim	sim
levantamento (<i>survey</i>)	quem, o que, onde, quantos, quanto	não	sim
análise documental	quem, o que, onde, quantos, quanto	não	sim/não
pesquisa histórica	como, por que	não	não
estudo de caso	como, por que	não	sim

Fonte: Adaptado de Yin (2005).

Yin (2005) propõe que para questões do tipo ‘como’ e ‘por que’, por exemplo, sejam utilizados experimentos, pesquisa histórica ou Estudo de Caso como estratégia de pesquisa. No entanto, quando a pesquisa não controla eventos comportamentais, deve-se descartar o uso de experimentos. Desta forma, restam como opções pesquisa histórica ou Estudo de Caso. Esta decisão surge a partir da constatação de se a pesquisa trabalha com fatos contemporâneos (Estudo de Caso) ou não (pesquisa histórica).

A partir dos conceitos expostos anteriormente, esta pesquisa classifica-se como aplicada, pois propõe-se a geração de um framework, ou seja, visa apresentar uma proposta de solução para um problema específico. Ela é descritiva, em razão de utilizar informações de pesquisas anteriores objetivando desenvolver o tema em cena. É de campo, uma vez que as observações serão feitas diretamente nos objetos de estudo. É qualitativa, pois serão utilizadas opiniões de especialistas e julgamentos da equipe participante e do pesquisador.

Devido à natureza do problema e da questão de pesquisa, e tomando-se como referência a classificação das possíveis abordagens sugeridas pelos autores anteriormente citados, esta pesquisa utilizará estudos de casos múltiplos. O mesmo permite prover *insights* sobre um determinado assunto (STAKE, 1994); adicionalmente contribui para que o pesquisador identifique padrões e aspectos complementares sobre o fenômeno, corroborando para a construção de novas teorias (EISENHARDT, 1989); e o resultado da replicação de casos individuais contribui para a validade externa ou generalização de suas descobertas (MERRIAM, 1998).

Pode-se afirmar que o Estudo de Caso torna-se viável de ser utilizado nesta pesquisa, devido à natureza da pergunta de pesquisa a qual se propõe responder, pois ela é do tipo 'como'. É possível ainda encontrar aderência às intenções desta pesquisa na estratégia dos estudos de caso no que tange à generalização do método para todo tipo de organização. Segundo YIN (2005),

[...] os estudos de caso, da mesma forma que os experimentos, são generalizáveis a proposições teóricas, e não a populações ou universos. Nesse sentido, o Estudo de Caso, como experimento, não representa uma 'amostragem', e o objetivo do pesquisador é expandir e generalizar teorias (generalização analítica) e não enumerar frequências (generalização estatística). (YIN, 2005, p. 29).

Além disso, não há controle sobre variáveis comportamentais quando se fala em modularização de produto, sistema de atividades e CM. E, por fim, esse é um tema contemporâneo. Assim, segundo as proposições de Yin (2005), o Estudo de Caso adequa-se como estratégia de pesquisa para o trabalho.

O Estudo de Caso é estratégia escolhida ao se examinarem acontecimentos contemporâneos, mas quando não se podem manipular comportamentos relevantes. O Estudo de Caso conta com muitas das técnicas utilizadas pelas pesquisas históricas, mas acrescenta duas fontes de evidências que **uso aumente** não são incluídas no repertório de um historiador: observação direta e série sistemática de entrevistas. (YIN, 2005, p. 27).

3.2 Estudo de Caso

Yin (2018) define o Estudo de Caso como a sequência lógica que vincula dados empíricos às questões de pesquisa e, por fim, às conclusões do estudo. Desta forma, o projeto do Estudo de Caso deve garantir que as evidências finais obtidas remetam às questões iniciais da pesquisa.

O Estudo de Caso, como estratégia de pesquisa, vem sendo muito utilizado no meio acadêmico, apesar de não ser bem compreendido ou avaliado. De acordo com Bartlett e Vavrus (2017), não existem padrões universais aceitos para a utilização do Estudo de Caso como método de pesquisa. No entanto, essa estratégia tem ampliado sua participação nas pesquisas acadêmicas em função de caracterizar-se pelo profundo e exaustivo estudo de um ou poucos objetos, de forma a permitir o conhecimento amplo e detalhado destes, tarefa muito difícil de ser feita por outros delineamentos de pesquisa. A proposta central do Estudo de Caso é utilizar a compreensão de uma unidade para se entender o universo que a engloba, possibilitando a realização de generalizações analíticas ou pelo menos o estabelecimento de uma base para futuros estudos.

Contudo, ainda existem questionamentos acadêmicos quanto à relevância de pesquisas conduzidas através de estudos de casos. Para Alpi e Evans (2019), o Estudo de Caso não é um método, mas a escolha de um objeto a ser pesquisado, podendo ele ser único ou múltiplo e a unidade de análise pode ser um ou mais indivíduos, grupos, organizações, países, eventos ou regiões. Yin (2018) destaca que são vários os preconceitos por parte de alguns pesquisadores em relação ao Estudo de Caso como método de pesquisa, sendo encarado, muitas vezes, como um método de pesquisa inferior aos métodos de experimentos ou levantamentos quando se quer fazer investigações empíricas. Isto se explica à medida que os estudos de casos no passado tiveram resultados questionáveis, uma vez que os pesquisadores que se valiam deste procedimento foram negligentes ao aceitarem evidências errôneas ou visões tendenciosas que influenciavam os resultados das descobertas e resultados. Este fato levanta o debate em torno da falta de rigor nas pesquisas que se utilizam do Estudo de Caso.

Além disso, os críticos argumentam que esse procedimento gera pouca base para se fazer generalizações científicas. Porém, Yin (2005) apresenta um argumento que minimiza o preconceito em torno deste debate. Este autor afirma que, da mesma forma que os experimentos, o Estudo de Caso é generalizável a proposições teóricas, e não a populações ou universos. Assim sendo, ambos os métodos representam uma amostragem e o objetivo do pesquisador é ampliar e generalizar teorias e não enumerar frequências. Eisenhart (1989), no entanto, apresenta uma abordagem para construção de teoria utilizando estudos de caso. A autora indica que em estudos de casos múltiplos, contendo entre quatro e dez, pode construir uma teoria que possa ser generalizada. Ela indica esse número, argumentando que com menos de quatro casos o estudo ainda pode apresentar lacunas conceituais e com mais de dez casos pode ficar muito complicado realizar as análises com um bom nível de detalhamento para geração de teoria generalizável. Dyer e Wilkins (1991) desafiam a abordagem proposta por Eisenhart (1989), argumentando que, como ela requer a inclusão de diversos casos, a sua proposição pressiona o pesquisador a adotar uma postura de testar hipóteses. Segundos os autores, isso aumenta a necessidade de estruturação da pesquisa e, por conseguinte, resulta em uma redução da natureza crítica e exploratória da pesquisa conduzida através de estudos de casos. Dyer e Wilkins (1991) acreditam que a utilização do Estudo de Caso tradicional contribui significativamente no crescimento das pesquisas.

Estudar um único caso em detalhes não garante que contribuições teóricas serão obtidas. É claro que a utilização de estudos de casos múltiplos não garante isso também. No entanto, nós esperamos que muitos pesquisadores prossigam tentando contar boas histórias que contenham importância teórica. Se os pesquisadores aplicarem o paradigma dos testes de hipóteses aos estudos de caso sem o objetivo de contar boas histórias, eles estarão próximos de perder ambos a qualidade e a

quantidade da teoria que nós vimos resultar dos clássicos estudos de casos do passado. (DYER; WILKINS, 1991, p. 618).

Outra crítica em relação ao Estudo de Caso está relacionada ao tempo de duração da pesquisa. Alguns pesquisadores julgam que este método possui um processo moroso e resultados pouco relevantes. Novamente Yin (2018) defende que isto ocorria em estudos de casos feitos no passado e que, necessariamente, pode vir a não ocorrer em pesquisas que se realizarão no futuro. Obviamente, sua validade também depende do objeto da pesquisa em si, sendo ele mais adequado a determinadas situações, segundo YIN (2005):

Em todas essas situações, a clara necessidade pelos estudos de caso surge do desejo de se compreender fenômenos sociais complexos. Em resumo, o Estudo de Caso permite uma investigação para se preservar as características holísticas e significativas dos eventos da vida real - tais como ciclos de vida individuais, processos organizacionais e administrativos, mudanças ocorridas em regiões humanas, relações internacionais e a maturação de alguns setores. (YIN, 2005, p. 21).

No entanto, outros autores defendem a utilização do Estudo de Caso tendo em vista a profundidade do estudo permitida por ele. Alpi e Evans (2019) afirmam que a análise processual, contextual e longitudinal das ocorrências dentro das organizações, possibilitada pelo Estudo de Caso, é um dos seus pontos fortes, à medida que esse procedimento permite explorar os processos sociais enquanto eles ocorrem nas organizações. Outro argumento de defesa do Estudo de Caso está no fato deste procedimento permitir a consideração de um elevado número de variáveis e estas não precisarem ser predeterminadas. Em outros procedimentos de pesquisa, como uma *survey* ou um experimento, as variáveis precisam ser predeterminadas. Como o Estudo de Caso não possui esse pressuposto, ele permite a condução da pesquisa com detalhe e utilizando diferentes fontes de dados (CAVAYE, 1996).

O Estudo de Caso permite a utilização de várias técnicas, dentre as quais, pode-se destacar a observação direta dos acontecimentos que estão sendo estudados e as entrevistas das pessoas neles envolvidas. O Estudo de Caso pode lidar com uma ampla variedade de evidências e podem ser exploratórios, descritivos e explanatórios. Segundo Eckstein (1975 apud Roesch, 1999), um Estudo de Caso pode contribuir para uma teoria de cinco modos: (i) oferecer, para posteriores estudos, uma descrição profunda e específica de um objeto; (ii) descrever e interpretar eventuais regularidades observadas no objeto como evidências de postulados teóricos ainda não enunciados; (iii) criar uma situação específica e circunstanciada para testar uma ideia ainda não refinada; (iv) sondar plausivelmente uma teoria que já foi proposta pelo terceiro modo; e (v) o caso crucial, que apoia ou refuta a teoria sondada pelo quarto modo.

Tendo em vista o elevado uso do método de Estudo de Caso nos artigos de engenharia de produção, Miguel (2007) preocupa-se em mostrar as etapas necessárias que precisam ser

cumpridas para obter sucesso na aplicação deste método. O autor alerta para a necessidade de rigor metodológico na aplicação dos estudos de caso diante das críticas advindas das limitações metodológicas existentes nos trabalhos atualmente publicados.

Miguel (2007) trata dos diferentes níveis de abrangência e profundidade que pode ter a estruturação ou planejamento de uma pesquisa que utiliza o método de Estudo de Caso. Classifica as decisões em níveis estratégicos e operacionais.

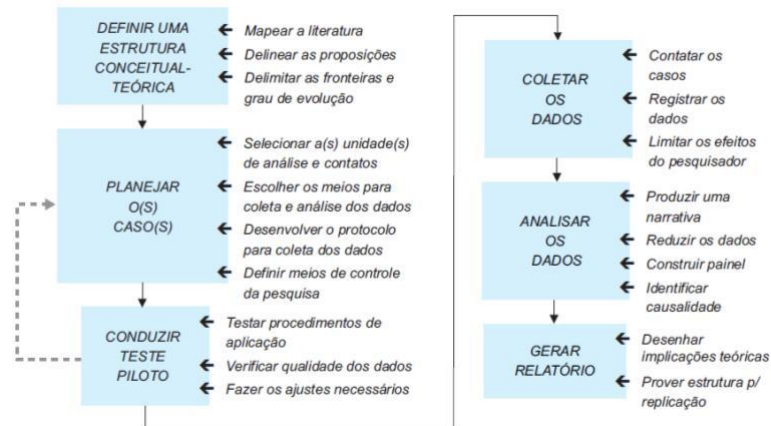
O nível estratégico, ou abordagem metodológica, refere-se principalmente à escolha da abordagem metodológica da pesquisa mais adequada considerando algumas premissas e restrições. O autor ressalta a importância da definição prévia da questão de pesquisa que é expressa pelo objetivo. O objetivo é o verbo ou ação daquilo que se deseja atender com a pesquisa. Para o autor, o objetivo leva em conta as lacunas na área pesquisada. Então segue-se para a abordagem metodológica que atenda à questão de pesquisa.

Já para o nível operacional, ou para a condução da investigação, Miguel (2007) apresenta um modelo (Figura 14) a ser seguido na condução da pesquisa de estudos de caso, contemplando os seguintes passos:

- Definir uma estrutura conceitual-teórica: um mapa sobre o tema considerando a literatura existente, visando encontrar as lacunas existentes e apresentando os trabalhos de cunho teórico ou empírico, e os constructos da pesquisa. A partir da estrutura conceitual-teórica são feitas as proposições de pesquisa;
- Planejamento do caso: parte da escolha da unidade(s) de análise identificando as dificuldades e vantagens de cada escolha. O Estudo de Caso pode ser retrospectivo (fatos ocorridos no passado) ou longitudinal (fatos que estão ocorrendo no presente);
- Conduzir teste piloto: o autor sugere a realização de teste piloto para aprimorar os procedimentos de aplicação;
- Coleta de dados: A influência ou efeitos do pesquisador nos dados coletados deve ser mínima. Definida a amostra, a coleta de dados geralmente pode ser feita com uma combinação e triangulação de diversas técnicas: entrevistas, observações, arquivos, entre outros;
- Análise dos dados: refere-se à tratativa dos dados desde a transcrição até sua análise. A base da análise é a descrição detalhada do caso identificando pontos importantes da pesquisa e indicando seus *insights*. Segue-se uma análise que visa explicar evidências que podem ser generalizáveis; em estudos de casos múltiplos podem haver convergências e divergências baseadas nas fontes de dados. E ainda, outras conclusões podem surgir das comparações teoria-prática;

- Geração do relatório: o Estudo de Caso deve ser pautado em confiabilidade e validade. A confiabilidade pode ser obtida através da possibilidade de repetir a coleta de dados (culminando nos mesmos resultados).

Figura 14 - Condução do Estudo de Caso



Fonte: Miguel (2007, p. 221).

Finalmente, Miguel (2007) faz algumas recomendações para a condução de pesquisas utilizando o Estudo de Caso:

- A definição do tipo de caso (exploratório ou explanatório), em termos de nível de aprofundamento, é um dos primeiros critérios a serem levados em consideração;
- Deve estar bem definida a seleção do(s) caso(s) a ser(em) investigado(s), utilizando-se de critérios robustos que efetivamente justifiquem a escolha feita;
- Necessidade do uso de múltiplas fontes de evidências e do uso dessas fontes na análise dos dados. E ainda, de uma definição clara de um protocolo de pesquisa;
- Não somente a coleta de dados deve ser apresentada, mas, também, como os dados coletados serão analisados;
- O caso deve ser robusto o suficiente para que se possa extrair conclusões;
- O objetivo maior da condução de um Estudo de Caso é a contribuição para a teoria vigente, seja no sentido da proposição de uma nova teoria, extensão da teoria vigente ou de seu refinamento.

3.3 Critérios para escolha de casos e sujeitos da pesquisa

Em um Estudo de Casos múltiplos não se deve utilizar a lógica de amostragem e de populações para escolha dos casos, mas sim a lógica de replicação, em que o pesquisador deve

escolher de forma cuidadosa os casos a serem estudados (YIN, 2005). Além disso, o processo de seleção dos casos deve ser determinado não apenas pelos objetivos da pesquisa e proposições, mas também considerando o impacto de certas restrições, tais como: acessibilidade, recursos e tempo disponível (ROESCH, 1999).

Não existe, no entanto, um número ideal de casos a serem estudados. Segundo Eisenhardt (1989), por exemplo, dois casos que representem os extremos de uma situação polar são suficientes para ilustrar uma teoria emergente. Já Yin (2005) argumenta que se todos os casos vierem a ser previsíveis, seis a dez casos fornecerão uma base convincente para o estudo.

Assim, no intuito de proporcionar uma visão ampla do fenômeno em estudo, foram selecionadas 2 empresas (Quadro 6). Tal escolha foi realizada tendo em vista o tipo de bem produzido pela indústria e o momento do processo de Modularização de Produtos no contexto de cada uma delas.

Quadro 6 - Empresas a serem pesquisadas

Empresa	Localização	Atividade Econômica
Empresa A	São Paulo	Fabricação de caminhões
Empresa B	Rio Grande do Sul	Fabricação de implementos rodoviários

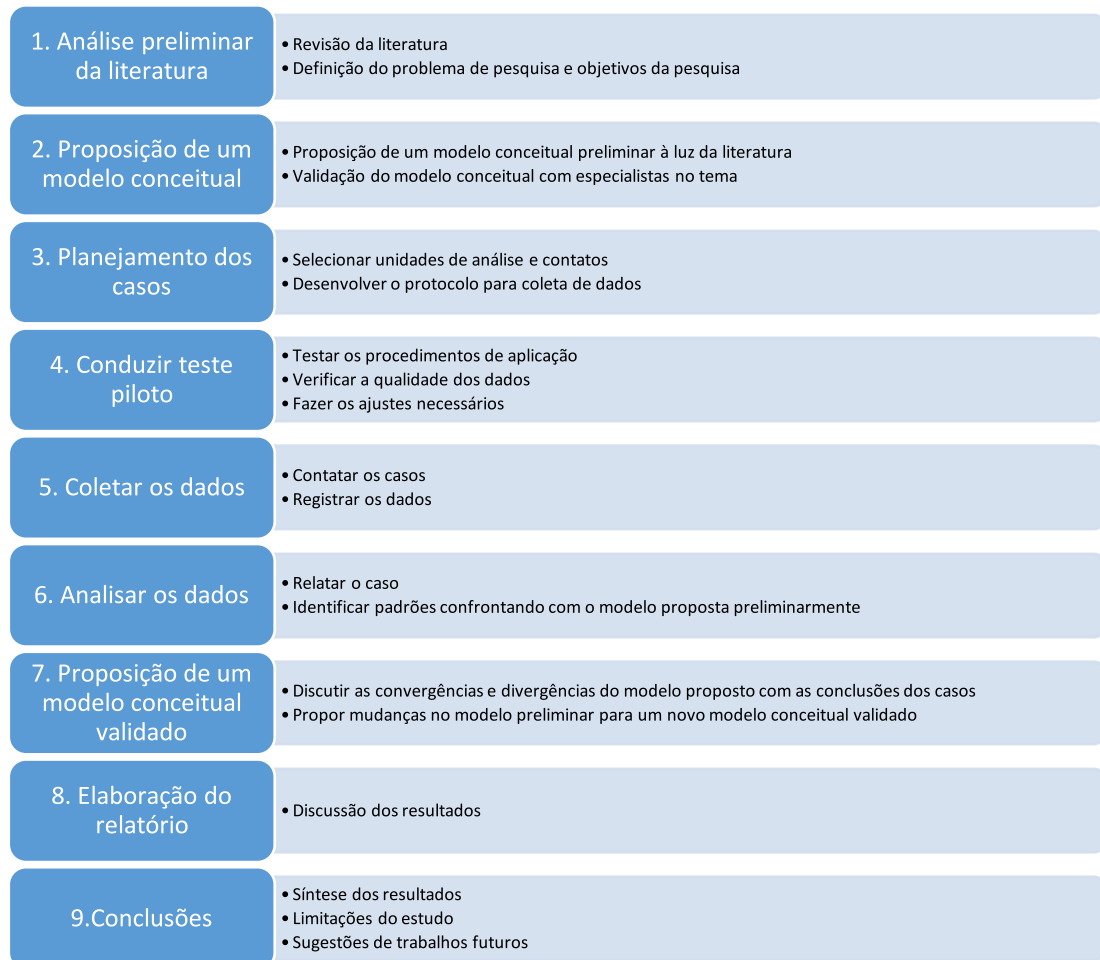
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Assim, foram definidas duas empresas que são referências em seus segmentos de atuação, tendo a perspectiva de serem uma delas produtora de bens de capital – indústria responsável por transformar o que é produzido na indústria de base em máquinas e ferramentas que serão usadas na indústria de bens de consumo – e a outra produtora de bens de consumo – produz o produto final, aquele que será vendido diretamente ao consumidor. A primeira empresa, denominada Empresa A, possui a Modularização de Produtos como uma estratégia da organização e é tida como uma referência empresarial e acadêmica quando se fala do tema. Já a segunda empresa, chamada de Empresa B, possui o processo de Modularização de Produtos há cerca de 5 anos e, portanto, em estágio de maturação ainda. Isto denota uma visão de extremos para o estudo de caso que parece trazer completude para a pesquisa.

3.4 Método de trabalho

Em consonância com o método de pesquisa e no sentido da consolidação dos objetivos propostos para este trabalho, o método de trabalho adotado foi construído com base nas sugestões de Miguel (2007). No entanto, são efetuadas algumas alterações nos passos sugeridos, ou seja, os passos seguidos para atingir os objetivos propostos, ilustrados na Figura 15.

Figura 15 - Método de trabalho



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

A primeira etapa, análise preliminar da literatura, consistiu na investigação de vários aspectos teóricos (competitividade, critérios competitivos, geração e captura de valor, cadeia de valor e a curva da riqueza, customização em massa, modularização e relações entre modularização, sistema de atividades e customização em massa) a serem considerados no sentido de estabelecer um direcionamento para o trabalho de pesquisa. O principal objetivo desse estágio consistiu na delimitação do escopo do trabalho, a escolha metodológica e a geração de um projeto básico de pesquisa, em que se estabeleceu, formalmente, a questão de pesquisa, os objetivos do trabalho e a forma de seu desenvolvimento. Assim, o presente trabalho

buscou uma situação que entendida como deficiente em algumas organizações e de significativo potencial de contribuição da engenharia de produção nas mesmas. Com isso, foi selecionado o tema e o objetivo do trabalho.

Na segunda etapa, proposição de um framework conceitual, foi construído um framework a partir dos conceitos encontrados na literatura. Este framework foi apresentado a um conjunto de especialistas no tema de pesquisa (currículos disponíveis no Apêndice A), para consolidar a versão apresentada ao final do referencial teórico do trabalho.

Com posse do framework preliminar e à luz dos autores pesquisados, foi possível desenvolver um protocolo para condução da pesquisa nos casos a serem estudados. Este protocolo foi submetido aos mesmos especialistas consultados anteriormente. Os mesmos foram enviados por e-mail e, a partir dos retornos dos avaliadores, ajustados para a versão final. Nesta etapa, planejamento dos casos, foram escolhidas e contatadas empresas que possam servir de ambientes de teste para o framework proposto, no sentido de identificar as convergências e divergências entre a realidade e a proposição do framework conceitual.

No entanto, antes de levar o protocolo proposto a campo, foi conduzido um teste piloto. Esta etapa teve como objetivo testar os procedimentos de aplicação do protocolo, bem como a qualidade dos dados obtidos por meio desta aplicação. Este teste piloto foi aplicado com uma terceira empresa (Empresa C) que iniciou recentemente o processo de Modularização de seus produtos e, portanto, pode contribuir com a discussão sobre o protocolo de pesquisa, em função do conhecimento sobre o tema em questão. No entanto, em função da maturidade da implantação do tema na organização, entendeu-se que para as conclusões do estudo não seria contributivo apresentar as análises deste caso. Com isso, foi possível ajustar a forma de utilização do protocolo antes da coleta de dados em campo. Isto corrobora com a visão de Yin (2005), de que estudos de caso-piloto auxiliam o pesquisador a aprimorar o projeto inicial, podendo revelar inadequações ou necessidades de adaptá-lo.

Na quinta etapa, portanto, os casos foram estudados no sentido de coletar as informações necessárias a partir do protocolo de pesquisa validado. Após isso, estes casos são relatados e procura-se possíveis padrões entre eles que possam ser confrontados com o framework proposto preliminarmente. Estas convergências e divergências foram avaliadas em conjunto, procurando-se estabelecer uma síntese para gerar um framework conceitual validado (Etapa 7).

Por fim, é realizada a discussão dos resultados obtidos com as suas implicações do ponto de vista acadêmico e empresarial. Ainda, os resultados são sintetizados, destacando-se as limitações do estudo e as recomendações para trabalhos futuros.

A coleta de dados nesta pesquisa tem como principal objetivo obter informações para tornar mais robusto e formalizar o framework proposto para aplicação em um ambiente empresarial. Para isso, em algumas das etapas do método de trabalho são utilizadas técnicas de coleta de dados. O Quadro 7 ilustra isto.

Quadro 7 - Técnicas de coleta de dados utilizadas em cada etapa do método de trabalho

Etapa do Método de Trabalho	Técnica de Coleta de Dados
Análise preliminar da literatura	Pesquisa bibliográfica
Proposição de um framework conceitual	Entrevistas semiestruturadas
Planejamento dos casos	Não aplicável
Conduzir teste piloto	Entrevistas semiestruturadas e observação direta
Coletar os dados	Documentação; Entrevistas semiestruturadas e observação direta
Analisar os dados	Transcrição das Entrevistas
Proposição de um conceitual validado	Não aplicável
Elaboração do relatório	Não aplicável
Conclusões	Não aplicável

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Para a análise individual dos casos, foi realizada, inicialmente, uma análise dos dados coletados com o objetivo de agrupá-los em categorias dentro do framework inicialmente proposto. Concluída a primeira fase, os relatos de cada caso foram enviados para os entrevistados de cada empresa com um pedido da avaliação da análise de dados desenvolvida. Este procedimento tem como intuito verificar a conformidade dos resultados à realidade observada, bem como garantir a validade interna dos dados.

Em seguida, as descobertas dentro de cada uma das categorias dos casos individuais foram comparadas entre si, por meio de análise cruzada de dados, com o objetivo de identificar possíveis similaridades ou diferenças entre os padrões de resposta associados a cada empresa. Estes esforços estão relacionados à obtenção da validade externa dos dados.

Por fim, os resultados emergentes das evidências empíricas, decorrentes da análise cruzada de dados, geraram uma síntese de framework proposto, a fim de identificar oportunidades de consolidação ou discussão dos conceitos, premissas e relações propostas no framework inicial. Isso permitiu a proposição de um framework geral para analisar como a modularização de produto pode proporcionar a capacidade de CM, através do sistema de atividades da empresa, para obtenção da vantagem competitiva nas organizações.

4 ESTUDOS DE CASOS

Neste capítulo são apresentados os casos estudados a partir das informações levantadas através de: i) observação direta do pesquisador nos locais de estudo; ii) documentações internas das empresas disponibilizadas para o trabalho; iii) documentos públicos das empresas disponíveis para a sociedade como os relatórios de relacionamento com os investidores; e iv) entrevistas realizadas com profissionais das empresas estudadas a partir do instrumento de coleta apresentado no Apêndice A deste trabalho.

4.1 Caso 1: EMPRESA A

Para o levantamento das informações sobre o caso da Empresa A, foram realizadas quatro entrevistas em dois encontros. O primeiro encontro contou com a participação do Gerente Industrial e do Coordenador de Comunicação. Já o segundo com o Diretor de Compras para a América do Sul e com o Chefe da divisão de componentes do *power train*. A partir disto, as entrevistas foram transcritas e a análise das mesmas foi feita à luz do framework conceitual proposto.

4.1.1 Apresentação da empresa

Em 1902, a Empresa A iniciou a produção de veículos pesados, setor em que é uma das líderes mundiais. As operações de P & D estão localizadas principalmente na Europa, com cerca de 3.600 funcionários. O foco é desenvolver produtos e soluções para a demanda específica dos clientes. Além disto, a empresa possui linhas de montagem em mais de dez países, distribuídas em quatro continentes. Com mais de 45.000 funcionários (sendo 13.900 alocados apenas na área industrial), sua área de atuação estende-se por mais de 100 países.

A unidade produtiva alvo do estudo localiza-se em São Bernardo do Campo, município do estado de São Paulo, possui cerca de 2.900 funcionários e o volume médio de produção é de 80 veículos/dia, sendo 100% customizados. Responsável pela montagem dos produtos que são comercializados no mercado nacional e em mais 35 países, a unidade também fabrica três dos quatro principais componentes para montagem de um caminhão: motor, cabine e eixo. A caixa de câmbio (quarto principal componente) é importada de uma das unidades de fabricação de componentes localizada na Argentina.

A modularização na Empresa A iniciou muito cedo, após a união da empresa com a

Vabis em 1911. Esta união concentrou suas atividades na produção de caminhões, iniciando como base os novos motores econômicos de quatro mudanças, construídos por volta de 1920. Os novos motores permitiam diferentes compressões com a mudança dos pistões e assim os clientes podiam fazer as adaptações de seus motores ao combustível mais vantajoso: gasolina, mistura de álcool com gasolina ou álcool puro. Essa série de motores propiciou a construção modular que, com o passar dos anos, daria aos clientes da Empresa A inúmeras possibilidades de escolhas e vantagens (HETTING; TUNBERG, 2016). O processo de modularização evoluiu no decorrer dos anos e a partir da década de 1980, quando o novo programa Empresa A foi introduzido, iniciou-se a fabricação de um produto inteiramente baseado em módulos, sendo a modularização implementada nos motores, nas caixas de câmbio, nos eixos e chassis e nas cabines (PERSSON; AHLSTROM, 2006).

A partir de 1995, com o lançamento da série 4 de caminhões, a estratégia da modularização passou a ser global na empresa, os componentes que são fabricados e montados no Brasil são os mesmos da matriz localizada na Suécia ou de outras fábricas localizadas em outros países, o que influencia diretamente na flexibilidade da empresa, pois é possível fazer um equilíbrio de produtividade entre as plantas. Um exemplo que pode ser citado é que devido ao desaquecimento do mercado europeu em 2008, parte da produção da fábrica brasileira foi transferida para as unidades europeias e atualmente, em razão da desaceleração do mercado brasileiro, há um volume de exportação maior, auxiliando a empresa também no quesito de manter os níveis de produção, produtividade e o quadro de profissionais.

4.1.2 Vantagem competitiva

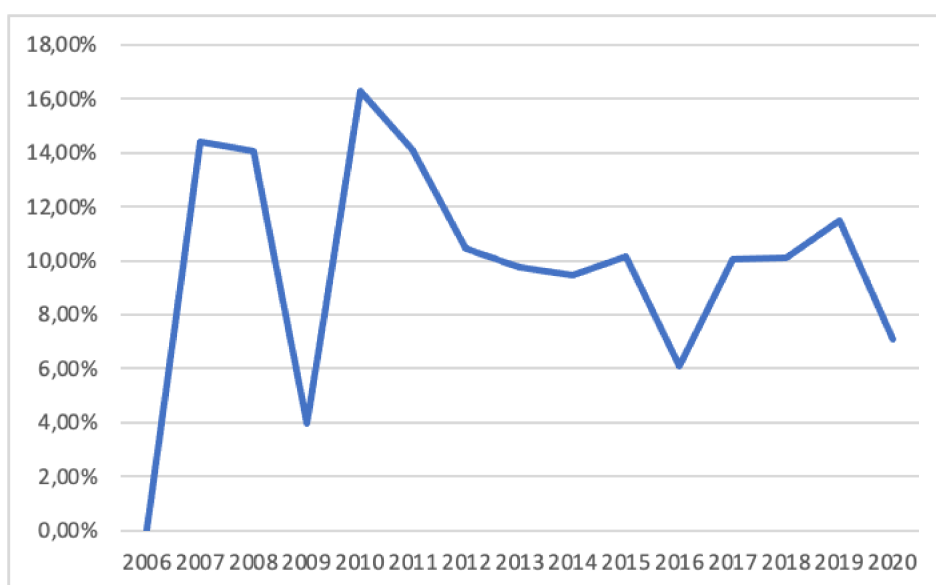
A Empresa A tem como visão fornecer a ele soluções de transportes seguros, sustentáveis e eficientes a seus clientes. Com isso, o posicionamento estratégico da empresa é entregar ao mercado o caminhão adequado para a aplicação desejada. Isso é possível a partir de um profundo conhecimento dos ambientes de utilização de seus produtos e do projeto modular que permite estes ajustes sem maiores custos ou complexidades para o sistema empresarial.

O entendimento das possíveis aplicações dos produtos no que diz respeito às variáveis como geografia, clima, topografia, carga a ser transportada, entre outros, faz com que as soluções desenvolvidas possam atender a diversas condições sem a necessidade de realizar projetos específicos para cada necessidade dos clientes. Além disso, o conceito modular permite que as customizações sejam desenvolvidas e implantadas nos produtos sem aumentos relevantes de custos e complexidades para a empresa, uma vez que as interfaces entre os

módulos e partes que, porventura, variam para atender a determinadas características são padronizadas.

Este posicionamento para obtenção da vantagem competitiva pode ser avaliado pelas três variáveis apresentadas por Brito (2002) para mensurar a vantagem competitiva: lucratividade, Market Share e Eficiência Operacional. A lucratividade da empresa, conforme apresentado na Figura 16, pode ser analisada em dois períodos no últimos 10 anos: i) entre 2007 e 2011 a empresa manteve-se consistentemente no nível de 14% de lucratividade, salvo o ano de 2009, em que o volume de venda teve uma queda superior a 30%; ii) entre 2012 e 2020 a empresa atingiu um patamar de 10% de lucratividade que é explicado pelo aumento nos investimentos da atualização tecnológica dos produtos da empresa ainda não refletida em aumento de valor percebido pelo mercado, com exceção do ano de 2020, em que o resultado foi impactado pela Pandemia da COVID-19.

Figura 16 - Lucratividade da Empresa A nos últimos 14 anos



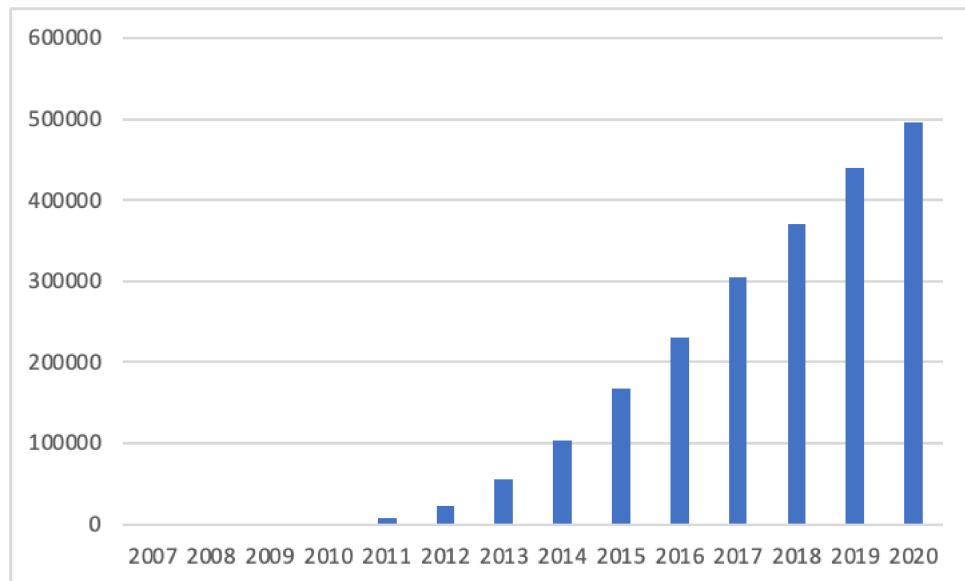
Fonte: Documentação interna da empresa.

Desde 2012, a Empresa A investiu para posicionar-se no futuro crescimento. Apesar desse nível de investimento mais alto e de um clima de negócios silencioso, o lucro operacional situou-se acima de 8 bilhões de coroas suecas nos primeiros anos a partir deste movimento e acima de 12 bilhões de coroas suecas no último triênio (2017 a 2019), excluindo-se 2020. Esses investimentos referem-se basicamente ao desenvolvimento dos veículos conectados. A Figura 17 apresenta a evolução do número de veículos conectados pela Empresa A rodando pelas estradas do mundo.

A variável lucratividade pode ser questionada, tendo em vista que existem fatores

exógenos ao ambiente empresarial que influenciam nestes resultados como a disponibilidade de financiamento e o crescimento econômico dos mercados. No entanto, a avaliação do desempenho da Empresa A neste indicador demonstra a consistência dos resultados obtidos pela empresa e a solidez da vantagem competitiva da mesma ainda que seja em períodos de dificuldades do mercado.

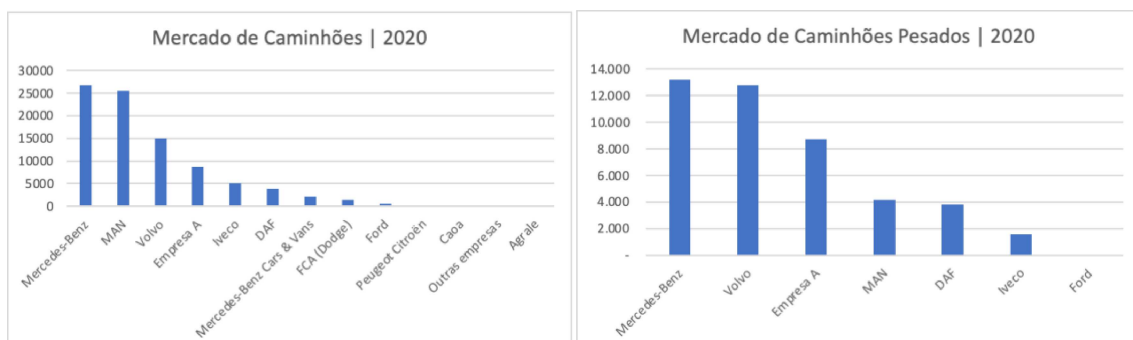
Figura 17 - Número de veículos conectados Empresa A rodando nas estradas



Fonte: Documentação interna da empresa.

Já em termos de participação de mercado, a Empresa A é a quarta empresa no mercado de caminhões atrás de Mercedes-Benz, MAN e Volvo. No entanto, a participação da empresa neste mercado aumentou de 7,3% em 2015 para 9,7% em 2020. Além disso, analisando-se apenas o mercado de caminhões pesados a empresa se posiciona na terceira colocação em licenciamento de veículos atrás de Mercedes-Benz e Volvo. A Figura 18 apresenta a participação das empresas no mercado brasileiro de caminhões e no segmento de caminhões pesados em 2020.

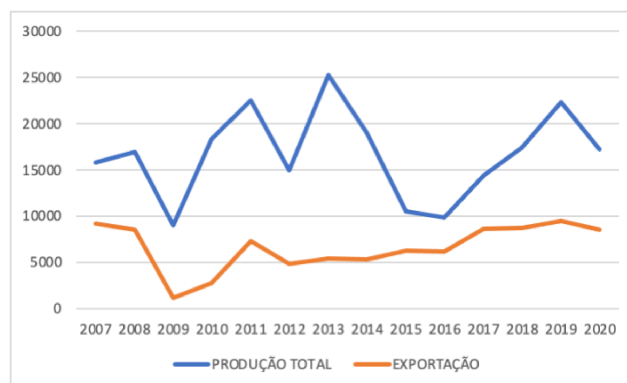
Figura 18 - Licenciamento de caminhões no Brasil em 2020



Fonte: ANFAVEA (2017).

Por fim, no que diz respeito à eficiência operacional percebe-se que, muito em função do projeto modular de produtos, a empresa consegue manter, dentro de certos limites, os níveis de produção e empregos ao longo dos anos a partir da produção nas diferentes plantas independente do mercado de destino. Assim, os produtos finais montados em quaisquer das unidades produtivas da Empresa A são comercializados em todos os mercados onde a empresa atua. Isto significa que a empresa possui um produto global, como enfatiza o Sr. Diretor de Compras: “um produto da Empresa A é sempre um produto da Empresa A, independente de onde ele foi montado”. Este fato contribui para otimização da utilização da capacidade instalada, pois se pode direcionar um maior volume de produção para as unidades que estão ociosas. A título de ilustração, desde 2007 a planta de São Bernardo (SP) tem mantido níveis de produção acima das 9000 unidades por ano. Isso só é possível em função do projeto modular dos produtos que permite que a empresa exporte parte da produção. Neste período de 14 anos (desde 2007), em 10 anos a produção da planta teve mais de um terço do volume destinado à exportação (Figura 19).

Figura 19 - Produção total e exportação realizada pela planta de São Bernardo (SP) da Empresa A



Fonte: Documentação interna da empresa (2017).

Na verdade, a consolidação do projeto modular, que permite que um veículo produzido em qualquer planta do mundo seja enviado para qualquer mercado, faz com que a empresa consiga manter e melhorar os níveis de eficiência operacional continuamente, como destaca o Coordenador de Comunicação: “o conceito de produção global possibilita um intercâmbio de componentes também global. Dessa forma, podemos combinar a nossa capacidade instalada em todas as plantas, a fim de melhor atendermos as necessidades do mercado, com os menores custos possíveis”. Percebe-se que, nos últimos 10 anos, a planta brasileira reduziu o nível de exportação em duas situações: i) falta de demanda do mercado europeu em 2009 e 2010; e ii)

falta de capacidade da planta em função da elevada demanda do mercado interno em 2013 e 2014.

Em suma, percebe-se a influência do projeto modular e da forma como a empresa utiliza o mesmo para obtenção da capacidade de customizar em massa para apropriar-se de valor e obter vantagem competitiva. Isso reflete diretamente nas variáveis que mensuram o nível de vantagem competitiva. Esse raciocínio é corroborado pelo Diretor de Compras para a América do Sul:

“Hoje possuímos cerca de 25% do mercado brasileiro de caminhões pesados. Entendemos que isso é consequência da combinação de termos um produto customizado, mas com menores custos na cadeia produtiva, reflete em rentabilidade da empresa. Se observarmos a Empresa A comparada com Mercedes, Volvo e Volkswagen ela tem outra dimensão agora. Mas historicamente ela sempre foi pequena. Entre os cinco fabricantes de caminhão, a Empresa A era a menor. E como ela sempre conseguiu se manter competitiva e forte e crescendo? Porque tem um diferencial. O mercado sabe que a solução Empresa A é a adequada para aquele tipo de aplicação. Pode até ser mais caro na aquisição, mas a rentabilidade que ele gera compensa o investimento”.

4.1.3 Apropriação de valor

A percepção de valor no mercado de caminhões está diretamente relacionada ao desempenho econômico gerado pela solução apresentada aos clientes. Em termos de custos, existe uma preocupação com a questão dos custos de operação para cliente, em que a maior influência da Empresa A é sobre fatores como combustível, reparos e custos de manutenção, o valor residual do veículo e o custo e disponibilidade de financiamento. No lado da receita, veículos de alta qualidade e serviços certos maximizam o tempo de operação e aumentam o lucro dos clientes.

Tendo isso em mente, o modelo de negócio da Empresa A propõe ao mercado entregar a solução mais adequada para a aplicação requerida. Com isso, ao procurar um revendedor Empresa A o cliente escolhe dentre uma série de opções de produtos, e é instigado a responder um conjunto de questões sobre a utilização futura do produto desejado. A partir disto, o sistema modular da empresa, conectado com a lógica de vendas, apresenta a melhor opção de caminhão para a demanda do cliente. Para isso, o cliente responde a questões como: i) tipo de operação que se refere ao tipo de percurso que o veículo fará; ii) tipo de aplicação que diz respeito ao tipo de carga que será transportada; iii) tipo de caminhão que indica o tipo de caixa de carga que irá utilizar; iv) configuração da tração; v) tipo de cabine; e vi) modelo específico da cabine.

O Diretor de Compras para a América do Sul explica a dinâmica proposta pelo configurador de produto da Empresa A:

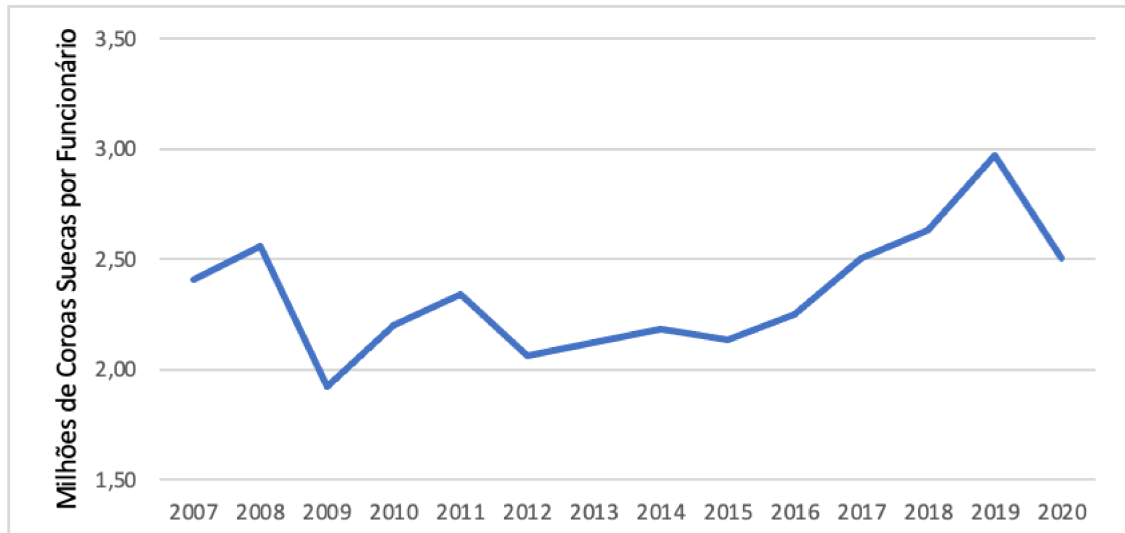
“Dizer para o cliente que temos modularização não vai mudar a vida dele. Mas se você falar que você tem um produto, otimizado para a aplicação dele... que o benefício dele vai ser eficiência, não interessa como que você fez produto, ele vai querer um produto eficiente e um produto que vale o que ele está investindo. Para isso, existe uma ferramenta que é uma combinação de variáveis do uso do veículo como o clima, a topografia, a velocidade média e o tipo de carga. Então se o cliente fala ‘bom, vou carregar geladeira’, você vai usar um caminhão com suspensão a ar. Já se o trajeto a ser percorrido usualmente é uma região serrana, você precisa de um caminhão com relação de marcha curta e com alta potência, pois vai pegar subida e conseguir manter velocidade média. Caso tenha muita descida trajeto então precisa ter um freio retarder para economizar freio. Enfim, isso é uma ferramenta de vendas”.

Desta forma, a empresa propõe a diferenciação em relação aos concorrentes, tendo em vista que a venda parte para a entrega de uma solução ajustada à necessidade do cliente. Com isto, tem-se um produto derivado da entrega desta solução e não o usualmente praticado no mercado que é a busca de um produto para resolver determinada situação. Isto só é possível em função de um projeto modular que perpassa os diversos níveis da organização, chegando inclusive ao canal de venda. Assim, mesmo que tenha a possibilidade de ampliar a capilaridade dos canais de venda a partir de ferramentas web, como o site da empresa ou redes sociais, a empresa opta por manter a venda apenas a partir do revendedor. Isto tem relação com a gestão de conflitos no canal de venda, porém, é possível vislumbrar que o sistema está preparado, em função da integração com o conceito de modularização de produto e da capacidade de customização em massa, para aplicar os canais de acesso ao mercado. Nesse sentido, mesmo que o conceito de modularização ainda não tenha impactado de forma mais direta no relacionamento dentro do canal de venda ou mesmo modificado estes, este movimento tem as bases consolidadas e pode ser realizado pela empresa quando a mesma julgar pertinente.

Já no que diz respeito à mensuração da apropriação de valor por parte da empresa, percebe-se que a variável preço sofre pouca influência com conceito de modularização, dado que os preços neste mercado são balizados pelos concorrentes. No entanto, a capacidade de CM, traduzida pela entrega de uma solução específica para o cliente, geralmente posiciona a Empresa A com um preço superior aos concorrentes, tendo em vista que a mesma apresenta uma solução mais ajustada à aplicação necessária. Por sua vez, os custos de aquisição dos componentes e fabricação dos produtos tendem a ser reduzidos uma vez que a empresa consegue operar com uma quantidade menor de componentes a serem adquiridos e, por conseguinte, com um número menor de fornecedores. Isso faz com que a escala de compras aumente e, com isso, seja possível reduzir o custo unitário de aquisição. Além disso, conforme demonstrado anteriormente, a manutenção dos níveis de produção e funcionários, em função do equilíbrio dos volumes com a exportação, faz com que a empresa possa ter estabilidade de

volumes no sistema produtivo permitindo uma manutenção e melhoria dos níveis de produtividade e, conseqüentemente, uma redução dos custos de fabricação. A Figura 20 apresenta a evolução do faturamento por funcionário da empresa nos últimos 14 anos.

Figura 20 - Faturamento por funcionário



Fonte: Documentação interna da empresa.

Cabe destacar que apesar de o indicador apresentar uma pequena queda (cerca de 10%) a partir dos melhores valores obtidos nos anos de 2007 e 2008, isso é explicado pela estratégia da empresa de investir na contratação de profissionais para o desenvolvimento da tecnologia dos veículos conectados a partir de 2012. Esses veículos contam com tecnologia capaz de controlar o uso do equipamento, fornecendo relatórios gerenciais e indicações de melhorias para a utilização, bem como análise de variáveis de funcionamento para indicar a necessidade de manutenção preventiva. Isso está diretamente relacionado à visão da empresa de que a sustentabilidade e a rentabilidade vão de mãos dadas e, para tal propósito, fornecer ao cliente o veículo certo de alta qualidade e os serviços certos no momento certo são os pontos de partida. Com isso, o desenvolvimento dos veículos conectados tem o objetivo de entender as necessidades dos clientes (empresas de transporte) e as demandas de seus clientes (compradores de serviços de transporte). Através desta visão, a Empresa A pode adaptar soluções que eliminam o desperdício e melhoram a eficiência em todo o fluxo de transporte. Assim, os dados operacionais do veículo obtidos através dos veículos conectados nos ajudam a desenvolver os veículos e serviços da empresa. A partir da estabilização deste processo de inserção de novos profissionais, é possível visualizar o ganho de produtividade nos últimos 5 anos. Este resultado tem uma pequena queda oriunda da instabilidade de demanda a partir da Pandemia da COVID-19.

4.1.4 Capacidade de CM

Dentro desta proposta de modelo de negócio que propõe entregar ao cliente a solução mais adequada para a sua necessidade, a empresa objetiva uma comunicação com o mercado que simboliza um projeto customizado para o cliente. Aliando esta forma de dialogar com os interessados com o projeto modular de produto a empresa consegue disponibilizar conceitualmente ao mercado milhões de opções de produtos a partir da combinação de um conjunto menor de componentes, como explica o Chefe da divisão de componentes do power train:

“Usando como exemplo um cliente que possua vários caminhões de modelos diferentes. Se eles forem todos Empresa A, eles terão em grande parte as mesmas peças. O projeto modular do produto nos permite fazer com, aproximadamente, 20 mil peças 3 milhões de combinações. Isso só é possível em função da modularização. Por exemplo, o tanque de combustível tem de várias capacidades. Porém, analisando-se o redondo de alumínio, mesmo com as várias capacidades, a tampa e o quebra ondas são os mesmos. O que muda é apenas a largura da chapa de alumínio. Não se tem um tanque de um jeito, um tanque de outro jeito, um tanque do outro”.

Com isso, a modularização permite à empresa customizar ao extremo a oferta de produtos. No entanto, para fins de gestão do portfólio e obtenção de fato da capacidade de CM, a Empresa A opta por controlar o portfólio a ser oferecido ao mercado. Desta forma, mesmo sendo possíveis mais de 3 milhões de produtos finais a partir da combinação das partes existentes, a empresa define o portfólio a ser ofertado em um número bem inferior a este. Apesar desse detalhe, o cliente não visualiza este aspecto como falta de opção, pois o cerne da capacidade de CM da empresa está na forma como ela se comunica com o comprador. A lógica de fazer com que o cliente responda uma série de questões sobre a futura utilização do veículo e, a partir disso, apresentar ao cliente o produto adequado para aquela necessidade, faz com que ele tenha uma sensação de ter sua necessidade plenamente atendida. Essa visão é reforçada pelo Gerente Industrial:

“Quando falamos em customização, temos que encontrar um ponto de equilíbrio entre aquilo que o cliente pretende investir versus aquilo que ele tem como expectativa do produto. Em tese, poderíamos oferecer a customização total do produto, mas quanto iria custar isso? Será que os benefícios alcançados pela customização 100% compensariam o valor do investimento, do ponto de vista do cliente”?

Ainda assim, caso o cliente queira modificar algo no produto ofertado a partir do configurador de produto, existe a opção de fazer essa personalização dentro da Empresa A. Para itens solicitados que ainda não estão contemplados no configurador, é necessário que haja uma análise pela área de Pesquisa e Desenvolvimento do Produto, a fim de avaliar a viabilidade

técnica da produção dos mesmos. Além disto, também são realizadas reuniões envolvendo as áreas de marketing e finanças no sentido de diagnosticar o preço e a rentabilidade das vendas. Caso o projeto do novo produto, ou componente, seja aprovado, a área de compras irá desenvolver os fornecedores para cada componente e, em paralelo, a área produtiva começa os preparativos para a montagem. Conforme explica o Gerente Industrial:

“Hoje introduzimos, só na linha final de montagem, de oitenta a cem modificações no produto por mês. Podem ser novas variantes, variantes antigas que não são mais utilizadas ou podem ser melhorias do produto. Nosso produto está em constante evolução. O Empresa A de hoje é melhor que o de ontem”.

Outra possibilidade de customização envolve as necessidades específicas dos grandes clientes. Neste caso, um engenheiro de desenvolvimento da Empresa A desloca-se para a empresa cliente a fim de identificar quais as suas necessidades e quais as aplicações do produto a ser customizado. De posse das informações, a área de Pesquisa e Desenvolvimento irá se esforçar para atender às exigências de customização a partir da gama de itens já padronizados e montados sob a perspectiva modular.

Caso não haja possibilidade de se utilizar itens padrões, é realizado um novo projeto para suprir as necessidades. Devido à complexidade para atendimento de produtos, esta situação é preferencialmente evitada, pois irá implicar em ações diferenciadas associadas ao projeto, fabricação e montagem do novo produto ou item. Além dos custos envolvidos, o tempo compreendido entre o início dos trabalhos e a aprovação do cliente para posterior fabricação e montagem pode demandar meses. A este respeito, comenta o Gerente Industrial:

“Nós trabalhamos com dois tipos de pedido: ‘A’ Order e o ‘S’ Order. O ‘A’ Order é o pedido normal, utilizando as variantes padronizadas e que gerará as milhões de combinações disponíveis. São pedidos que seguem a rotina, que seguem o percurso normal desde a colocação do pedido até a entrega do produto. Porém, existem pedidos que têm características muito especiais, que não estão dentro do range – um ‘S’ Order (Special Order). Um pedido especial é tratado e acompanhado de forma totalmente à parte, por uma organização específica, quase que artesanalmente. Neste último caso, o tempo empreendido vai depender da complexidade do pedido. Desde algo que seja simplesmente uma adaptação de um componente já existente, até o desenvolvimento de uma solução totalmente nova”.

A empresa oferece essa opção, não como praxe, mas caso o cliente insista em alguma configuração diferente para a sua aplicação em específico. Para isso, é cobrado um valor adicional do cliente e o prazo de entrega é ampliado. No entanto, essa personalização é realizada dentro da planta, em um setor separado chamado FFU (fit for use), como explica o Diretor de Compras para a América do Sul:

“A gente tem uma área que chama FFU, Fit For Use. São adaptações que o cliente compra no mercado, como por exemplo o climatizador. O cliente vai em uma empresa qualquer, coloca uma borracha que pode dar infiltração ou inventa um chicote que, possivelmente, vai dar problema na parte elétrica, etc. Então o que a gente faz? Então

a gente toma os cuidados de qualidade e faz a interface a modo Empresa A, que vai garantir que não vai ter um problema”.

Desta forma, mesmo com projeto modular e a venda da solução a partir de um conjunto de informações, a empresa disponibiliza a possibilidade de customizar ao máximo o produto para o cliente. Isto, obviamente, vem associado a um valor a ser investido pelo mesmo com um aumento do prazo de entrega, mas com a garantia de qualidade da empresa. No entanto, o tamanho desta área corrobora com a eficiência da empresa em traduzir a modularização de produtos na capacidade de CM, pois, atualmente, a área chamada FFU possui um espaço disponível para, no máximo, dois produtos, sendo que os produtos permanecem na área cerca de 3 dias. Isso ratifica a pequena proporção que a mesma tem em relação à produção da empresa que em 2017 foi de aproximadamente 40 veículos por dia.

Assim, a empresa consegue entregar produtos customizados na percepção do mercado com custos competitivos, pois, sem grandes variações, a empresa consegue aumentar sua produtividade, e com prazo de entrega reduzido frente a concorrentes que farão customizações nos seus produtos.

4.1.5 Sistema de atividades

Com o intuito de compreender como a empresa organiza o sistema de atividades para obtenção da capacidade de CM a partir da modularização de produtos, buscou-se conceber as interações deste conceito dentro das seguintes atividades: i) gestão de marca; ii) desenvolvimento de produtos; iii) desenvolvimento de processos; iv) suprimentos; v) produção; vi) vendas e; vii) pós-vendas.

4.1.5.1 Gestão de marca

Feito sob medida para qualquer necessidade. Este é o slogan da Empresa A no que diz respeito ao posicionamento da marca. A Empresa A oferece soluções sob medida para uma ampla gama de aplicações diferentes, o que, segundo a empresa, permite satisfazer demandas específicas de várias indústrias, desde mineração, silvicultura, sistemas de ônibus até distribuição de varejo e tratamento de resíduos. Ao usar dados em tempo real dos seus veículos conectados, ela consegue ampliar as possibilidades de adaptar soluções otimizadas para todos os tipos de tarefas de direção.

Em estreita cooperação com diferentes indústrias e clientes selecionados, a Empresa A analisou os dados relevantes para cada aplicação e atividade de condução e também monitorou

rotas típicas e padrões de transporte para desenvolver produtos e soluções verdadeiramente focadas em aplicações que ofereçam eficiência aprimorada, alta desempenho e menor impacto ambiental.

Estas recomendações de especificação cuidadosamente feitas são possíveis graças aos dados operacionais e de desempenho coletados pela extensa rede de veículos conectados da Empresa A. A partir desses dados, extraiu-se a inteligência necessária para otimizar o veículo do cliente e sua manutenção. Os dados também são usados para otimizar o processo de vendas quando os clientes procuram substituir ou aumentar a qualidade de sua oferta.

Assim, a Empresa A vê todos os veículos como uma unidade de produção. O mais adequado é para suas funções únicas e quanto mais suportado é por serviços personalizados, maior o potencial do cliente para obter um retorno sobre seu investimento. O modelo de negócios é sobre compreensão e melhoria dos aspectos de custo e receita das aplicações ou indústrias em que os clientes operam. Assim propõe-se adaptar soluções que otimizem os veículos e serviços para as operações dos clientes à geração de receita e minimizem os custos dos mesmos.

4.1.5.2 Desenvolvimento de produtos

A modularização representa o elemento fundamental para viabilizar a CM na Empresa A, pois permite oferecer um leque muito grande de opções de configuração de produtos a partir de um mix reduzido de itens projetados. Como afirma o Sr. Diretor de Compras, “[...] caso oferecêssemos a customização sem modularização, nossos custos de desenvolvimento, administração, estoque e produção seriam muito mais elevados, inviabilizando muitas das alternativas que oferecemos hoje”.

Desta forma, o conceito de modularização existente no projeto dos produtos também é utilizado no processo de desenvolvimento de produtos. Mesmo sendo centralizado na Suécia, o processo é pensado por módulos em que seus mais de 3600 funcionários trabalham em equipes focadas no desenvolvimento dos módulos específicos, tais como: cabine, caixas de velocidade, motores, estrutura, etc.

Isso se torna eficaz, pois o sistema modular está baseado em três pilares: i) interfaces padronizadas: as interfaces padrão são a base da modularização. Elas são projetadas de tal maneira que não mudam ao longo do tempo. De acordo com a abordagem de introdução contínua da Empresa A, isso permite instalar novos componentes que melhoram o desempenho do produto sem a necessidade de alterar os componentes e a estrutura circundantes. Como

exemplo, a Empresa A poderia introduzir os motores Euro 6 sem ter que trocar a cabine; ii) para a mesma necessidade, solução idêntica: vários componentes são os mesmos, apesar de diferentes aplicações. A variável da cabine mais curta pode ser necessária para maximizar a capacidade de carga, tanto no serviço de distribuição de luz quanto em um caminhão pesado que funciona em uma mina. As mesmas necessidades sempre devem resultar em soluções idênticas; e iii) etapas de desempenho equilibradas: as etapas de desempenho selecionadas são bem balanceadas para corresponder às necessidades específicas do cliente. Isso resulta em diferenças nos tamanhos de cabine, na saída do motor, nas forças de armação e no número de eixos. O P&D da Empresa A avalia continuamente como aprimorar o sistema modular para que a Empresa A tenha o menor número possível de peças e a maior seleção possível de variantes em seu portfólio de produtos para dar a cada cliente um produto otimizado. Assim, essas equipes podem focar no desenvolvimento de melhorias destes módulos e, conseqüentemente, de todo o portfólio de produtos.

Existe ainda uma preocupação constante com a revisão dos produtos ou componentes a serem disponibilizados para um determinado mercado. Esse processo inicia-se na identificação de uma necessidade que ainda não foi atendida, e que pode ser suprida por meio das variações existentes de alternativas modulares.

Estas tarefas são realizadas pelas áreas de Planejamento de Vendas e Inteligência de Mercado, por meio de workshops e seminários com clientes para identificar quais são as características que um produto deveria oferecer para satisfazer suas necessidades. A seleção dos itens tem um forte cunho regional, pois há exigências diferentes de acordo com a região que será atendida, conforme explica o Chefe da divisão de componentes do power train:

“Um exemplo bem prático: aquecimento no banco do motorista. É uma resistência que aquece o assento e o encosto do banco. Esse opcional nunca foi montado em nossa unidade brasileira. Era montado quase que exclusivamente para clientes de países com inverno rigoroso, como a Finlândia, Suécia e Noruega. Só que, numa dessas clínicas, chegamos à conclusão que motoristas brasileiros que trafegam pelos Andes enfrentam temperaturas bastante similares. Assim, passamos a estudar a possibilidade de oferecer esta opção. Em alguns casos avaliamos o custo objetivo do opcional – valor que faz com que o cliente passe a considerar sua compra. A partir desse momento, essa variante passa a ser válida para montagem para os mercados atendidos por nossa fábrica”.

A identificação apurada dos itens que serão disponibilizados para definir a extensão da customização dos produtos é importante para não gerar impactos logísticos e industriais, os quais elevam os custos operacionais respectivos, como explica o Chefe da divisão de componentes do power train:

“A partir do momento que oferecemos um opcional para um cliente, para um mercado, essas peças precisam estar rapidamente disponíveis nos concessionários, pois em caso de quebra ou acidente, precisamos estar preparados para substituí-las

imediatamente. Tal disponibilidade se traduz em custo de capital pra atender uma eventual quebra daquele componente, além dos custos decorrentes da preparação da linha de montagem para aquele componente específico, com ferramentas, treinamento e pessoal”.

Por outro lado, como fruto das atividades de inovação, periodicamente, há a inclusão de novos itens, sob a perspectiva de inovação dos produtos. Os novos itens, todavia, apenas serão incluídos nas linhas de montagem a partir dos resultados de pesquisas de mercado que indiquem a percepção do cliente acerca da agregação de valor ao produto acabado por meio de sua produção, conforme explica o Chefe da divisão de componentes do power train:

“Há muitos anos atrás só montávamos veículos com roda raiada – uma roda mais pesada, mais complexa, que demandava muita manutenção. Surgia então, a opção da roda disco, para pneus sem câmara – mais barata, mais simples e mais segura. Só que existia uma barreira: todas as borracharias de beira de estrada do Brasil habituais com roda raiada não estavam preparadas para reparar pneus com roda disco, criando insegurança para o futuro comprador. Sendo assim, decidimos introduzir o opcional gradualmente, iniciando na época com 1% de participação até que dois, três anos depois praticamente eliminamos a roda raiada da gama de opcionais para o mercado brasileiro”.

Atualmente, a empresa possui os seguintes focos da área de P&D: i) tecnologia do motor de combustão: para permitir que os transportadores e as empresas de ônibus reduzam as emissões de CO₂, o consumo de combustível e melhorem o tratamento posterior; ii) digitalização: a Empresa A está fazendo um investimento significativo na conectividade. Os veículos conectados nos permitem obter uma enorme quantidade de informações valiosas em tempo real, o que nos permite adaptar serviços para atender às necessidades específicas dos clientes. É possível reduzir o consumo de combustível, desenvolvendo uma melhor compreensão do estilo de condução de cada motorista, enquanto a manutenção da Empresa A com planos flexíveis significa que os veículos só são chamados para atendimento quando os dados operacionais indicam que a manutenção é necessária; iii) soluções de transporte autônomo: o trabalho com automação inclui o desenvolvimento de veículos auto dirigentes que interpretam comandos de alto nível; e iv) eletrificação: caminhões e ônibus elétricos e híbridos, combinados com estradas elétricas, mostram que esta tecnologia está em estágio maduro, perto de se tornar realidade comercial.

4.1.5.3 Desenvolvimento de processos

No que tange ao desenvolvimento de processos, o posicionamento da empresa é que os mesmos devem estar preparados para as mudanças que ocorrerão nos produtos em função das melhorias e inovações a serem realizadas. Assim, a preferência da Empresa A é por processos flexíveis e que possam ser facilmente adaptados à característica do produto que está sendo

produzido. O Gerente Industrial explica:

“A tecnologia CNC é aplicada basicamente nos processos de usinagem. Na montagem final temos algumas máquinas inteligentes, que recebem a especificação do produto e passam a produzir os componentes atendendo àquela demanda específica. Como, por exemplo, toda a tubulação de ar comprimido. O feixe é cortado, utilizando os diversos diâmetros de tubos, dependendo do tamanho do chassi e seus componentes”.

Além disso, a empresa adota o princípio da manufatura celular, conforme destaca o Gerente Industrial: “Nós dividimos a linha em cinco grandes áreas, ou funções. Cada função tem uma especialidade e é basicamente uma célula com postos de montagem”. Assim, a Empresa A entende que consegue ampliar o conceito de modularização do produto para o processo, isto é, o processo está pensado para ser rapidamente modificado a partir da reconfiguração de processos (como os CNCs) e/ou sequência de operações (leiaute das células).

A empresa desenvolveu internamente os principais sistemas para dar o apoio à área produtiva. Neste sentido, três dos principais sistemas são: MC (Material Control), Simas, e Mona. O MC é responsável pelo planejamento e controle das necessidades de materiais (atuando como um MRP). O sistema Simas tem como objetivo prover o apoio para movimentação de materiais. Por sua vez, o sistema Mona possui o propósito de lidar com a montagem de componentes.

Sob a perspectiva do Gerente Industrial, todavia, a tecnologia de informação não representa um elemento condicional para a Capacidade de CM, ainda que represente um importante suporte para gerenciar o fluxo de informações, reduzir o tempo para tomada de decisões (por meio de sistemas de informação), construir cenários de planejamento e garantir a qualidade, por meio de controles estatísticos. Conforme ele enfatiza:

“Eu não vejo a tecnologia como fundamental na customização. A customização depende de um processo bem elaborado, claro e estável. A tecnologia pode fazer parte desse processo ou não. Podemos muito bem ter um processo customizado, inteligente e enxuto sem que haja necessidade de tecnologia para controlá-lo”.

4.1.5.4 Suprimentos

Devido ao número de mercados atendidos e às especificidades de cada mercado, não é viável possuir apenas fornecedores locais para suprir certos itens customizados. De acordo com o Sr. Diretor de Compras:

“Atendemos vários mercados do mundo como a Ásia e África. Esses mercados têm características próprias, sejam por questões legais, convenções do mercado ou condições de operação que demandam opcionais de forma muito pontual, de consumo anual muito baixo. Nesses casos, desenvolvemos um fornecedor global que atenda a todas as fábricas Empresa A”.

Desta forma, a proximidade das instalações físicas dos fornecedores não constitui, para a Empresa A, um pré-requisito para a CM. Por outro lado, quanto mais próximos os fornecedores estiverem da unidade produtiva, maior será o potencial de flexibilidade e menores serão os custos associados a estoques. Com a modularização houve a redução no número de fornecedores, pois o mesmo fornecedor que fornece componentes para a unidade da Suécia fornece para o Brasil e fábricas no mundo inteiro; para garantir a estratégia de produção, normalmente a empresa trabalha com dois fornecedores por componentes devido às condições dos próprios fornecedores, caso haja algum problema com um deles, o outro supre a necessidade da entrega. A grande maioria dos fornecedores é responsável por entregar somente componentes para a Empresa A, porém, alguns fornecem módulos completos, como o tanque de combustível e a bomba de óleo.

Esta realidade impõe um grande desafio para a área de logística, pois é necessário controlar o desempenho de mais de oitocentas empresas fornecedoras que entregam mais de 20.000 tipos diferentes de itens (em um caminhão existem, em média, três mil peças), sendo que cerca de seiscentas destas empresas se localizam no exterior.

Como se trabalha com estoques mínimos de matéria-prima e considerando que os tempos de ressuprimento de cada empresa são diferentes, há a necessidade de um eficiente sistema de gestão logística. Assim, para permitir que o fluxo de informações seja otimizado, implantou-se um sistema logístico integrado entre a unidade produtiva e seus fornecedores. Ademais, além da gestão dos fornecedores, a Empresa A também faz uso de componentes fabricados em suas próprias unidades produtivas localizadas em diferentes países, o que acarreta ainda mais complexidade para a logística.

A importância de flexibilidade por parte do fornecedor, por sua vez, é ainda mais visível quando se trata de uma situação onde o cliente decide alterar as especificações previamente solicitadas no pedido original após o prazo determinado. Dificuldade semelhante se observa na expedição de componentes e produtos acabados. Metade da produção é destinada para o mercado externo e as unidades produtivas (as quais são abastecidas) requerem que os produtos sejam entregues no menor tempo possível. Ademais, tem que se avaliar se o produto deve ser enviado montado ou desmontado, como explica o Chefe da divisão de componentes do power train: “alguns países, como por exemplo Taiwan e África do Sul, oferecem benefícios fiscais caso o veículo seja montado localmente. Nesses casos, distribuimos produtos na forma CKD ou KD (Knocked Down), ou seja, desmontado.”

Os fornecedores também participam do projeto de desenvolvimento de novos produtos e componentes para suprir as necessidades de mercados específicos. Por sua vez, os itens

desenvolvidos em conjunto podem vir a ser oferecidos em outros mercados, beneficiando-se do fato dos produtos serem globais.

Assim, a relação com o fornecedor é transparente, ele tem total disponibilidade de visitar e consultar informações das quais necessita para utilizar em suas atividades. A Empresa A possui uma relação de parceria com seus fornecedores, com isso, se estabelece uma relação ganha-ganha e, conseqüentemente, negociações de contratos longos. A seleção dos fornecedores é por meio de históricos e capacidade técnica para satisfazer as necessidades de cada situação. Quando o fornecedor tem alguma sugestão de melhoria no processo, esta alteração é enviada para a Suécia para análise da viabilidade, pois como a modularização é global, qualquer alteração no projeto é repassada para todas as fábricas. Os fornecedores da Empresa A são envolvidos nas fases iniciais dos projetos e após seu início, a empresa faz visitas para acompanhar o desenvolvimento das atividades e auxiliar nas melhorias de processos.

Por fim, deve ser destacado o papel do distribuidor (concessionária) para o sucesso da estratégia de CM da Empresa A, no esforço de atender aos pedidos dos clientes por meio do conjunto de alternativas de componentes previamente padronizados e disponibilizados no Configurador de Produto.

4.1.5.5 Produção

No que diz respeito à produção, a modularização influencia na forma como a empresa gerencia a variedade. Na verdade, a mesma é encarada com naturalidade e não parece ser justificativa para ineficiências. De fato, independente da variação dos produtos a serem entregues, a Empresa A opera com metas de produção predefinidas e busca as mesmas.

Do ponto de vista da rotina de operação, o planejamento da Empresa A faz uma previsão de demanda para um período de doze meses, baseado em pedidos em carteira, dados históricos regionais, sazonalidade e tendências do mercado. A área de vendas, baseada nos dados das concessionárias, reserva produtos para determinados períodos com as respectivas especificações. Entre três e cinco semanas antes da data de entrega, os pedidos são confirmados, incluindo as especificações e o volume a ser produzido.

Assim, depois de realizado o pedido, o cliente ainda tem a possibilidade de alterar a especificação do produto até quatro semanas antes do caminhão ser entregue. Este período considerado é essencialmente ditado pelo mercado, e envolve grandes riscos para a Empresa A, pois componentes fornecidos por empresas localizadas na Europa, por exemplo, requerem 35 dias para chegar à montadora brasileira.

Como o pedido para os fornecedores tem que ser realizado com certa antecedência, significa que há probabilidade de um componente ser despachado e não ser utilizado no produto final porque o cliente pode ter mudado a especificação no último momento do prazo estipulado.

Confirmado o pedido, parte-se para a etapa final do planejamento da produção para fabricação do produto. Estas tarefas envolvem contatos com fornecedores locais, programação de tarefas, elaboração e controle de planos de produção, gerenciamento de estoques, entre outras. Quatro dias antes da data de entrega inicia-se a montagem do produto, a qual consome aproximadamente 12 horas. Finalizada a montagem são realizadas auditorias de produto e o veículo está apto para ser faturado para a área de vendas, para enfim ser transportado para a concessionária, onde será realizada a última inspeção antes da entrega para o cliente.

A customização pode ocorrer em diferentes estágios. Sob a perspectiva da CM, já que são adotados componentes modulares para disponibilização dos produtos, a customização ocorre nas fases de fabricação (motor, cabine, eixos) e na montagem final (chassis).

Por outro lado, como já destacado, quando há pedidos que não podem ser atendidos a partir das opções constantes no Configurador do Produto, as atividades de customização ocorrem desde o projeto, ainda que haja esforços no sentido de utilizar o máximo de componentes padronizados nas etapas de fabricação e montagem.

O principal critério para selecionar os produtos a serem customizados envolve a potencialidade de utilizar peças e componentes modulares, que possam ser intercambiáveis entre os diferentes produtos que são montados, possibilitando oferecer diferentes combinações a partir de um conjunto pré-determinado de itens.

Em termos de postergação, podem existir dois pontos de desacoplamento: fabricação e montagem. No primeiro caso, a empresa pode adotar o projeto padrão, mas realizar pequenas modificações no processo de fabricação para customizar o produto, como por exemplo: a furação da longarina. No caso da montagem, os produtos serão customizados a partir da combinação de componentes modulares resultantes da fabricação padronizada.

A partir disto, a área de produção trabalha com a perspectiva de montagem baseada no consumo e adota o conceito de *takt time* para impor o ritmo da produção de acordo com a demanda do mercado. Desta forma, não há estoque de produto acabado. Além disso, há forte padronização das tarefas, os funcionários têm autonomia e são estimulados para gerir e garantir a qualidade do produto em seus respectivos postos de trabalho. Como meio de gerir o fluxo de informações e produção, também é adotado kanban em certos fluxos logísticos.

Assim, o sistema de produção da Empresa A tem como objetivo central a melhoria contínua de suas operações e processos. Para isto, o sistema implantado está alicerçado na

padronização e possui como pilares a “produção baseada no consumo” e o conceito de “correto a partir de mim”. Ainda para aumentar a eficiência, tem-se investido em treinamento de pessoal, novas ferramentas produtivas, automação industrial, além de existirem programas de incentivo para as propostas de melhoria.

4.1.5.6 Vendas

O cliente entra em contato com as concessionárias e especifica suas necessidades para o vendedor. A partir da compreensão dos requisitos especificados pelo cliente, o vendedor utiliza um Configurador de Produto para auxiliar no processo de seleção dos itens que irão compor o pedido a ser encaminhado, on-line, para a unidade produtiva.

Este profissional de vendas da concessionária, por sua vez, é treinado pela área de Engenharia de Vendas da Empresa A para realizar uma série de questionamentos que possibilitem identificar, de forma rápida e apurada, as reais necessidades operacionais e técnicas dos clientes.

Além disso, de modo a evitar modificações de projeto que se reflitam em tempos mais longos para atendimento, maior complexidade para a área produtiva e preços mais caros para o cliente, os profissionais são instruídos para se esforçarem no sentido de suprir os desejos dos clientes preferencialmente a partir do conjunto de alternativas previamente padronizadas e configuradas.

Atualmente, a empresa oferece 1.500 produtos diferentes, possui aproximadamente 800 fornecedores, dos quais 280 são de materiais diretos, e trabalha com uma gama de 20.000 componentes. Quando um cliente entra em contato com a empresa, ela busca entender qual é a sua necessidade, pois, muitas vezes, aquilo que o cliente quer não é exatamente o que ele precisa, e este entendimento é fundamental para a configuração final do produto, tendo em vista que, por meio dele, a empresa seleciona exatamente quais módulos satisfazem o retorno esperado. Esta estratégia que a empresa utiliza altera totalmente a lógica de vendas, na medida em que implica diretamente em entregar realmente uma agregação de valor perceptível pelo seu cliente, com isso, a satisfação em relação ao produto Empresa A é garantida.

4.1.5.7 Pós-vendas

O conceito de modularização é utilizado no ambiente de pós-vendas. De fato, as manutenções preventivas são realizadas por módulos de acordo com os prazos predefinidos. Porém, desde 2012, com o início da digitalização e a entrada dos veículos conectados, a empresa

vem sistematicamente atualizando esses prazos em função dos dados obtidos no campo.

Isto se torna possível em função da cooperação com diferentes indústrias e clientes selecionados. Com isso, a Empresa A analisou os dados relevantes para cada aplicação e atividade de condução e também monitorou rotas típicas e padrões de transporte para otimizar o veículo do cliente e sua manutenção.

Os serviços de manutenção são parte integrante da oferta da Empresa A. Inspirado no conceito de modularização de produtos, adaptaram-se os serviços para atender às necessidades de cada cliente. O acesso rápido a peças, reparos rápidos, treinamento de condutores e planos de manutenção sob medida estão entre os serviços oferecidos pela Empresa A para melhorar o desempenho dos veículos e a capacidade de seus clientes.

Um exemplo é a manutenção com planos flexíveis, pelos quais os veículos do cliente são chamados para o serviço quando os dados operacionais indicam que a manutenção é necessária, em vez de ser baseada em quilometragem definida. Assim, o veículo recebe a manutenção que precisa e, na maioria dos casos, gasta menos tempo na oficina. Atualmente, a empresa conta com mais de 124000 contratos de manutenção com planos flexíveis.

Além disso, independentemente do tipo de manutenção (preventiva, flexível ou ainda corretiva) a modularização de produtos permite que a mesma seja realizada em menor tempo. Isto é possível em função da troca de módulos e não partes. Com isso, como as interfaces são padronizadas, o processo torna-se mais ágil. Além do fato de que, com a substituição dos módulos e não partes, a gestão dos estoques por parte das concessionárias torna-se mais simples e, conseqüentemente, é mais provável que o cliente tenha seu reparo realizado sem aguardar por peças.

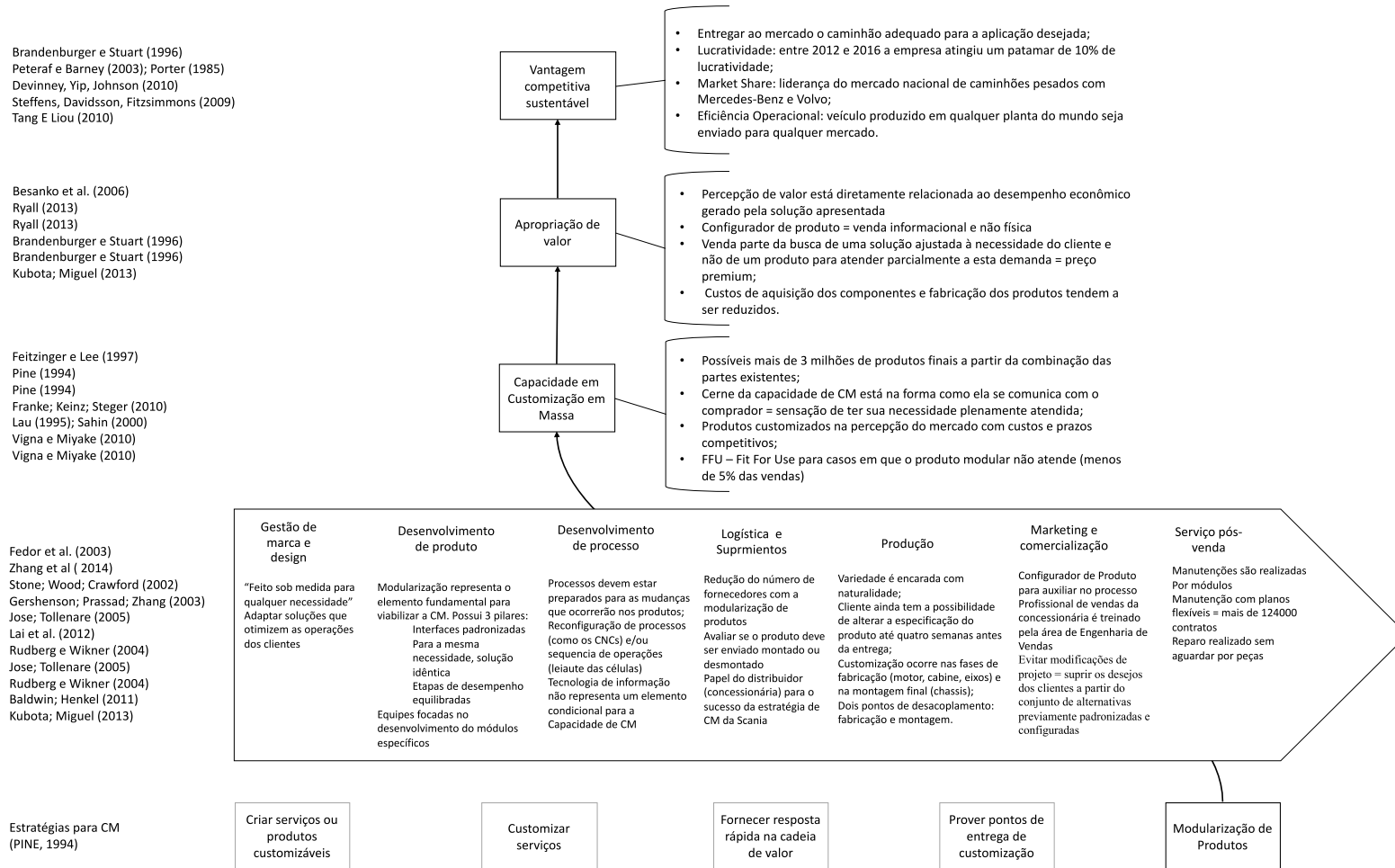
Para isso, a empresa possui uma rede de cerca de 1.700 oficinas. Cerca de 20.000 pessoas trabalham com vendas e serviços nas subsidiárias da Empresa A em todo o mundo. As oficinas de serviço estão localizadas ao longo de rotas de transporte e perto de centros de logística para permitir um alto tempo de atividade para o cliente. A rede de logística global da Empresa A garante que todas as peças Empresa A estão disponíveis para entrega rápida.

Por fim, cabe ressaltar que a Unidade de Negócios de Serviços relacionados aos produtos na Empresa A já representa 22% do faturamento global da companhia. Isto é um dos elementos que ratifica a importância da Modularização dos Produtos na obtenção da Capacidade de CM.

4.1.6 Framework Consolidado Empresa A

A Figura 21 apresenta uma síntese do caso da Empresa A. Esta imagem relaciona os elementos encontrados na realidade da empresa com o framework conceitual proposto pela presente tese a partir do estudo da literatura sobre o temário referente ao trabalho.

Figura 21 - Framework consolidado para o caso Empresa A



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Com base no que pode ser observado e analisado do caso da Empresa A, pode-se inferir que a empresa obtém e sustenta sua vantagem competitiva a partir da visão de entregar ao mercado o caminhão adequado para a aplicação desejada. Isso se traduz a partir do conhecimento e estudo contínuo do mercado de aplicação dos produtos, bem como do projeto modular que permite entregar variedades para os clientes dentro dos limites desejados pela empresa.

Com isso, o desempenho da empresa corrobora com a obtenção de vantagem competitiva a partir dos indicadores propostos por Brito (2002), a saber: i) *lucratividade*: entre 2012 e 2020 a empresa atingiu um patamar de 10%, que teve uma queda em relação aos 5 anos anteriores explicada pelo aumento nos investimentos da atualização tecnológica dos produtos da empresa ainda não refletida em aumento de valor percebido pelo mercado; ii) *Market Share*: a participação da empresa neste mercado aumentou de 7,3% em 2015 para 9,7% em 2020. Além disso, a empresa posiciona-se na terceira posição do mercado nacional de caminhões pesados com Mercedes-Benz e Volvo; e iii) *Eficiência Operacional*: a empresa consegue manter e melhorar os níveis de produtividade a partir do projeto modular que faz com que o veículo produzido em qualquer planta do mundo seja enviado para qualquer mercado. Assim, a companhia consegue gerir os níveis de produção nas diversas plantas do mundo.

Já em termos de apropriação de valor, a percepção de valor do mercado está diretamente relacionada ao desempenho econômico gerado pela solução apresentada, tendo em vista que o produto adquirido deve gerar a maior receita possível para o comprador com os menores custos de operação. Com isso, o uso do configurador de produto como uma ferramenta que traduz o conhecimento técnico da empresa em informações inteligíveis para os clientes faz com que a venda seja percebida como a solução mais adequada para a necessidade do cliente e não de um produto já existente e que poderá atender parcialmente a esta demanda. Assim, a empresa consegue praticar, dentro dos limites do mercado, um preço considerado *premium*, uma vez que o cliente percebe que justificará o investimento tendo em vista a receita potencial a ser gerada por ele, bem como os custos da sua operação. Além disso, com o projeto modular, e o consequente compartilhamento de partes e componentes, consegue-se ganhos de escala de compras e redução da base de fornecedores, sendo que este último permite uma redução dos custos de aquisição dos componentes. Por fim, o custo de fabricação dos produtos tende a ser reduzido em função do aumento das escalas de produção dos módulos e da manutenção dos volumes de produção. Portanto, a apropriação de valor acontece para a Empresa A a partir da ampliação da diferença entre o preço que o consumidor se dispõe a pagar, por ver uma solução

customizada para a sua demanda, e o custo do produto, em função da melhor aquisição dos materiais e produção dentro da planta.

A capacidade de CM da Empresa A apresenta-se a partir do projeto modular e da comunicação com o mercado. Isso porque, a modularização permite, conceitualmente, mais de 3 milhões de produtos finais a partir da combinação das partes existentes. Porém, a partir da forma de se comunicar com o mercado a empresa consegue controlar o portfólio a ser oferecido ao mercado. Assim, mesmo o cliente tendo a sensação de ter sua necessidade plenamente atendida, a Empresa A opera com custos e prazos competitivos, uma vez que gerencia essa variedade na fonte da mesma e possui um projeto de produto adequado para entregar a variedade projetada. Ainda, caso o cliente tenha uma demanda não projetada previamente pela empresa, a mesma lhe disponibiliza a possibilidade de customizar ao máximo o produto. Isto, obviamente, vem associado a um valor a ser investido pelo cliente com um aumento do prazo de entrega, mas com a garantia de qualidade da empresa. Isso é realizado em uma área denominada FFU – Fit For Use que hoje representa menos de 5% das vendas da organização.

No que tange à organização do sistema de atividades da empresa, é importante citar que o conceito da modularização é percebido em todos os níveis da empresa (estratégico, tático e operacional). O funcionário que é contratado pela Empresa A passa por uma “imersão” que dura em torno de um mês: neste treinamento ele conhece todas as áreas, realiza treinamentos para entender a importância de cada etapa e, principalmente, entender como a modularização impacta positivamente na empresa, isto é, todas as pessoas que trabalham na Empresa A possuem o conhecimento de como a empresa adota esta estratégia para obter vantagem competitiva perante os seus concorrentes e se tornar líder de mercado.

No quesito gestão de marca, a Empresa A trabalha sob o lema “feito sob medida para qualquer necessidade”. Isso simboliza a intenção da empresa de adaptar soluções que otimizem as operações dos clientes. Com isso, no desenvolvimento de produtos a modularização representa o elemento fundamental para viabilizar a CM, pois ela possui 3 pilares: i) interfaces padronizadas; ii) para a mesma necessidade, solução idêntica; e iii) etapas de desempenho equilibradas. Dentro desta perspectiva, a engenharia de produto e o setor de P&D trabalham com equipes focadas no desenvolvimento de módulos específicos, assim a solução é pensada do ponto de vista da função que deverá exercer dentro da amplitude dos produtos da empresa.

A partir disto, o desenvolvimento de processos trabalha com a visão de que os processos devem estar preparados para as mudanças que ocorrerão nos produtos. Isto significa que os processos devem ser facilmente reconfigurados em função da mudança dos projetos, como máquinas CNCs, ou então que a sequência das operações deve ser rapidamente ajustada para

melhorar os fluxos a partir de projetos de fábrica mais flexíveis. Além disto, na visão da empresa, mesmo possuindo alguns softwares que auxiliam no processo, a tecnologia de informação não representa um elemento condicional para a Capacidade de CM.

Em termos de suprimentos, a modularização tem influência em três pontos para gerar a capacidade de CM: i) redução do número de fornecedores e componentes a serem adquiridos: isso permite que a empresa reduza os custos de aquisição de produção, obtendo produtos customizados com custos de produção em massa; ii) envio do produto produzido em qualquer planta para quaisquer mercados, pois com as interfaces são padronizadas e assim a empresa pode avaliar se o produto deve ser enviado montado ou desmontado; e iii) papel do distribuidor (concessionária) para o sucesso da estratégia de CM, uma vez que ele pode atender aos pedidos dos clientes por meio das combinações disponibilizadas no Configurador de Produto, além de poder ampliar a sua receita pela venda de acessórios não disponíveis na versão original do produto, mas facilmente acrescentadas pelo distribuidor.

Já na área de produção, a variedade é encarada com naturalidade em função do projeto modular, das interfaces padronizadas e da previsibilidade desta variedade pelo controle da mesma no ponto de venda. Com isso, o cliente ainda tem a possibilidade de alterar a especificação do produto até quatro semanas antes da entrega, pois a customização ocorre nas fases de fabricação (motor, cabine, eixos) e na montagem final (chassis). Isso denota para a empresa o controle de dois pontos de desacoplamento: fabricação e montagem.

No que diz respeito a vendas, o Configurador de Produto, com a lógica preestabelecida de variedade e combinações possíveis, auxilia no processo de venda de soluções para o mercado. Para isso, o profissional de vendas da concessionária é treinado pela área de Engenharia de Vendas da Empresa A, com o objetivo de evitar modificações de projeto, conseguindo suprir os desejos dos clientes a partir do conjunto de alternativas previamente padronizadas e configuradas. Por fim, na área de pós-vendas as manutenções são realizadas por módulos a partir do conceito de projeto modular. Além disso, com a conectividade dos produtos, a empresa oferece manutenção com planos flexíveis, ou seja, a partir do monitoramento do produto o cliente é chamado para a manutenção apenas quando necessário. Hoje, a companhia já possui mais de 124000 contratos de manutenção flexível. Assim, com essas duas questões associadas (manutenção por módulo e planos flexíveis) a empresa maximiza o tempo do produto funcionando, pois o cliente precisa parar menos vezes para manutenção e, quando isso ocorre, as peças já estão disponíveis.

4.2 Caso 2: Empresa B

Para o levantamento das informações sobre o caso da Empresa B, foram realizadas três entrevistas. A primeira ocorreu com o Gerente de Tecnologia e Inovação de Produto. A segunda entrevista foi realizada o Diretor de Tecnologia e Inovação. Finalmente, a terceira entrevista foi feita com os coordenadores de logística e engenharia de processos. A partir disto, as entrevistas foram transcritas. Na sequência, foi efetivada uma síntese e análise das mesmas à luz do framework conceitual proposto.

4.2.1 Apresentação da empresa

As Empresas do Grupo da Empresa B atuam nas seguintes áreas: i) implementos rodoviários; ii) veículos especiais; iii) autopeças; iv) sistemas automotivos; e v) serviços. Seus diferentes produtos são comercializados no mercado interno, assim como são exportados para mais de uma centena de países. O grupo da Empresa B é estruturado em três divisões: i) Divisão Montadora; ii) Divisão Autopeças; e iii) Divisão de Serviços Financeiros.

A Empresa B, objeto do presente estudo, possui 72 anos de atividades, tendo sido a origem das demais empresas da *holding*. A Empresa B detém cerca de 35% do mercado brasileiro do segmento de reboques e semirreboques, encerrando o ano de 2020 como a maior fabricante da América Latina e entre as dez maiores do mundo no setor. A Empresa B Implementos produz um amplo leque de carrocerias, a saber: i) Basculante; ii) Canavieiro; iii) Carga seca; iv) Silos; v) Tanques; vi) Transporte de bebidas; vii) Graneleiras; viii) Furgões; ix) Carrega tudo; x) Frigoríficos; xi) Porta containers; e xii) Sider.

A empresa conta atualmente com mais de 500 mil unidades fabricadas desde a sua fundação. Em 2004, ingressou no segmento ferroviário, complementando seu portfólio de produtos para o transporte de carga, com os vagões do tipo hopper, gôndola, tanque, carga geral, sider e plataforma, entre outros, ultrapassando a marca de 7 mil unidades fabricadas neste segmento. Além da sede em Caxias do Sul (RS), a empresa tem unidades industriais em Chapecó (SC), em Erechim (RS), na cidade de Rosário na Argentina, em Lima no Peru e na cidade de Araraquara (SP).

A instalação industrial pesquisada localiza-se na cidade de Caxias do Sul-RS, possui 2.100 empregados e apresenta um volume mensal de produção de, aproximadamente, 1.600 produtos. Deste total, cerca de 80% dos produtos são customizados, pois precisam passar por adaptações de engenharia antes de serem efetivamente fabricados.

No entanto, apesar de a pesquisa ter sido desenvolvida a partir de entrevistas e análises

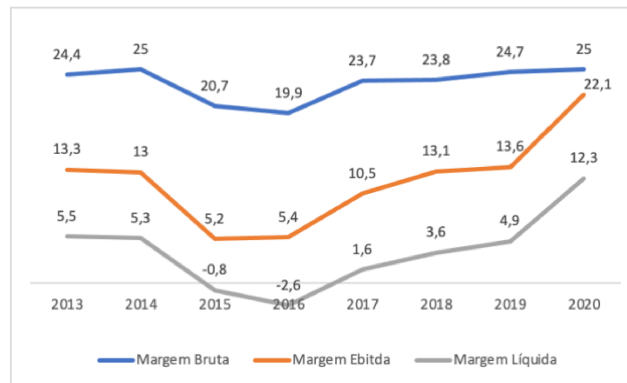
de documentos dentro da unidade localizada em Caxias do Sul-RS, pode-se afirmar que os resultados apresentados equivalem para a organização como um todo. Isto porque, todo o processo de desenvolvimento de produto e definições estratégicas da empresa está centralizado nesta Unidade.

4.2.2 Vantagem competitiva

A Empresa B tem como visão ‘fornecer soluções para o transporte de cargas’. Com isso, o posicionamento estratégico da empresa consiste em entregar ao mercado o implemento desejado para equacionar as necessidades do cliente. Isto é quase uma ‘imposição’ do mercado, sendo hegemonicamente praticada pelas empresas que pertencem a este segmento. Desta forma, diferente das montadoras de automóveis, onde existe um número menor de variáveis para customização (sendo que a maioria delas é executada na concessionária), na indústria/setor em estudo existem muitas possibilidades de personalização. Adicionalmente, estas atividades tendem a ser executadas quase que exclusivamente na fábrica. Isto, uma vez que não seja adotada uma estratégia de customização em massa, acarreta para a empresa um conjunto significativo de custos associados com a complexidade. Esta complexidade aparece sob duas distintas formas gerais: i) decorrentes da variedade de produtos fabricados em escalas baixas; ii) os aspectos relativos à customização.

Assim, o projeto modular do produto tem um papel importante no sentido de viabilizar a redução da complexidade do processo de customização dos produtos, permitindo que a empresa direcione seus esforços comerciais no sentido de oferecer ao cliente, consonante com a missão da empresa, soluções requeridas pelos distintos clientes. Sob esta perspectiva, a empresa iniciou o processo de modularização de produtos no ano de 2014. A partir daí, vem expandido a estratégia, e os respectivos conceitos, para diferentes linhas de produtos.

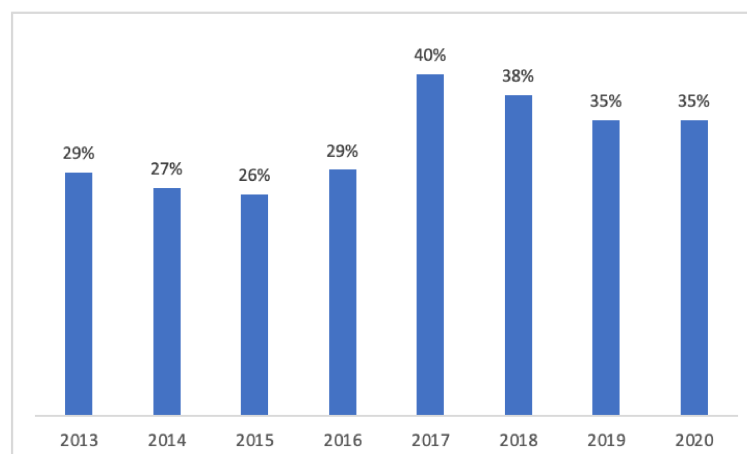
Este posicionamento para obtenção da vantagem competitiva pode ser avaliado pelas três variáveis apresentadas por Brito (2002), para mensurar a vantagem competitiva: lucratividade, *market share* e eficiência operacional. A lucratividade da empresa, conforme apresentado na Figura 22, apresenta um princípio de melhoria a partir de 2017. A partir da implantação da modularização e de outras iniciativas de otimização de custos dentro da organização, os resultados começam a apresentar uma melhoria.

Figura 22 - Resultado econômico-financeiro da Empresa B nos últimos 8 anos

Fonte: Documentação interna da empresa.

A variável lucratividade pode ser questionada, tendo em vista que existem fatores exógenos ao ambiente empresarial que influenciam nestes resultados como, por exemplo, a disponibilidade de financiamento para os clientes e o crescimento econômico dos mercados. No entanto, percebe-se uma melhoria significativa neste indicador com o amadurecimento do processo de modularização e, portanto, pode-se considerar o impacto da mesma na capacidade de CM da empresa.

Já em termos de participação de mercado, a Empresa B é a líder no mercado de semirreboques. Além disso, a participação da empresa neste mercado aumentou de 26,2% em 2015 para 34,9% em 2020, com um pico de 40,4% em 2017. A Figura 23 apresenta a participação da Empresa B no mercado brasileiro de semirreboques nos últimos 8 anos.

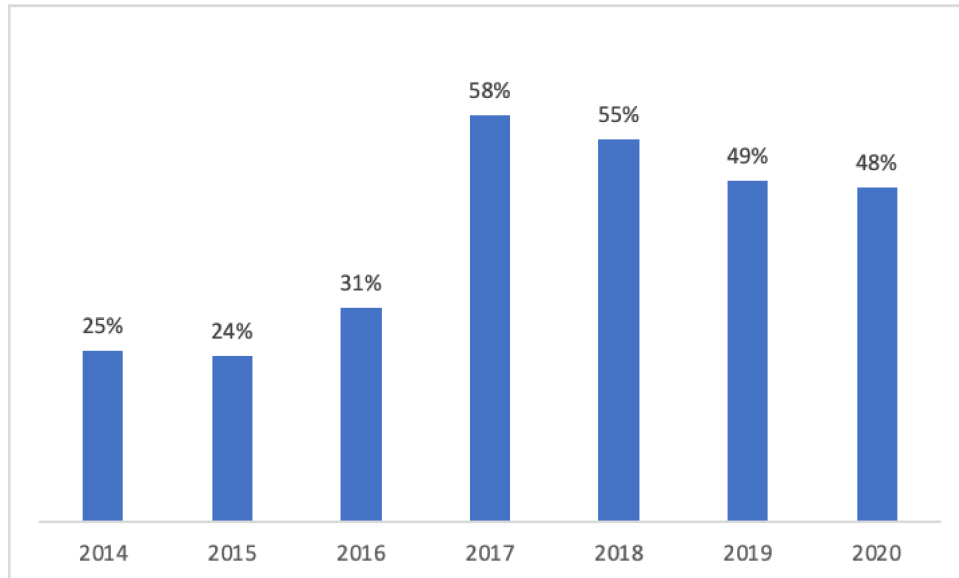
Figura 23 - Participação de mercado da Empresa B em semirreboques

Fonte: Documentação interna da empresa.

Ademais, parte expressiva deste crescimento é percebida nos produtos em que a empresa realizou iniciativas de modularização. A título de ilustração, a participação de mercado da

empresa no segmento de semirreboques basculantes (um dos produtos que foi modularizado) aumentou de 24,6% em 2014 para 48% em 2020. A Figura 24 ilustra este crescimento.

Figura 24 - Participação de mercado da Empresa B em semirreboques Basculantes



Fonte: Documentação interna da empresa.

Na mesma direção, outros produtos modularizados apresentaram expansão de participação de mercado entre 2014 e 2020, a saber: i) graneleiro: de 30% para 46,8%; e ii) tanques: de 32,8% para 43,9%. Este crescimento é avaliado pelo Diretor de Tecnologia da empresa como uma consequência de entender melhor a necessidade do cliente e projetar soluções para tais necessidades, o que é facilitado pela adoção de estratégias de modularização.

Por fim, no que diz respeito à eficiência operacional percebe-se que, muito em função do projeto modular de produtos, a empresa conseguiu reduzir as horas necessárias para manufaturar e, por consequência, diminuir os custos de produção associados aos produtos modularizados. Mantendo-se o semirreboque Basculante como exemplo, antes da modularização do produto, o tempo indicado pela engenharia de processos para a fabricação de um produto era de 324 horas. Após a modularização, este tempo foi atualizado para 220,3 horas, uma redução de 32% do tempo necessário para produzir o produto. Em termos de custos, a empresa projeta uma redução de 4,9% no custo do produto a partir da adoção do projeto modular. Outra vantagem é que o prazo para entregar um novo projeto dentro da engenharia saiu de 15 dias úteis para 1 dia útil, o que tende a contribuir na vantagem competitiva da empresa em relação aos seus concorrentes.

Em suma, percebe-se a influência do projeto modular e da forma como a empresa utiliza o mesmo para obtenção da capacidade de customizar em massa para apropriar-se de valor e obter vantagem competitiva. Isso reflete diretamente em pelo menos duas das variáveis (participação de mercado e eficiência operacional) que mensuram o nível de vantagem competitiva. Esse raciocínio é corroborado pelo Gerente de Engenharia, na medida em que ele afirma que:

“O que nos viabiliza fazer a customização planejada é o projeto modular. Trabalhamos com um produto composto por componentes modulares, que permite realizar uma série de configurações, de modo que possamos atender a diferentes necessidades sem alterar o projeto inicial. É uma situação similar a um computador, que torna possível escolher diversas opções sem muita complexidade para a área produtiva. No nosso caso, existem milhares de possibilidades de combinação das variáveis que são oferecidas aos clientes. Porém, nos restringimos àquelas que entendemos pertinentes ao mercado com o objetivo de nos posicionarmos como provedor de soluções”.

4.2.3 Apropriação de valor

A percepção de valor no mercado de implementos rodoviários está diretamente relacionada ao desempenho econômico gerado pela solução apresentada para os clientes. Em termos de custos, existe uma preocupação com a questão dos custos operacionais para o cliente, em que a maior influência dos produtos ofertados pela Empresa B Implementos está associada com fatores tais como: i) custos de manutenção; ii) disponibilidade de manutenção; iii) e o custo e disponibilidade de financiamento. No lado da receita, veículos com menor peso estrutural que garantam maior capacidade de carga tendem a aumentar o lucro dos clientes, uma vez que com menor peso estrutural é possível transportar uma maior quantidade de carga sem infringir a legislação que limita a quantidade de carga a ser transportada por veículo.

Tendo isso em mente, o modelo de negócio da Empresa B propõe ao mercado entregar a solução mais robusta para o transporte de carga. Tradicionalmente, o cliente do mercado de implementos rodoviários está habituado a configurar o produto de acordo com a sua visão de necessidades e experiências práticas. Com isso, ao procurar um distribuidor Empresa B, o cliente, em geral, pode escolher entre uma série de opções de produtos. Desta forma, mesmo com o projeto modular, ainda existe um processo de mudança cultural do vendedor e do cliente de configurar o produto a partir de módulos existentes. Isto significa, em ‘linhas gerais’, a necessidade de mudar a lógica de vender e entregar parâmetros (como dimensões e tipo de material) para buscar as soluções que atendam às necessidades do cliente (melhor produto para transportar determinado tipo de carga em uma determinada circunstância).

Inicialmente, para viabilizar esta iniciativa a empresa optou por reduzir a lista pública

de produtos, ou seja, não disponibilizar aos clientes todas as possibilidades de configuração dos produtos. Esta redução foi da ordem de 40%. Um dos objetivos desta restrição foi testar empiricamente a necessidade de customização pelo mercado visando verificar se, com a redução da lista pública, haveria reclamação por parte dos clientes. Além disso, a ideia proposta era de disponibilizar mais horas para os profissionais da engenharia trabalharem na modularização dos produtos ao invés de configurarem novos pedidos. Como, de fato, não houve reclamação do mercado sobre falta de opções e a engenharia pode focar seus esforços na modularização dos produtos. Neste contexto, a empresa redefiniu o configurador de produtos reduzindo o número de questões formuladas em mais de 50% (de 37 questões para 18). Estas questões são preenchidas pelo vendedor no momento da especificação do produto; este preenchimento é feito a partir da conversa com o cliente. Assim, pode-se afirmar que cada questão pode ser uma origem de necessidade de customização caso a resposta do cliente não esteja previamente planejada no configurador. Dessa forma, a redução do número de perguntas tende a auxiliar na diminuição da quantidade de variações e customizações de produtos.

O Diretor de Tecnologia faz um comentário relevante em relação ao tema da modularização na empresa:

“No passado, a lista de materiais de um produto possuía menos de 10 itens, tais como: chassi, suspensão, caixa de carga, instalação pneumática, instalação elétrica. Cada item continha centenas de peças, sendo 1.500 o número médio de peças por produto. Com a readequação do configurador de produtos (que possui uma lista de todos os componentes padronizados do produto) o número de combinações aumentou bastante, pois cada item foi desmembrado em vários subitens necessários para sua composição. Assim, aquele chassi que era formado por 50 peças e considerado um item único, transformou-se em uma série de conjuntos de itens menores de 10 a 15 peças, de modo que se pudesse montar estes conjuntos separadamente. Com isto, não é mais necessário reprojeter todo o produto para realizar a modificação de um tipo de pára-choque, por exemplo. Deste modo, a partir de um chassi básico é possível agregar diferentes tipos de componentes no mesmo, sem maiores esforços, pois tudo é intercambiável”.

Assim, com o melhor entendimento das demandas do mercado, a Empresa B definiu diferentes estratégias de produção para seus produtos: i) produção para estoque (MTS – *Make-To-Stock*): cerca de 30% dos produtos – aqueles com maior demanda e aceitação de mercado como soluções de transporte – foram definidos para serem produtos para estoque e pronta entrega, destinados às principais aplicações do mercado; ii) montagem sob pedido (ATO – *Assembly-To-Order*): aproximadamente 60% dos produtos são montados contra pedidos de clientes a partir de partes e módulos já produzidos. Estes produtos são destinados a segmentos específicos do mercado e; iii) produtos personalizados (ETO – *Engineering-To-Order*): 10% dos produtos são parcialmente padronizados e modularizados, com alterações estéticas e funcionais, destinados a clientes específicos, tendo fabricação sob demanda.

Dessa forma, a empresa propõe a diferenciação em relação aos concorrentes, tendo em vista a possibilidade de entregar uma solução para o cliente com um prazo de entrega reduzido, mais especificamente com *lead-time* menor do que os concorrentes. Isto é um fator decisório na compra, pois o cliente consegue começar a gerar recursos para o seu negócio com o seu(s) bem(ns) de capital sendo entregue e adquirido mais cedo. Além disso, o mesmo ainda tende a ter uma percepção de valor da marca que permanece mantida.

No entanto, apesar das possibilidades de utilizar o projeto modular dos produtos para viabilizar questões como maior prestação de serviços ao longo do ciclo de vida dos produtos, isto ainda não é uma realidade para a Empresa B. Este processo pode ser considerado incipiente e encontra-se hoje muito centrado na engenharia e na manufatura. Dessa forma, parte significativa da apropriação de valor passível de ser capturada pela empresa ainda não é alvo da mesma, pois grande parte das receitas recorrentes da utilização do produto, como as manutenções e atualizações do mesmo, podem estar sendo dirigidas a outras empresas.

Já no que diz respeito à mensuração da apropriação de valor por parte da empresa, percebe-se que a variável preço sofre pouca influência com conceito de modularização, dado que os preços neste mercado são balizados pelos concorrentes/processo de concorrência. Além disso, a marca Empresa B geralmente posiciona a empresa com um preço superior aos concorrentes, em razão de a mesma apresentar uma solução mais robusta em relação aos diferentes concorrentes. Por sua vez, os custos de aquisição dos componentes e fabricação dos produtos tendem a ser reduzidos, uma vez que a empresa consegue operar com uma quantidade menor de componentes a serem adquiridos e, por conseguinte, com um número mais reduzido de fornecedores. Isso faz com que a escala de compras aumente e, com isso, seja possível reduzir o custo unitário de aquisição dos componentes. A título de exemplo, conforme apresentado na Tabela 2, para um produto Canavieiro a variedade reduziu entre 48,1% e 92,8% para diferentes tipos de componentes, além do que, o número de projetos possíveis, pensados a partir da combinação dos componentes, saiu de 88 para 384.

Tabela 2 - Quantidade de componentes no produto Canavieiro

COMPONENTES	PROJETO ANTERIOR	PROJETO MODULAR	REDUÇÃO (%)
TUBOS	872	144	83,4%
REVESTIMENTOS	92	16	82,6%
QUADRO DE GIRO	57	18	68,4%
SUPORTE MANCAIS	27	14	48,1%

LATERAIS	112	8	92,8%
CAÇAMBA	8	4	50%

Fonte: Documentação interna da empresa.

Em grandes linhas, parece possível afirmar que a maior parte da apropriação de valor possível para Capacidade de CM ainda não foi capturada pela Empresa B. Isto ocorre em função de o processo estar muito centrado nas funções de engenharia e na manufatura. Assim, a maior parte da apropriação de valor acontece pela redução de custos de produtos pela simplificação dos projetos, melhorias na produção e até mesmo automação em alguns pontos da empresa. Desta forma, ainda existe espaço para apropriação de valor no que tange à oferta de valor ao mercado, por meio de serviços agregados e pela maior apresentação de valor ao cliente.

4.2.4 Capacidade de Customização em Massa (CM)

Dentro desta proposta de modelo de negócio que propõe entregar ao cliente soluções para transporte, porém sem a clareza da aplicação, a empresa propõe uma comunicação com o mercado que simboliza um projeto customizado para o cliente. Aliando esta forma de dialogar com os interessados, com o projeto modular de produto a empresa pode disponibilizar conceitualmente ao mercado muitas opções de produtos a partir da combinação de um conjunto menor de componentes, como explica sinteticamente o Gerente de Engenharia da empresa:

“Nós trabalhamos com soluções para o transporte. Nosso produto precisa ser específico para cada cliente. Por mais que tenhamos dificuldades para fabricar o produto, caso seja viável, buscamos romper barreiras técnicas para que sempre tenhamos um produto que satisfaça o cliente, isto está na cultura da empresa. Assim, a modularização do produto nos permite entregar esta visão da empresa com custos compatíveis. Além disto, ela facilita a comunicação entre setores e o relacionamento das pessoas envolvidas, a fim de que tenhamos um bom fluxo de informações”.

Com isso, a modularização permite à empresa customizar ao máximo a oferta de produtos. No entanto, para fins de gestão do portfólio e obtenção de fato da capacidade de CM, a Empresa B opta por controlar o portfólio a ser oferecido ao mercado. Desta forma, mesmo sendo possíveis mais de 1,9 milhões de produtos finais a partir da combinação das partes existentes da Basculante, por exemplo, a empresa define o portfólio a ser ofertado em um número bem inferior a este. Isto tem dois objetivos: i) viabilizar ganhos de escala pelo aumento da produção de determinados módulos permitindo automação de processos; e ii) estabelecer um posicionamento de especialista na solução apresentada, argumentando tecnicamente por que o produto ofertado é a melhor opção para a necessidade do cliente.

Antes do processo de modularização, a lista pública de produtos disponibilizava cerca de 200 basculantes diferentes ao mercado. Com o início do processo, a Empresa B limitou esta lista a 20 produtos. Porém, com a evolução do mesmo e o entendimento da demanda, atualmente esta lista conta com 50 modelos diferentes. No entanto, estes 50 produtos diferentes não geram complexidade maior para a fábrica do que os 20 anteriores, uma vez que são combinações diferentes dos mesmos módulos utilizados nos produtos.

No entanto, como o processo de comunicação não está plenamente estabelecido com o mercado, ainda são realizadas cerca de 500 adequações de projeto por mês. Este número já foi de mais de 1600. Com o projeto modular e a redução da lista pública de produtos, o mesmo foi reduzido, contudo, para que haja uma efetiva redução das adequações demandadas, o cliente precisa não ter uma percepção de falta de opção, pois o cerne da capacidade de CM da empresa está na forma como ela se comunica com o comprador. O desafio é sair da especificação de parâmetros do produto para definição de informações sobre o mesmo e, a partir disto, apresentar ao cliente o produto adequado àquela necessidade.

Neste sentido, a Empresa B estabeleceu uma visão de três níveis de produto: i) LT: semirreboque adequado para aplicações rodoviárias, transporte de cargas específicas, boas condições de pavimentação e carga de balanço. Este produto possui um dimensionamento exato da estrutura do produto, garantindo um custo mais competitivo; ii) STD: para aplicações mistas, transporte de diferentes tipos de carga, diversas condições de pavimentação e eventual excesso de carga. Este produto é dimensionado considerando uma margem de segurança para gerar flexibilidade ao usuário e; iii) HD: projetado para aplicações severas, transporte de cargas concentradas, mercados sem controle de legislação, utilização em estradas sem pavimentação. Este posicionamento, além de reforçar a visão de robustez da marca, tem o intuito de comunicar ao mercado a adequação da solução para a necessidade, ou seja, direcionar a venda para a informação, do atendimento de determinada necessidade como o transporte de determinada carga e um tipo de solo específico, e não para o parâmetro como o tamanho do implemento e o tipo de suspensão desejado.

Apesar desta preparação, ainda existe a incidência de adequações. Estas adequações geram necessidade de horas de engenharia para ajuste do projeto e customizações dentro da produção. A visão da empresa é que a cultura de parametrizar produtos ainda é muito forte dentro dos distribuidores e de clientes mais antigos. O Gerente Comercial destaca este fato:

“Caso o cliente queira modificar algo no produto ofertado a partir do configurador de produto, existe a opção de fazer essa personalização dentro do próprio configurador. Esta informação chega para a engenharia e a mesma precisa fazer as devidas adaptações. Com o projeto do novo produto, ou componente, a área de

compras irá desenvolver os fornecedores para cada componente e, em paralelo, a área produtiva começa os preparativos para a montagem.

Estes eventos inserem instabilidades no ambiente produtivo e fazem com que a empresa não consiga estabelecer uma Capacidade de CM plena, uma vez que os produtos personalizados compartilham o ambiente fabril com os modularizados. Entretanto, esta é uma realidade de mercado e cabe a empresa minimizar esta incidência a partir da venda de soluções, conseguindo mostrar ao cliente que as soluções disponíveis e modularizadas atendem às necessidades dele de forma mais rápida e até mesmo barata.

Assim, a empresa está habilitada a entregar produtos customizados na percepção do mercado com custos competitivos, pois sem grandes variações a empresa consegue aumentar sua produtividade, e com prazo de entrega reduzido frente a concorrentes que farão customizações nos seus produtos. No entanto, ainda existem alguns desafios em termos de comunicação com o cliente, até mesmo em termos de amplitude de projeto, para conseguir minimizar as demandas por adaptações de projetos.

4.2.5 Sistema de Atividades

Com o intuito de compreender como a empresa organiza o sistema de atividades para obtenção da capacidade de CM a partir da modularização de produtos, buscou-se compreender as interações deste conceito dentro das seguintes atividades: i) gestão de marca; ii) desenvolvimento de produtos; iii) desenvolvimento de processos; iv) suprimentos; v) produção; vi) vendas; e vii) pós-vendas.

4.2.5.1 Gestão de marca

‘Soluções para o transporte’ é o slogan da Empresa B no que diz respeito ao posicionamento da marca. A Empresa B tem como objetivo ofertar soluções específicas para os clientes. Esse posicionamento atende um anseio do mercado, que está habituado a ter soluções customizadas, e também à cultura da empresa de conseguir entregar os produtos aos clientes, por mais desafiador que isto possa parecer. No entanto, tal desafio ainda é feito com um custo bastante elevado pela complexidade que a gestão de toda esta variedade cria no ambiente produtivo industrial, em particular, e no sistema da empresa como um todo.

Assim, apesar de todo o reconhecimento do mercado sobre a qualificação da marca, a Empresa B enfrenta o desafio de se posicionar como especialista no negócio. Isto permitiria a empresa gerenciar melhor a variedade dos produtos, uma vez que os clientes a reconheceriam

como provedora de soluções e não apenas de produtos.

Neste sentido, a empresa pretende expandir o conceito de modularização para mais próximo do cliente. Isto significa prover maior volume de serviços, como planos de manutenção, e postergar algumas possibilidades de customização a partir da compra de módulos adicionais no distribuidor, por exemplo. Estas ações parecem ser relevantes para o fortalecimento ainda maior da marca da empresa.

4.2.5.2 Desenvolvimento de Produtos

A modularização representa o elemento inicial para viabilizar a CM na Empresa B, na medida em que permite oferecer um leque grande de opções de configuração de produtos a partir de um *mix* reduzido de itens projetados. Antes de iniciar o processo de modularização, a empresa disponibilizava 286 opções de suspensões, sendo que atualmente este número é de 51. Isto não modificou a percepção dos clientes quanto à quantidade de opções de produtos diferentes e simplificou diversos processos dentro da organização. Como afirma o Gerente de Engenharia: “[...] *conseguimos desenvolver projetos de produtos compostos por sistemas modulares, com a finalidade de produzir variações distintas na visão do cliente com o menor impacto possível na produção*”.

Dessa forma, o conceito de modularização existente no projeto dos produtos é utilizado no processo de desenvolvimento de produtos. Isto permitiu uma inversão da concentração do trabalho da engenharia de produtos. Antes da utilização deste conceito, a equipe estava, na maior parte do tempo, envolvida em atividades de rotina como realizar adaptações de projetos e/ou cadastrar novos itens no sistema. Assim, restava pouco tempo para o processo de Pesquisa e Desenvolvimento de produtos e não havia direcionamento claro para inovação. Com o advento da modularização dos produtos, percebe-se na engenharia que a maior parcela dos profissionais está focada no processo de desenvolvimento em si e tem-se um início de foco em inovação. O Diretor de Inovação da Empresa B elucida isto:

“antes de iniciarmos o processo de modularização tínhamos cerca de 110 profissionais na engenharia que passavam quase 80% do tempo realizando atividades que chamávamos de rotina, como o cadastro de novos itens. Com a modularização conseguimos, com um quadro menor de profissionais, dedicar mais de 60% do nosso tempo em pesquisa e desenvolvimento”.

Apesar destes benefícios já obtidos, a empresa entende que ainda pode ampliar estes, pois existe uma necessidade de definir com maior clareza como funcionará o processo de desenvolvimento de produtos. Por volta de 2008, a empresa estabeleceu o conceito de células de negócios e dedicou as estruturas de engenharia de produto e vendas para as famílias de

produtos. Assim, o processo de modularização iniciou e acontece ainda hoje dentro de cada família de produto. No entanto, com o avanço dos ciclos de modularização dos produtos, percebe-se oportunidades de ganhos com uma visão de desenvolver módulos e gerar os produtos a partir da utilização de diferentes módulos.

Neste sentido, a empresa pretende criar uma estrutura focada no desenvolvimento de plataformas/chassis. Isto permitiria aproveitar a mesma plataforma ou variações dela com diferentes módulos em diversos produtos. Nesta perspectiva, a intenção é desenvolver um produto que permita a intercambialidade de partes modulares. Assim, no momento em que se está desenvolvendo um novo produto, deve-se possuir uma visão de futuro, planejando quais as versões possíveis daquele modelo para que se possa desenvolver gabaritos específicos. Caso contrário, quando houver a necessidade de modificações, o esforço tende a ser muito maior.

Esta modularização, por sua vez, tem que estar alinhada com a produção, pois isto permitirá otimizar o uso da estrutura produtiva e viabilizará possíveis investimentos em automação. Assim, acredita-se que a estruturação da engenharia de produto com focos específicos trará estes benefícios, como explica o Coordenador de Engenharia de Processos:

“[...] não se pode simplesmente separar itens do chassi e largar as peças avulsas para montar no momento adequado. Esta modularização tem que ser pensada para que o produto possa fluir rapidamente no processo [...]. Quando se pensa no projeto do produto, não se deve focar apenas na relação de códigos de itens, mas também no processo de montagem desta relação de códigos”.

A definição prévia de limites para customização também é importante. Neste sentido, certos componentes são projetados ou comercializados de forma padronizada, sem alternativas de personalização pelo cliente, para ganhar tempo na montagem final. É o caso das caixas de ferramentas e de rancho que são fabricadas exclusivamente na cor preta, ou do aparelho de refrigeração, o qual, por ser entregue por dois fornecedores parceiros (*Thermo King ou Carrier*), ainda que haja algumas opções, não permite a possibilidade de customização do seu projeto.

Outro objetivo contemplado na fase de desenvolvimento está na seleção das peças e componentes e a facilidade de execução de tarefas para fabricação do produto. Para isso, torna-se necessário enxergar todas as interfaces do projeto com o processo e com o fornecedor. Afinal, conforme explica o Diretor de Tecnologia, *“quem determina o preço do produto, antes do marketing, é a engenharia, pois a depender da especificação das peças e materiais, o custo aumenta consideravelmente. Logo, quanto maior o esforço de simplificação menor os custos”.*

4.2.5.3 Desenvolvimento de Processos

No que diz respeito ao desenvolvimento de processos, a Empresa B entende que alguns

processos são restritivos para o desenvolvimento dos produtos. Como a empresa fabrica uma parte significativa dos componentes que constituem o produto, a tecnologia existente acaba sendo uma premissa para o desenvolvimento de novos produtos. Assim, um direcionador importante dentro da organização é que os projetos modulares acelerem o processo de automação de processos produtivos na empresa. O Coordenador de Engenharia de Processos explica:

“Nosso processo ainda exige uma grande manipulação das peças e a intervenção humana para a montagem e acabamento das mesmas. Grande parte disto se deve a nossa tentativa de sermos flexíveis e podermos atender aos pedidos dos clientes. No entanto, já conseguimos vislumbrar os benefícios dos projetos modulares. Nos últimos 2 anos conseguimos automatizar 6 processos distintos. Isto é um recorde para nossa empresa”.

O processo produtivo está organizado com linhas de montagem que são específicas para cada família de produtos. Todavia, uma vez que existem produtos que são fabricados apenas durante um período do ano, o processo tem que ser flexível para que naquela mesma linha, nos demais períodos, seja possível a fabricação de outro produto.

Da mesma maneira, pode existir a necessidade de utilizar linhas diferentes para fabricar um mesmo produto que apresenta uma grande demanda em dados períodos. Desta forma, para determinadas linhas, tem-se máquinas e equipamentos flexíveis. Contudo, a flexibilidade na utilização de linhas apenas é possível para produtos com características semelhantes. Esta situação parece mudar a partir da modularização, como explica o Gerente Industrial da empresa: *“No passado, o nosso grande desafio era possuir uma fábrica flexível. Hoje percebemos que com um projeto de produto mais abrangente conseguimos produzir o que precisamos com a nossa fábrica”.*

A adoção de Tecnologia de Informação (CAD, CAE, CAM, MRP, ERP, e o *software* configurador de produto) representa um dos principais elementos para viabilizar a customização. A empresa utiliza a tecnologia CAD em três dimensões (CAD 3D). Isto agiliza os procedimentos de adequação de projeto, pois as alterações realizadas em uma peça são refletidas em todos os locais onde esta peça está inserida. Quando se utiliza apenas duas dimensões, como acontece na maioria das empresas, é requerido um tempo maior para atualizar as modificações nos diferentes desenhos onde a alteração de uma peça era exigida.

Ademais, por meio do CAD 3D foi possível montar um banco de dados do projeto, similar ao utilizado no Configurador, onde caso se necessite realizar um desenho com determinadas especificações de comprimento, basta apenas entrar com as variáveis e o desenho é, então, gerado. A adoção do CAD 3D, por sua vez, estimulou a implantação do configurador de produtos para acelerar o processo de especificação dos produtos.

Este talvez seja um dos principais desafios para permitir a obtenção de uma real capacidade de CM por parte da Empresa B. Da forma como este sistema de configuração de produtos é atualmente utilizado, ele acaba sendo um grande gerador de personalizações, como explica o gerente de engenharia:

“Implantamos o configurador de produto com a nossa lógica antiga de projeto de produtos. Neste formato, o vendedor precisa especificar parâmetros, como medidas do produto. Quando ele não encontra o parâmetro que ele deseja, ele pode adicionar uma observação no sistema. Isto significa uma necessidade de análise de engenharia e, provavelmente uma adaptação de projeto. Precisamos mudar a lógica do nosso configurador de produtos, pois, do jeito que está, ele atrapalha o processo como um todo”.

4.2.5.4 Suprimentos

Os fornecedores têm um papel relevante para a obtenção da capacidade de CM da Empresa B. Assim, além de fornecerem itens padronizados em função da modularização dos projetos, estabeleceu-se um processo de parceria, particularmente no que diz respeito à flexibilidade para atendimentos a pedidos e ao desenvolvimento conjunto de peças. Isto permitiu que a empresa reduzisse a base de fornecedores e formalizasse diferentes formas de abastecimento por parte dos mesmos.

Este processo foi catalisado por um projeto conduzido em paralelo à modularização dos produtos pela área de suprimentos do Grupo Empresa B. Em 2014, a empresa contava com mais de 1200 fornecedores de materiais diretamente aplicados nos produtos. Com o projeto de racionalização da base de fornecimento, aliado com a modularização dos produtos que permitiu o desenvolvimento de fornecedores que entregam módulos e não partes, atualmente esta base é de aproximadamente 450 empresas. Isto é destacado pelo Gerente de Logística da empresa: *“A depender da situação, é interessante que tenhamos apenas um ou dois fornecedores. Estes casos envolvem a necessidade de desenvolver peças exclusivamente para Empresa B. É o caso da parte elétrica, por exemplo, que nós temos apenas um fornecedor”.*

Assim, pode haver diferentes contratos com os fornecedores, a saber: i) exclusividade (o fornecedor assume o desenvolvimento e vende unicamente para a empresa); ii) exclusividade temporária (o fornecedor assume o desenvolvimento e vende exclusivamente para a empresa por um período temporário e depois comercializa para todo o mercado); iii) a empresa assume os investimentos com o ferramental do fornecedor, o qual fornece produtos exclusivos, mas, caso a empresa esteja insatisfeita com os serviços prestados, está livre para recolher o ferramental e investir em outro fornecedor.

A proximidade física dos fornecedores, por seu turno, é importante para reduzir os

custos com estoques e permitir entregas mais rápidas. Desta forma, 90% dos componentes dos produtos são fabricados por fornecedores localizados a pequenas distâncias da fábrica.

Por outro lado, a Empresa B é uma empresa verticalizada, possuindo quatro unidades fornecedoras de peças: i) Empresa C, maior fabricante latino-americano de materiais de fricção, respondendo por 95% do fornecimento de lonas pesadas (para veículos comerciais), 60% de lonas leves e 35% de pastilhas de freio (para carros de passeio) para as montadoras instaladas no Brasil; ii) Empresa D, que detém 56% do mercado nacional de freios a ar para veículos comerciais; iii) Empresa E, que atua no mercado brasileiro de componentes de acoplamento e de articulação entre veículos-trator e veículo rebocado; e iv) Empresa F, líder no mercado interno de vigas de eixos, suspensões e elementos de rodagem para veículos comerciais e a terceira maior fabricante mundial de vigas de eixos para veículos comerciais pesados.

Como resultado da integração vertical, as instalações dos fornecedores próprios puderam ser localizadas nas circunvizinhanças umas das outras. Desta forma, foi possível desenvolver procedimentos especializados mais eficientes para atender à demanda do fabricante. Adicionalmente, é preciso destacar que este processo de ‘integração vertical’ permite o estabelecimento de uma maior confiança com os ‘fornecedores internos’ do Grupo para lidar com as necessidades da empresa cliente.

Assim, a relação com o fornecedor avançou bastante com o processo de modularização e com a redução da base de fornecedores. Atualmente, a Empresa B tem um processo inicial de recebimento dos módulos de alguns fornecedores diretamente na linha de montagem e na sequência de montagem. Isto permite uma redução considerável do estoque de componentes dentro da empresa e uma redução dos custos associados à separação dos *kits* e abastecimento deles na linha de montagem.

No entanto, ainda existem oportunidades de concretizar a cadeia de fornecedores como parte do processo de modularização dos produtos. Hoje, as empresas atuam como fornecedoras de partes do produto, sem a completa visão do módulo envolvido no seu fornecimento e nas possibilidades de contribuição para novos desenvolvimentos.

Por fim, deve ser destacado a necessidade de ampliar a participação do distribuidor (concessionária) para a efetivação do sucesso da estratégia de CM da Empresa B, no esforço de atender aos pedidos dos clientes por meio do conjunto de alternativas de componentes previamente padronizados e disponibilizados no Configurator de Produto.

4.2.5.5 Produção

No que diz respeito à produção, a principal contribuição percebida com o processo de modularização foi a definição de produzir 30% dos produtos para estoque (*Make-To-Stock – MTS*). Isto aumentou a estabilidade dos volumes produzidos ('estabilização do Plano Mestre de Produção'), uma vez que, quando não existe pedido firme de produtos já vendidos aos clientes, consegue-se manter os níveis de produção produzindo estes produtos para estoque. Na realidade, esta prática já existia dentro da empresa, porém, como não era uma política estabelecida dentro da organização, e sim uma contingência em momentos de baixos níveis de venda, ela acabava gerando necessidades de retrabalhos para adaptar o projeto acabado a uma dada venda realizada.

No entanto, como ainda não está ajustado o uso do configurador de produtos dentro dos distribuidores, não se atingiu o nível desejado de 60% da produção de produtos modularizados. Assim, as adaptações ainda geram muita variabilidade dentro da produção. Com isso, não se percebe todo o potencial de melhoria do processo de gestão da demanda ('Heijunka') na melhoria dos sistemas produtivos.

Do ponto de vista da rotina de operação, o planejamento da Empresa B faz uma previsão de demanda para um período de doze meses, baseado em pedidos em carteira, dados históricos regionais, sazonalidade e tendências do mercado. A área de vendas, baseada nos dados dos distribuidores, reserva produtos para determinados períodos com as respectivas especificações. Entre quatro e oito semanas antes da data de entrega, os pedidos são confirmados, incluindo as especificações e o volume a ser produzido.

Porém, mesmo depois de realizado e firmado o pedido, o cliente ainda tem a possibilidade de alterar a especificação do produto em qualquer momento antes da entrega. Isto é entendido dentro da empresa como um costume do mercado que a mesma precisa trabalhar. Porém, neste momento estes eventos geram muitas modificações nos produtos dentro do processo produtivo e isto amplia consideravelmente a complexidade de gestão do sistema produtivo.

Neste contexto, a Empresa B trabalha em duas frentes: i) entender as razões para as alterações requeridas e visitar o projeto modular para permitir que o mesmo contemple mais possibilidades de alterações sem impacto na produção; ii) introduzir a customização planejada de maneira que esta possa ser realizada na montagem quando necessário e, se possível, no distribuidor. Isto tende a possibilitar a empresa reduzir a complexidade de produção das variedades, na medida em que pouco interferirá para a produção as eventuais mudanças solicitadas pelos clientes. Além disso, ofertar esta customização no ponto de venda, ou seja, no distribuidor, poderá ampliar a agregação de valor ao produto.

Ademais, a evolução da modularização e a sua efetivação dentro da produção permitem a ampliação da automação dos processos e a conseqüente redução da mão-de-obra direta. Ainda, pela redução da complexidade a ser gerida existe uma tendência de redução da necessidade de mão-de-obra indireta, como: i) profissionais ligados à logística interna para separação de kits para montagem pela redução da variedade de componentes; ii) inspetores de qualidade pela redução da quantidade de parâmetros a serem controlados; e iii) apontadores de produção pela simplificação do processo de controle.

4.2.5.6 Vendas

O processo de vendas talvez seja o principal desafio da Empresa B para conseguir extrair mais benefícios da modularização de produtos e ampliar sua capacidade de CM. Isso ocorre em função de que o processo de comercialização ainda acontece da maneira tradicional dentro dos distribuidores Empresa B, mesmo que a modularização já seja uma realidade dentro de diversas linhas de produtos da empresa. Assim, a engenharia tenta reduzir as demandas por adaptações de projetos, pensando os mesmos para antecipar possíveis variações. No entanto, mesmo que o número de adaptações tenha reduzido consideravelmente, o mesmo ainda impacta diretamente a capacidade de CM da empresa.

Assim, existem alguns desafios a serem superados no que tange ao posicionamento da empresa como fornecedora de solução e não apenas de produto. Isso significa ampliar o entendimento das necessidades dos clientes e mostrar que estas podem ser atendidas a partir de um conjunto de alternativas previamente pensadas no projeto do produto. Ainda, a operacionalização desta demanda exige uma revisão do configurador de produtos utilizado, para que o mesmo gere o produto a ser entregue ao cliente através de informações de entrada, como o tipo de carga a ser transportada e o tipo de terreno onde será utilizado o semirreboque, e não por parâmetros como medidas específicas do produto.

Além disso, a disseminação do conceito de modularização para o profissional de vendas da distribuidora Empresa B é um elemento central no sucesso desta estratégia de CM. Para isto, os profissionais de vendas das distribuidoras precisam ser inseridos na cultura de modularização para realizar uma série de questionamentos que possibilitem identificar, de forma rápida e apurada, as reais necessidades operacionais e técnicas dos clientes. Ainda, de modo a evitar modificações de projeto que se reflitam em tempos mais longos para atendimento, maior complexidade para a área produtiva e preços mais caros para o cliente, os profissionais precisam ser instruídos para se esforçarem no sentido de suprir os desejos dos clientes preferencialmente

a partir do conjunto de alternativas previamente padronizadas e configuradas.

Finalmente, no planejamento da empresa existem duas linhas de pensamento para efetivar a utilização dos produtos modulares na área de vendas, como forma de ampliar a capacidade de CM, a saber: i) posicionamento de marketing com a visão de produtos dimensionados por aplicação através de módulos intercambiáveis e possibilidade de carregar mais carga com a redução do peso do semirreboque; e ii) ampliar a geração de margem com os produtos através da participação do Ponto De Venda (PDV) com a comercialização de atualização dos produtos através de troca de módulos, customização por meio de acessórios disponíveis no distribuidor, planos de manutenção planejada, entre outras opções.

4.2.5.7 Pós-Vendas

Adicionalmente, a atuação no ambiente de pós-vendas precisa ser trabalhada a partir do conceito de modularização. Neste contexto, a Empresa B vislumbra três linhas de atuação a partir da dinâmica de pós-vendas: i) ofertar planos de manutenção planejada para os clientes; ii) criar planos de atualização dos produtos a partir da troca de determinados módulos; e iii) comercializar opcionais no distribuidor para postergar a customização.

Atualmente, a empresa possui menos de 10% de sua receita oriunda de peças de reposição. Isto significa que grande parte dos clientes com produtos Empresa B no campo realiza as manutenções de seus semirreboques em oficinas não vinculadas à Rede Empresa B. Algumas das explicações para este fato são a demora para realizar os reparos por falta de peças no distribuidor e a falta de contato do distribuidor com o cliente após a venda. Assim, a partir do projeto modular é possível criar uma sistemática de revisões periódicas com os clientes e realizar a troca dos módulos quando necessário. Além de ampliar o contato com o cliente a partir das visitas periódicas do mesmo ao distribuidor, o tempo de eventuais reparos será reduzido uma vez que será necessário ter uma quantidade menor de itens de reposição em estoque, dado que trabalhar-se-á com módulos e não peças.

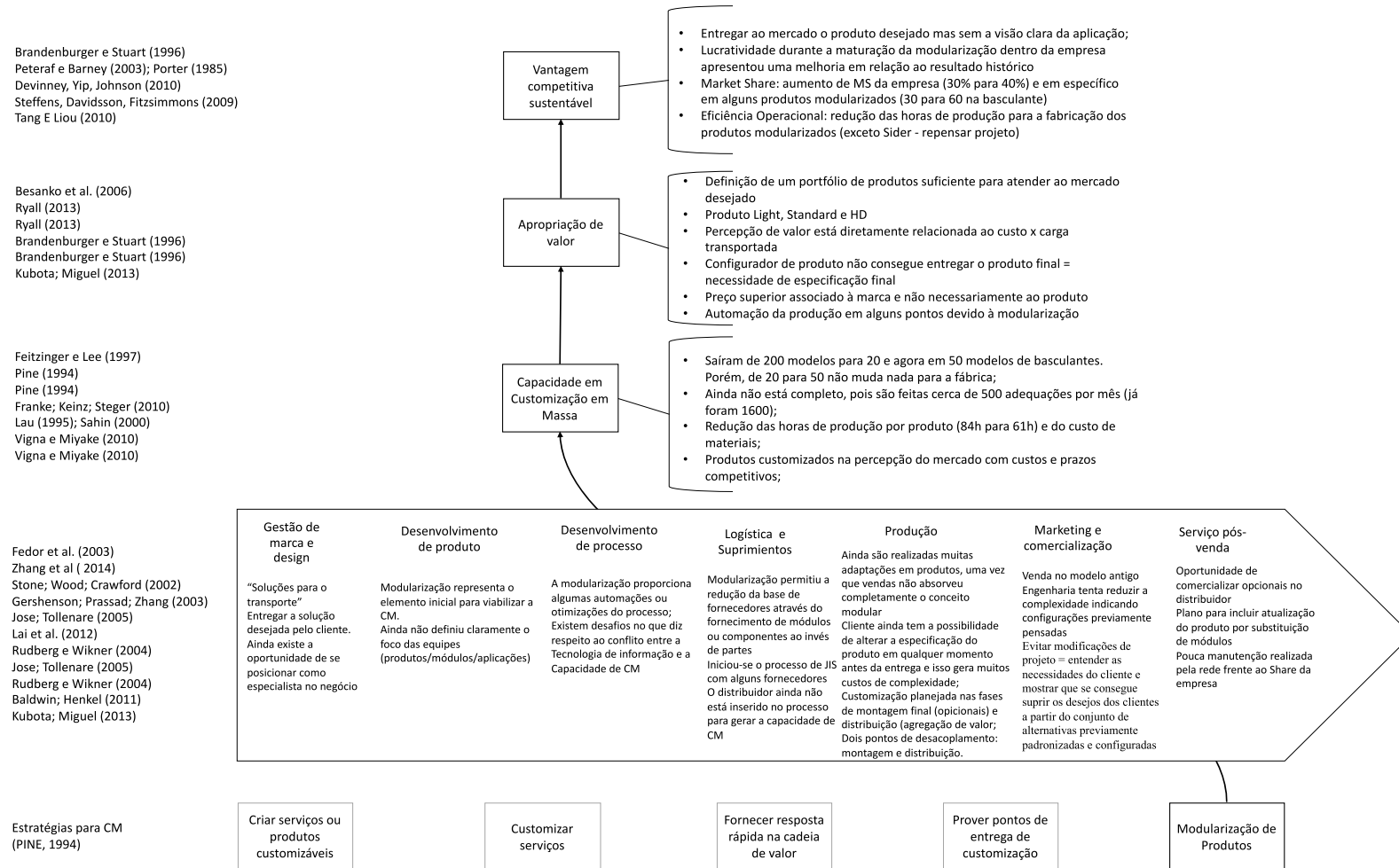
Ainda, como diz o Gerente Comercial da Empresa B: *“não existe ferro velho de semirreboque, o produto vai sendo adaptado pelo usuário por muitos e muitos anos. E este é um mercado que a Empresa B não atua e pouco conhece”*. Por isso, existe uma possibilidade de realizar atualizações e modificações nos produtos a partir da substituição de determinados módulos, que gerará uma série de receitas recorrentes da mesma venda. Para isto, é preciso, novamente, que o projeto modular contemple todo o ciclo de vida do produto e as possíveis variantes que o mesmo pode ter ao longo de sua utilização.

Por fim, existe uma iniciativa da Empresa B em ampliar a postergação da customização dos produtos a partir da venda de acessórios no distribuidor. Isto é especialmente desafiador pela cultura incutida no mercado e na empresa, pois acredita-se que, diferente das montadoras de automóveis, onde existe um pequeno número de variáveis para customização (sendo que a maioria delas é executada na concessionária), no setor de semirreboques existe um número elevado de possibilidades de personalização (vez que não apenas envolve modularização, mas também o projeto), e ela ocorre quase que exclusivamente na fábrica. A este respeito, o Gerente de Engenharia afirmou que: *“precisamos mudar a visão de que no nosso setor há uma imposição do mercado para que o produto seja customizado na fábrica. Na verdade, o nosso projeto precisa permitir que isso seja feito no distribuidor de forma que o cliente veja isso como benefício e não como uma gambiarra.”*

4.2.6 Framework Consolidado Empresa B

A Figura 25 apresenta uma síntese do caso da Empresa B. Esta imagem relaciona os elementos encontrados na realidade da empresa com o framework conceitual proposto pela presente tese a partir do estudo da literatura sobre o tema referente ao trabalho.

Figura 25 - Framework consolidado para o caso Empresa B



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A partir do que pode ser observado e analisado com base na descrição do caso da Empresa B, pode-se inferir que a empresa obtém e sustenta sua vantagem competitiva a partir da visão de entregar ao mercado o semirreboque desejado. Porém, em muitas circunstâncias não se tem uma visão clara da aplicação e da adequação necessárias para atingir os resultados desejados. Este é um relevante desafio que tem sido tratado processualmente através da adoção de um projeto modular, em diferentes ciclos de aplicação, no sentido de propor diferentes produtos para diferentes aplicações (HD, STD e LT). Além disso, a tradição da ‘marca Empresa B’ tende a colaborar com a sustentação da vantagem competitiva da empresa.

Com isso, o desempenho da empresa corrobora parcialmente com a obtenção de vantagem competitiva a partir dos indicadores propostos por Brito (2002), a saber: i) lucratividade: melhoria significativa a partir de um processo de amadurecimento do conceito de modularização dentro da organização, mesmo que existam fatores exógenos, tais como disponibilidade de crédito e demanda de mercado, que possam prejudicar a análise; ii) *Market Share*: este é o indicador com a performance mais consistente da empresa. De 2014 em diante, a Empresa B ampliou sua participação de mercado de 30% para 40% e em produtos efetivamente modularizados estes números passaram de 30% para 60%, ou seja, um aumento expressivo e sustentado a partir do projeto modular; e iii) Eficiência Operacional: em todos os produtos modularizados, exceto o semirreboque Sider, foram obtidas reduções nas horas de fabricação necessárias para a produção dos mesmos. Isto ratifica a obtenção de maior eficiência operacional a partir do produto modular. No caso do Sider, a empresa entende que exagerou na condução do projeto, gerando muitas possibilidades de combinação (não necessariamente desejadas pelo mercado) aumentando a complexidade para produzir o mesmo. Neste caso, será necessário revisar o projeto.

Já em termos de apropriação de valor, a percepção do mercado está diretamente relacionada ao desempenho econômico gerado pela solução apresentada, tendo em vista que o produto adquirido deve gerar a maior receita possível para o comprador com os menores custos associados com a operação. Neste caso, a geração de receita diz respeito à carga passível de ser transportada. Já o custo de operação é visualizado a partir da depreciação do bem adquirido e da manutenção do mesmo ao longo do tempo. Dentro desta perspectiva, a Empresa B definiu um portfólio de produtos inicialmente reduzido para atender às necessidades do mercado. Este vem sendo atualizado para contemplar pontos eventualmente não projetados, sempre tendo como foco reduzir a quantidade de adaptações. Com isso, em termos de apropriação de valor a empresa consegue praticar, dentro dos limites do mercado, um preço considerado *premium*. No

entanto, isto parece estar mais associado ao reconhecimento da marca do que às soluções entregues ao mercado. Em contrapartida, com o projeto modular, e o consequente compartilhamento de partes e componentes, consegue-se ganhos de escala de compras e redução da base de fornecedores, o que permite que seja obtida uma redução dos custos de aquisição dos componentes. Por fim, o custo de fabricação dos produtos tende a ser reduzido em função do aumento das escalas de produção dos módulos e da manutenção dos volumes de produção. Portanto, a apropriação de valor acontece para a Empresa B a partir da ampliação da diferença entre o preço que o consumidor se dispõe a pagar, atualmente muito influenciado pela marca Empresa B, e o custo do produto, em função da melhor aquisição dos materiais e produção dentro da planta.

A capacidade de CM da Empresa B pode ser percebida em duas questões: i) redução do custo de produção dos produtos modulares (cerca de 5%, conforme citado anteriormente); e ii) definição de produtos com possibilidade de pronta entrega. Assim, consegue-se entregar, mesmo que apenas alguns produtos, muito rápido e com custos competitivos. Além disso, para a construção do projeto modular ocorreu a necessidade de aumentar o entendimento da empresa em relação às necessidades do mercado. Isto pode ser visualizado pela redução da quantidade de adequação dos projetos (em média, de 1600 para 500 por mês). No entanto, este número ainda representa um nível de complexidade e custos para a empresa que não lhe permitem extrair todos os benefícios da modularização dos produtos e gerar uma efetiva capacidade de CM. Assim, mesmo o cliente tendo a sensação de ter sua necessidade plenamente atendida, a Empresa B ainda poderia operar com custos e prazos mais competitivos, uma vez que conseguisse gerenciar essa variedade na fonte da mesma e possuísse um projeto de produto adequado para entregar a variedade projetada sem a necessidade de realizar tantas adaptações nos projetos já existentes. Neste sentido, existe a necessidade de ampliar o entendimento do potencial da utilização do conceito de modularização por parte da área de vendas, bem como dos profissionais que atuam no próprio PDV.

No que tange à organização do sistema de atividades da empresa é importante citar que o conceito da modularização parece mais difundido em alguns setores/funções da empresa do que em outros. Uma explicação possível para isto é que a implantação do conceito de modularização é na empresa, pois faz pouco mais de 4 anos que o processo foi inicializado. Importante destacar que o processo começou na engenharia de produto, com a participação de outras áreas (por exemplo: produção, logística e materiais), porém, existe espaço para avançar e aprofundar a utilização do conceito em outras funções da empresa, em particular nas vendas.

No quesito gestão de marca, a Empresa B trabalha sob o lema ‘soluções para o transporte’. Isso simboliza a visão da empresa de criar produtos que atendam às necessidades dos diferentes clientes. Com isso, a empresa é historicamente flexível no atendimento destas diferentes demandas. Porém, com o avanço da modularização e a comprovação de que é possível limitar a lista pública de produtos sem prejuízos ao mercado, percebe-se que existe espaço para que a organização se posicione como especialista no negócio e possa indicar ao cliente a melhor solução para a sua aplicação. Este ainda é um caminho a ser percorrido no sentido de consolidar a marca já forte no mercado e até mesmo promover esta mudança de comportamento dentro do mercado. No desenvolvimento de produtos, a modularização representa o elemento fundamental para viabilizar a CM na Empresa B. No entanto, a engenharia de produto e o setor de P&D ainda não definiram claramente a organização das equipes focadas no desenvolvimento de módulos específicos, tanto no sentido da diferenciação como no que tange à redução de custos. Assim, existe esta oportunidade de estruturar a equipe para desenvolver as soluções com a visão da função que deverá exercer dentro da amplitude dos produtos da empresa.

A partir disto, o desenvolvimento de processos trabalha com a visão de que os processos podem ser premissas ou restrições para as mudanças que serão propostas nos produtos. Isto significa que os processos podem dirigir, em alguns casos, as soluções a serem desenvolvidas para que seja possível expandir a automação dos processos a partir de uma ótica da redução de custos e/ou melhoria da qualidade. Além disto, na visão da empresa, mesmo possuindo alguns *softwares* que auxiliam no processo, a Tecnologia de Informação ainda representa um elemento que restringe a obtenção plena da Capacidade de CM. A título de ilustração é possível citar o configurador de produtos da empresa que, em função da forma de construção da lógica de configuração que faz com que sejam inseridos parâmetros e não informações, gera algumas adaptações em produtos que poderiam ser evitadas.

Em termos de suprimentos, a modularização tem influência em dois pontos para gerar a capacidade de CM: i) redução do número de fornecedores e componentes a serem adquiridos: isso permite que a empresa reduza os custos de aquisição de produção, obtendo produtos customizados com custos de produção associados com a maior escala de produção possível; e ii) abastecimento de módulos por fornecedores diretamente na linha de montagem e na sequência de montagem (chamado de *Just-In-Sequence - JIS*), que permite uma redução da complexidade de gestão interna de materiais e movimentações. Ainda existe uma oportunidade latente de rever o papel do distribuidor para o sucesso da estratégia de CM, uma vez que ele pode atender aos pedidos dos clientes por meio das combinações disponibilizadas no

Configurador de Produto. Adicionalmente, é relevante a possibilidade de ampliar a receita da empresa através do aumento significativo da venda de acessórios não disponíveis na versão original do produto, mas passíveis de serem acrescentados pelo distribuidor.

Já na área de produção, a mudança percebida mais significativa foi com a definição dos produtos que são produzidos para estoque e auxiliam a fábrica a ter maior previsibilidade do que será produzido. Por outro lado, ainda há muitas adaptações de produtos oriundas da área de vendas que não conseguem utilizar as opções planejadas para atender algumas vendas. Com isso, os ganhos na área de produção podem ser significativamente ampliados. Além disso, como o cliente ainda tem a possibilidade de alterar a especificação do produto em qualquer momento antes da entrega, é preciso revisitar os projetos para viabilizar a postergação da customização para etapas mais próximas possíveis do consumidor. Isto é planejado para ocorrer nas fases de montagem ou no distribuidor. Porém, para a efetivação do plano é preciso formalizar aquilo que pode ou não ser modificado.

No que diz respeito a vendas, o modelo ainda não incorporou claramente o conceito de modularização. Isto é percebido ao analisar a quantidade existente de modificações nos produtos que poderiam ser evitadas com a utilização de opções previamente planejadas e passíveis de serem utilizadas a partir da argumentação de vendas. Para isto, ainda é preciso avançar no desenvolvimento dos produtos para que, com a lógica preestabelecida de variedade e combinações possíveis, auxiliar efetivamente o processo de venda de soluções para o mercado. Além disso, os profissionais de vendas das distribuidoras precisam ser treinados nos conceitos de CM, com o objetivo de evitar modificações de projeto, conseguindo suprir os desejos dos clientes a partir do conjunto de alternativas previamente padronizadas e configuradas. Finalmente, na área de pós-vendas existem oportunidades para ampliar a geração de receita através da prestação de serviços como, por exemplo, manutenções planejadas ao longo do tempo. Atualmente, a Rede Empresa B participa pouco deste mercado de manutenção. Sendo assim, isso pode ser ampliado a partir das manutenções realizadas por módulos tendo como base o conceito de projeto modular. Ademais, existe a possibilidade de ampliar as receitas recorrentes com o mesmo produto através da atualização de alguns módulos, com a finalidade de renovar os produtos e postergar algumas customizações com a venda de acessórios no próprio distribuidor.

5 FRAMEWORK PROPOSTO

A análise individual dos casos, realizada no capítulo anterior, permitiu não só que o pesquisador se familiarizasse com as características específicas de cada empresa, mas também contribuiu para a identificação de padrões emergentes, associados à obtenção da capacidade de CM a partir da modularização de produtos, os quais serão discutidos no presente capítulo.

Neste contexto, por meio da comparação entre os padrões que emergiram dos dados e a literatura que fundamenta o tema sobre a capacidade de CM, foi possível evidenciar oportunidades para contribuir com o desenvolvimento da teoria, melhor perceber particularidades da execução desta estratégia no contexto brasileiro, bem como construir um framework a partir das estratégias e ações implementadas pelas empresas pesquisadas.

5.1 Vantagem Competitiva

Em termos de vantagem competitiva, fica claro que se utilizar do projeto modular de produto para estabelecer um posicionamento de mercado como provedor da melhor solução para necessidade do mercado gera uma vantagem competitiva sustentável. Neste sentido, a relação biunívoca entre o desenvolvimento de produtos e a visão de mercado é essencial para gerar informações que tornem os produtos desenvolvidos de fato soluções desejadas pelo mercado e para que a empresa se posicione inteiramente como fornecedora de soluções.

Isto se reflete nos três indicadores utilizados para mensurar a vantagem competitiva, porém, de maneira distinta. Analisando-se a lucratividade das empresas, esta métrica parece ser a última a ser influenciada, pois depende da consolidação do conceito dentro de toda a organização, dado que esta expansão torna possível reduzir os custos associados à complexidade de gerir a variedade de produtos e, então, gerar uma lucratividade superior. Já no que diz respeito ao *Market Share*, a oferta de produtos que entreguem, de fato, a melhor solução para o cliente amplia a participação de mercado da empresa. Ambos os casos analisados corroboram com esta afirmativa a partir dos dados empíricos das empresas. Por fim, o aumento da eficiência operacional acontece pela possibilidade de ampliar a automação dos processos e pela otimização de plantas distintas. Isto se justifica na medida em que produtos modulares permitem planejar a variação necessária na fábrica e, com isto, ampliar a automação dos processos, tendo em vista que os mesmos estarão pensados para abranger a variedade possível. Além disto, para empresas com múltiplas plantas, é possível definir o melhor local para a produção de determinado produto em função do contexto de mercado de cada região e, assim, manter uma maior estabilidade nas plantas.

O Quadro 8 sintetiza a análise dos casos anteriormente apresentados, com as conclusões possíveis de serem utilizadas para verificar em outros casos.

Quadro 8 - Síntese da análise cruzada dos casos sobre o constructo vantagem competitiva

CONSTRUCTO	EMPRESA A	EMPRESA B	SÍNTESE
VANTAGEM COMPETITIVA	Entregar ao mercado o caminhão adequado para a aplicação desejada;	Entregar ao mercado o produto desejado mas sem a visão clara da aplicação;	Estabelecer um posicionamento de mercado como provedor da melhor solução para necessidade do mercado
	Lucratividade: entre 2012 e 2020 a empresa atingiu um patamar de 10% de lucratividade;	Aumento de lucratividade a partir da maturação da modularização dos produtos dentro da empresa	Lucratividade parece ser o último indicador a ser influenciado, pois depende a consolidação do conceito dentro de toda a organização
	Market Share: liderança do mercado nacional de caminhões pesados com Mercedes-Benz e Volvo;	Market Share: aumento de MS da empresa (30% para 40%) e em específico em alguns produtos modularizados (30 para 60 na basculante)	A oferta de produtos que entreguem, de fato, a melhor solução para o cliente amplia a participação de mercado da empresa
	Eficiência Operacional: veículo produzido em qualquer planta do mundo seja enviado para qualquer mercado.	Eficiência Operacional: redução das horas de produção para a fabricação dos produtos modularizados (exceto Sider - repensar projeto)	O aumento da eficiência operacional acontece pela possibilidade de ampliar a automação dos processos e pela otimização de plantas distintas

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Desta forma, é possível vislumbrar a possível influência da modularização de produtos na vantagem competitiva das empresas. Para a efetivação disto, é preciso que a apropriação de valor habilitada por este processo aconteça.

5.2 Apropriação de valor

A efetivação da apropriação de valor por parte das empresas deriva do entendimento do que motiva a escolha do cliente entre as diferentes opções e desenvolver produtos que entreguem melhor relação de custo-benefício nestes critérios determinantes. Isto significa compreender os fatores que levam o consumidor a tomar a decisão de compra, ou seja, o que define o benefício percebido por ele e ofertar soluções que entreguem este benefício desejado.

Ainda, a operacionalização disto depende de um ajuste no processo de especificação do produto a ser ofertado, que exige modificar a configuração da venda para definir informações importantes e, a partir disto, o produto que melhor atende a estas informações. Assim, migra-se de uma venda a partir de características como medidas, materiais ou desempenho, para uma oferta a partir de necessidades a serem atendidas.

Já a mensuração desta apropriação de valor depende da prática de um preço superior com custos relativamente baixos. A obtenção de um preço premium depende de entregar melhor desempenho nas dimensões importantes para o cliente. Além disso, o posicionamento da marca como provedora de soluções reforça a disposição do mercado para dispender maior recurso com estes produtos. Os custos, por sua vez, podem ser reduzidos a partir de ganhos de escala na compra com menos itens a serem comprados e em maior volume já que substituem a outros e com menos fornecedores, possuindo maior volume de compra. Em termos de produção, o maior

volume de produção com menor variedade gera ganhos de eficiência e permite a automação de processos.

O Quadro 9 sintetiza a análise dos casos anteriormente apresentados, com as conclusões possíveis de serem utilizadas para verificar em outros casos.

Quadro 9 - Síntese da análise cruzada dos casos sobre o constructo apropriação de valor

CONSTRUCTO	EMPRESA A	EMPRESA B	SÍNTESE
APROPRIAÇÃO DE VALOR	Percepção de valor está diretamente relacionada ao desempenho econômico gerado pela solução apresentada	Percepção de valor está diretamente relacionada ao custo x carga transportada	Necessário entender o que motiva a escolha do cliente entre as diferentes opções e desenvolver produtos que entreguem melhor relação de custo-benefício nestes critérios determinantes.
	Configurador de produto = venda informacional e não física	Configurador de produto não consegue entregar o produto final = necessidade de especificação final	Modificar a configuração da venda para definir informações importantes e, a partir disto, o produto que melhor atende a estas informações.
	Venda parte da busca de uma solução ajustada à necessidade do cliente e não de um produto para atender parcialmente a esta demanda = preço premium;	Preço superior associado à marca e não necessariamente ao produto	Preço premium depende de entregar melhor desempenho nas dimensões importantes para o cliente. Posicionamento da marca reforça e facilita isto.
	Custos de aquisição dos componentes e fabricação dos produtos tendem a ser reduzidos.	Automação da produção em alguns pontos devido à modularização	Custos podem ser reduzidos a partir de ganhos de escala na compra (menos itens e fornecedores), na produção (maior volume de produção) e automação de processos.
		Definição de um portfólio de produtos suficiente para atender ao mercado desejado Produto Light, Standard e HD	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Portanto, a apropriação de valor pode ser obtida a partir desta entrega de soluções reconhecidas pelo mercado com os ganhos de escala possíveis de serem obtidos pelas empresas. Isto ainda pode ser ampliado com a efetivação da capacidade de CM das empresas.

5.3 Capacidade de CM

Para a obtenção da capacidade de CM é preciso conjugar as possibilidades que a modularização dos produtos gera para a empresa com as necessidades efetivas do mercado. Isso porque, a modularização habilita milhões de configurações possíveis, porém, é preciso gerenciar o portfólio a ser disponibilizado ao cliente para evitar que: i) a variedade demasiada amplie os custos de complexidade para entregar o mesmo; e ii) o portfólio não seja o suficiente e com isso existam muitas demandas por adaptações de produtos e custos associados.

O portfólio disponibilizado, portanto, deve atender às necessidades dos clientes sem a necessidade de customizações não planejadas. Estas adaptações prejudicam o posicionamento da empresa como especialista no produto e inserem custos de desenvolvimento não previstos. Assim, dificilmente a empresa consegue entregar produtos com custos competitivos e prazos de entrega reduzidos se isso não for dirimido.

Além disso, a personalização deve ser vista como uma oportunidade de negócio, dado que se a empresa não o fizer, alguém o fará. No entanto, isto não deve ser estimulado para os clientes, pois tenderá a gerar mais demandas por tais personalizações.

Neste contexto, o Quadro 10 sintetiza a análise dos casos anteriormente apresentados, com as conclusões possíveis de serem utilizadas para verificar em outros casos.

Quadro 10 - Síntese da análise cruzada dos casos sobre o constructo capacidade de CM

CONSTRUCTO	EMPRESA A	EMPRESA B	SÍNTESE
CAPACIDADE DE CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA	Possíveis mais de 3 milhões de produtos finais a partir da combinação das partes existentes;	Sairam de 200 modelos para 20 e agora em 50 modelos de basculantes. Porém, de 20 para 50 não muda nada para a fábrica;	Modularização habilita milhões de configurações possíveis, porém é preciso gerenciar o portfólio a ser disponibilizado ao cliente
	Cerne da capacidade de CM está na forma como ela se comunica com o comprador = sensação de ter sua necessidade plenamente atendida;	Ainda não está completo, pois são feitas cerca de 500 adequações por mês (já foram 1600);	O portfólio disponibilizado deve atender às necessidades dos clientes sem a necessidade de customizações não planejadas
	Produtos customizados na percepção do mercado com custos e prazos competitivos;	Redução das horas de produção por produto (84h para 61h) e do custo de materiais;	O prazo de entrega deve ser minimizado e os custos competitivos
	FFU – Fit For Use para casos em que o produto modular não atende (menos de 5% das vendas)	Produtos customizados na percepção do mercado com custos e prazos competitivos;	A personalização deve ser vista como uma oportunidade de negócio, mas que não deve ser estimulada

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A capacidade de CM, então, depende de uma gestão efetiva do portfólio de produtos a partir das possibilidades geradas pela modularização. Além disso, esta concretização deve ser compartilhada com as diversas atividades da organização.

5.4 Sistema de Atividades

No que diz respeito ao sistema de atividades, a análise conjunta de ambos os casos, conjugada com os aspectos teóricos disponíveis na literatura pesquisada, auxilia a identificar alguns padrões de características relevantes para efetivar a capacidade de CM a partir da modularização dos produtos. No item gestão de marca, percebe-se que o valor associado à marca depende de questões relacionadas à trajetória da empresa ao longo do tempo. Este posicionamento exerce influência relevante no posicionamento de preço da mesma e, portanto, é algo a ser considerado independente do projeto modular do produto. Porém, posicionar-se como especialista no campo de atuação no sentido de ofertar a melhor solução para cada necessidade é outro ponto importante para conquistar mercado e, por conseguinte, efetivar a capacidade de CM. Ainda, ter um projeto modular de produto planejado de forma que permita diversas configurações para entregar as soluções necessárias proporciona à empresa trabalhar com custos competitivos.

Já em termos de desenvolvimento de produtos, fica claro que a modularização dos produtos é um dos elementos possíveis de serem trabalhados para viabilizar a CM. No entanto, apesar de existirem outras possibilidades de atuação dentro das organizações, como o aumento

da oferta de serviços ou a postergação da customização, percebe-se que a modularização dos produtos tende a gerar maior sustentabilidade da capacidade de CM a longo prazo, uma vez que pode permear mais áreas da empresa e continuamente se reconfigurar. Além disto, a organização do desenvolvimento com foco em módulos cria amplitude das soluções pensadas, visto que se pode aproveitar o mesmo módulo em diversos produtos e evoluir tecnologicamente vários produtos através da evolução de apenas um módulo. Porém, não se pode perder a visão de mercado, pois vários ótimos módulos podem não entregar o que mercado precisa e deseja. Portanto, parece prudente indicar que a organização do desenvolvimento de produtos deva ser mista, com equipes dedicadas a módulos estratégicos e outras com foco no mercado e nos produtos propriamente ditos.

No desenvolvimento de processos, por sua vez, a modularização a médio prazo habilita a automação de atividades, dado que as variedades são reduzidas através dos módulos planejados previamente. Além disto, ela flexibiliza a escolha de onde produzir cada produto, pois diferentes fábricas podem produzir o mesmo módulo e, com isso, ganhar mais estabilidade de volumes de produção. Porém, a longo prazo parece que os processos precisam estar preparados para mudanças no sentido de viabilizar a modularização. Isso se justifica ao se refletir sobre as várias possibilidades de desenvolvimento de um novo produto ou módulo. Este processo não deveria estar restrito a condições previamente estabelecidas na produção. Assim, um processo com maior flexibilidade conceitual parece permitir melhores soluções a longo prazo. Ainda, no que tange à tecnologia da informação, ela deve apoiar o processo e facilitá-lo, isto é, deve tornar automáticas atividades rotineiras desenvolvidas pelas pessoas para ampliar o tempo disponível para o desenvolvimento em si. Idealmente, a sistematização de atividades deve ser precedida do conceito modular, pois, de outra maneira, os sistemas existentes podem ser restrições para o avanço do conceito modular.

No que diz respeito à logística e suprimentos, com a modularização dos produtos cria-se uma oportunidade para que os fornecedores passem a fornecer módulos e não apenas partes. Com isso, pode-se ampliar a parceria para desenvolvimento dos produtos, uma vez que os fornecedores passam a ter uma participação maior no funcionamento do mesmo e, portanto, podem apresentar soluções de melhoria. Além disto, como os itens a serem adquiridos são reduzidos, é natural que ocorra uma redução da base de fornecedores e custos por ganhos de escala nas aquisições, visto que se compra maior volume de menos fornecedores. Outra possibilidade que é habilitada pelo projeto modular é a montagem dos produtos em diferentes locais pela configuração dos módulos. Assim, a decisão sobre onde montar ou produzir cada produto passa a ser uma questão estratégica para gerar e manter a estabilidade do processo

produtivo. Também se cria espaço para redução de custos de logística interna passando esta tarefa para fornecedores parceiros, uma vez que estes podem fazer o abastecimento dos materiais diretamente na linha de montagem e na sequência de montagem. Por fim, pode-se ampliar a postergação da customização, entregando tarefas ao distribuidor e possibilitando um incremento de margens. Neste sentido, é possível viabilizar que algumas customizações sejam planejadas para serem realizadas no distribuidor, caso o cliente queira, e, com isto, cobrar por este serviço.

No âmbito da produção, a variedade de produtos não deve gerar grandes impactos, pois os mesmos são projetados para serem produzidos dentro das características da planta. Isto significa que a fábrica deve conseguir entregar a variedade planejada com custos de produção em grande escala, ou seja, viabilizar a capacidade de CM. Outro ponto a ser observado são as possibilidades de alteração por parte do cliente. Com o projeto modular deve-se estabelecer uma política que defina claramente o que pode ser mudado e até em que estágio da produção (CODP) isto pode ocorrer. Esta definição tem papel fundamental na efetivação da capacidade de CM, pois garante a oferta de customização ao cliente sem gerar aumento de custos na empresa. Para isto, os pontos de customização devem ser definidos no projeto do produto, com a premissa de maximizar a postergação desta customização e devem estar claramente relacionados aos CODP desejados pela empresa.

O modelo de venda do produto modularizado deve conduzir o cliente para visualizar sua necessidade atendida pela solução proposta. Isto significa mostrar para o mesmo que a solução apresentada atende da melhor maneira possível à demanda apresentada por ele. Desta maneira, a empresa precisa estabelecer seu posicionamento como provedora de soluções e, para tal, sistemas informacionais, como os configuradores de produto, podem ajudar a elucidar este processo. Outro aspecto importante para que este modelo seja bem-sucedido é que os profissionais de venda devem absorver o conceito da venda informacional e não parametrizada, ou seja, o cliente deve apresentar informações sobre o uso e objetivos do produto e, com isto, a empresa apresenta a melhor indicação para atender estas informações. Assim, torna-se possível reduzir a entrada de demandas com necessidade de atender determinados parâmetros como medidas ou materiais, uma vez que o cliente, por vezes, pode fazer isto baseado em suas experiências, e não necessariamente na melhor alternativa de fato. Isto precisa partir do projeto do produto, no sentido de se entender como cada módulo entrega determinado desempenho ou função e passar pela gestão do portfólio de produtos para, a partir de todas as possibilidades existentes de configurações, limitar o acesso dos clientes àquelas que atendam às necessidades dos mesmos, minimizando a complexidade de gestão da empresa e as consequentes

personalizações demandadas em função do portfólio disponibilizado não atender determinada função. Desta forma, a gestão do portfólio de produtos tem o objetivo de disponibilizar ao mercado um portfólio que atenda à amplitude de demandas, minimizando a complexidade da empresa. Com isto, os eventuais casos não atendidos pelo portfólio planejado devem ser vistos como uma oportunidade de negócio, mas que não devem ser estimulados. Assim, as modificações de opções previamente planejadas devem ser evitadas pelo conhecimento do produto.

Neste contexto, o Quadro 11 sintetiza a análise dos casos anteriormente apresentados, com as conclusões possíveis de serem utilizadas para verificar em outros casos.

Quadro 11 - Síntese da análise cruzada dos casos sobre o constructo Sistema de Atividades

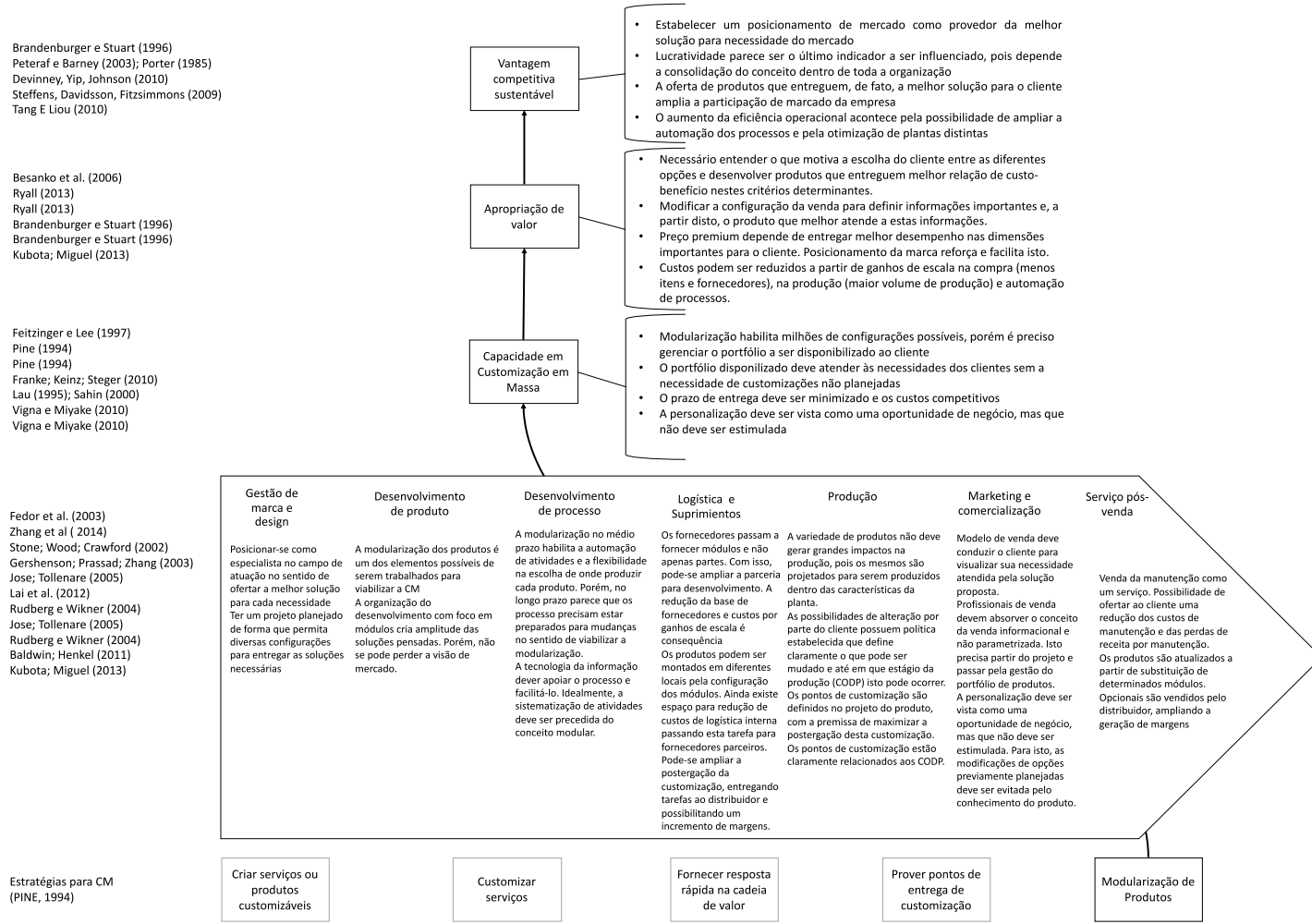
CONSTRUCTO	EMPRESA A	EMPRESA B	SÍNTESE
GESTÃO DE MARCA	“Feito sob medida para qualquer necessidade”	“Soluções para o transporte”	Posicionar-se como especialista no campo de atuação no sentido de ofertar a melhor solução para cada necessidade
	Adaptar soluções que otimizem as operações dos clientes	Entregar a solução desejada pelo cliente. Ainda existe a oportunidade de se posicionar como especialista no negócio	Ter um projeto planejado de forma que permita diversas configurações para entregar as soluções necessárias
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS	Modularização representa o elemento fundamental para viabilizar a CM	Modularização representa o elemento inicial para viabilizar a CM	A modularização dos produtos é um dos elementos possíveis de serem trabalhados para viabilizar a CM
	Equipes focadas no desenvolvimento dos módulos específicos	Ainda não definiu claramente o foco das equipes (produtos/módulos/aplicações)	A organização do desenvolvimento com foco em módulos cria amplitude das soluções pensadas. Porém, não se pode perder a visão de mercado.
DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS	Processos devem estar preparados para as mudanças que ocorrerão nos produtos;	A modularização proporciona algumas automações ou otimizações do processo;	A modularização no médio prazo habilita a automação de atividades e a flexibilidade na escolha de onde produzir cada produto. Porém, no longo prazo parece que os processos precisam estar preparados para mudanças no sentido de viabilizar a modularização.
	Reconfiguração de processos (como os CNCs) e/ou sequência de operações (leiaute das células)		
	Tecnologia de informação não representa um elemento condicional para a Capacidade de CM	Existem desafios no que diz respeito ao conflito entre a Tecnologia de informação e a Capacidade de CM	A tecnologia da informação deve apoiar o processo e facilitá-lo. Idealmente, a sistematização de atividades deve ser precedida do conceito modular.
LOGÍSTICA E SUPRIMENTOS	Redução do número de fornecedores com a modularização de produtos	Modularização permitiu a redução da base de fornecedores através do fornecimento de módulos ou componentes ao invés de partes	Os fornecedores passam a fornecer módulos e não apenas partes. Com isso, pode-se ampliar a parceria para desenvolvimento. A redução da base de fornecedores e custos por ganhos de escala é consequência
	Avaliar se o produto deve ser enviado montado ou desmontado	Iniciou-se o processo de JIS com alguns fornecedores	Os produtos podem ser montados em diferentes locais pela configuração dos módulos. Ainda existe espaço para redução de custos de logística interna passando esta tarefa para fornecedores parceiros.
	Papel do distribuidor (concessionária) para o sucesso da estratégia de CM da Empresa A	O distribuidor ainda não está inserido no processo para gerar a capacidade de CM	Pode-se ampliar a postergação da customização, entregando tarefas ao distribuidor e possibilitando um incremento de margens.
PRODUÇÃO	Variedade é encarada com naturalidade;	Ainda são realizadas muitas adaptações em produtos, uma vez que vendas não absorveu completamente o conceito modular	A variedade de produtos não deve gerar grandes impactos na produção, pois os mesmos são projetados para serem produzidos dentro das características da planta.
	Cliente ainda tem a possibilidade de alterar a especificação do produto até quatro semanas antes da entrega;	Cliente ainda tem a possibilidade de alterar a especificação do produto em qualquer momento antes da entrega e isso gera muitos custos de complexidade;	As possibilidades de alteração por parte do cliente possuem política estabelecida que define claramente o que pode ser mudado e até em que estágio da produção (CODP) isto pode ocorrer.
	Customização ocorre nas fases de fabricação (motor, cabine, eixos) e na montagem final (chassis);	Customização planejada nas fases de montagem final (opcionais) e distribuição (agregação de valor);	Os pontos de customização são definidos no projeto do produto, com a permissão de maximizar a postergação desta customização.
	Dois pontos de desacoplamento: fabricação e montagem.	Dois pontos de desacoplamento: montagem e distribuição.	Os pontos de customização estão claramente relacionados aos CODP.
MARKETING E COMERCIALIZAÇÃO	Configurador de Produto para auxiliar no processo	Venda no modelo antigo	Modelo de venda deve conduzir o cliente para visualizar sua necessidade atendida pela solução proposta.
	Profissional de vendas da concessionária é treinado pela área de Engenharia de Vendas	Engenharia tenta reduzir a complexidade indicando configurações previamente pensadas	Profissionais de venda devem absorver o conceito da venda informacional e não parametrizada. Isto precisa partir do projeto e passar pela gestão do portfólio de produtos.
	Evitar modificações de projeto = suprir os desejos dos clientes a partir do conjunto de alternativas previamente padronizadas e configuradas	Evitar modificações de projeto = entender as necessidades do cliente e mostrar que se consegue suprir os desejos dos clientes a partir do conjunto de alternativas previamente padronizadas e configuradas	A personalização deve ser vista como uma oportunidade de negócio, mas que não deve ser estimulada. Para isto, as modificações de opções previamente planejadas deve ser evitada pelo conhecimento do produto.
SERVIÇO PÓS-VENDAS	Manutenções são realizadas por módulos	Oportunidade de comercializar opcionais no distribuidor	Venda da manutenção como um serviço. Possibilidade de ofertar ao cliente uma redução dos custos de manutenção e das perdas de receita por manutenção.
	Manutenção com planos flexíveis = mais de 124000 contratos	Plano para incluir atualização do produto por substituição de módulos	Os produtos são atualizados a partir de substituição de determinados módulos.
	Reparo realizado sem aguardar por peças	Pouca manutenção realizada pela rede frente ao Share da empresa	Opcionais são vendidos pelo distribuidor, ampliando a geração de margens

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O serviço de pós-vendas deve ser visto como um elemento importante para ampliar a geração de receitas recorrentes do mesmo produto. Para tal, são possíveis utilizar, pelo menos, três caminhos distintos: i) venda da manutenção como um serviço: é possível ofertar ao cliente uma redução dos custos de manutenção e das perdas de receita por manutenção. Neste sentido, a empresa pode, a título de exemplo, ofertar ao cliente o monitoramento do produto e chamá-lo para efetuar uma manutenção quando for necessário. Como isto será planejado, o tempo de reparo será reduzido e o custo por manutenções desnecessárias também; ii) atualização de produtos: os produtos podem ser atualizados a partir de substituição de determinados módulos. Com o desenvolvimento de determinados módulos é possível atualizar mais rapidamente determinados produtos; iii) venda de opcionais: é possível expandir a customização pela venda de opcionais planejados no distribuidor. Assim, o cliente pode optar por isto no momento em que julgar pertinente e a empresa pode cobrar pelo mesmo.

A partir dos resultados obtidos por meio da análise cruzada dos casos, foi possível a elaboração de um *framework* (Figura 26) que tem como principal objetivo servir de referência para analisar como a modularização de produto pode proporcionar a capacidade de CM, através do sistema de atividades da empresa, para obtenção da vantagem competitiva nas organizações.

Figura 26 - Framework proposto para obtenção da Capacidade de CM a partir da Modularização dos Produtos



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

6 CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS

A seguir, são apresentadas as principais conclusões do trabalho, bem como as limitações da presente pesquisa e as recomendações de trabalhos futuros.

6.1 Conclusões

No contexto atual de mercado, a CM aparece como uma alternativa para entregar ao mercado a desejada customização sem ampliação dos custos decorrentes da complexidade de gerenciar esta inerente variedade. No entanto, o avanço dos estudos sobre o tema de CM ainda gera discussões sobre o posicionamento do temário no âmbito da obtenção da vantagem competitiva.

Enquanto alguns autores como Davis (1987) e Pine II (1993) entendem que a CM é uma forma para obter a vantagem competitiva, outros autores enxergam a mesma como uma competência a ser obtida pela empresa que a levaria à vantagem competitiva (WANG et al., 2014). De forma sintética, pode-se afirmar que as pesquisas mais recentes apresentam a CM como uma competência ou capacidade da empresa que levaria os consumidores a perceberem maior valor na oferta da empresa e, conseqüentemente, permitiria à empresa capturar uma parcela maior deste valor.

A literatura sugere que a capacidade de CM de uma empresa pode ser alcançada pelos seguintes caminhos: i) segmentação de fornecedores; ii) implementação da modularização de produtos e processos; e iii) postergação das principais etapas de produção que determinam as características do produto customizado (LEE, 2004; KRISHAN; ULRICH, 2001; SALVADOR et al., 2002; TU et al., 2004; PINE, 1993; FEITZINGER; LEE, 1997; VAN HOEK et al., 1999; LI et al., 2006). A modularização, portanto, é uma das práticas de desenvolvimento mais comuns para a obtenção da CM. No entanto, os estudos deixam parcialmente explicáveis alguns dos caminhos através dos quais as práticas de modularização poderiam melhorar a capacidade de CM. Em geral, estes estudos apontam para uma falta de relação direta entre a modularização e a capacidade de CM.

Partindo deste contexto, este trabalho teve como objetivo geral propor um framework geral para analisar como a modularização de produto pode proporcionar a capacidade de CM, através do sistema de atividades da empresa, para obtenção da vantagem competitiva nas organizações. Para isto, foi proposto, apresentado e discutido criticamente o *framework* para a obtenção da Capacidade de CM a partir da Modularização dos Produtos.

Este *framework* apresenta orientações, oriundas do estudo da literatura e corroboradas por casos reais analisados, sobre como as empresas devem, a partir da modularização de seus produtos, organizar seu sistema de atividades para que a empresa possa obter uma efetiva capacidade de CM e, por conseguinte, apropriar-se de maior valor e obter vantagem competitiva sustentável. Para a construção deste *framework* para a obtenção da Capacidade de CM a partir da Modularização dos Produtos, inicialmente, foi proposto um framework conceitual consolidado a partir da bibliografia estudada. Este framework foi apresentado a um conjunto de especialistas durante um Grupo Focal e a discussão do mesmo gerou modificações que permitiram ao autor apresentar uma versão final deste framework conceitual consolidado.

Com esta versão final e com a literatura estudada foi construído um instrumento de coleta de dados, apresentado no Apêndice A, que seria a base para condução dos estudos de caso nas empresas estudadas. Este mesmo instrumento foi submetido à avaliação de três diferentes profissionais, cujos currículos estão disponíveis no Apêndice C, para ajustar o mesmo e gerar uma versão final. Esta versão final ainda foi testada em um caso piloto antes da efetiva coleta de dados nas empresas estudadas.

Assim, os casos da Empresa A e Empresa B foram estudados à luz do instrumento de coleta construído e, com isso, foram apresentados ao longo do capítulo 4 deste trabalho. Ao final da análise de cada caso, foi possível apresentar o mesmo sob a ótica do framework conceitual consolidado. Após esta análise individual dos casos, foi realizada a análise cruzada dos mesmos. Neste processo, cada constructo do framework conceitual consolidado dos casos foi comparado e, com isto, foi possível gerar uma síntese dos casos combinados com a visão apresentada na literatura. Desta forma, ao final da análise conjunta dos casos da Empresa A e da Randon, foi possível apresentar o *framework* proposto por este trabalho para indicar às empresas como obter a capacidade de CM com a modularização dos produtos através da organização do sistema de atividades das mesmas.

Com isto, considera-se que esta tese contribui em termos de desenvolvimento teórico, pela proposição de um framework geral que formalize as relações entre a modularização de produtos e o sistema de atividades das empresas para obtenção da capacidade de CM, uma vez que ainda existem algumas lacunas a serem preenchidas no que tange a uma orientação adequada em relação ao ‘como’ obter a capacidade em CM, bem como as suas implicações para a gestão das organizações.

Além disso, os conceitos de modularização e CM foram concebidos no contexto de países desenvolvidos, para lidar com contextos específicos destes locais. Ratifica-se, portanto, a relevância desta tese ao investigar e discutir as especificidades do contexto brasileiro para a

aplicação dos referidos conceitos. Assim, a aplicação do *framework* proposto pode ser, ainda, mais importante na estrutura econômica brasileira, em que as empresas – em razão da baixa escala de consumo do mercado e da elevada necessidade de diversificação de produtos – tendem a ampliar sua gama de produtos para financiar seu crescimento.

6.2 Limitações da pesquisa

Apesar dos esforços empreendidos em prol da validade interna da pesquisa, devido a restrições de acesso impostas ao pesquisador em relação a documentos, registros e pessoas, não foi possível examinar determinadas evidências, bem como entrevistar um maior número de integrantes de diferentes áreas funcionais de cada empresa selecionada. Logo, os dados coletados por meio de entrevistas sofreram, como usual, influência da percepção dos entrevistados sobre as questões elaboradas. Ademais, o resultado da análise dos dados é também influenciado pelas crenças e a visão de mundo que guia o pesquisador.

6.3 Sugestões de Trabalhos Futuros

Os resultados da presente pesquisa permitiram melhor compreender a importância do entendimento organizacional de todas as relações existentes e afetadas pela utilização das práticas de modularização na empresa, e como isso implica na obtenção da vantagem em CM. O entendimento mais acurado destas relações dentro do sistema de atividades da empresa, por sua vez, permitiu identificar uma série de oportunidades para o empreendimento de futuras pesquisas, as quais teriam o intuito de também contribuir para o desenvolvimento da teoria que envolve o tema, e cujas sugestões e recomendações para trabalhos futuros podem se relacionar:

- Realizar um estudo longitudinal para validar a correlação estatística entre a obtenção da capacidade de CM e a vantagem competitiva através da avaliação dos indicadores propostos por Brito (2002) para mensurar a mesma;
- Identificar e analisar como as empresas de serviço ou que não fabricam um produto próprio obtêm a capacidade de CM e propor um *framework* para estes segmentos;
- Realizar estudos similares a este para identificar *frameworks* sobre a organização do sistema de atividades para obtenção da capacidade de CM a partir de outras formas de obtê-la indicadas pela literatura;
- Testar o *framework* ora construído de forma mais ampla em empresas de diferentes setores produtivos.

REFERÊNCIAS

- ADEGBESAN, J. A. On the origins of competitive advantage: strategic factor markets and heterogeneous resource complementarity. **Academy of Management Review**, v. 34, n. 3, p. 463-475, 2009.
- AGRAWAL, Tarang *et al.* A hybrid model of component sharing and platform modularity for optimal product family design. **International Journal of Production Research**, v. 51, n. 2, p. 614-625, 2013.
- AHMAD, S., SCHROEDER, R.G., MALLICK, D.N. The relationship among modularity, functional coordination, and mass customization: Implications for competitiveness. **European Journal Innovation Management**, v. 13, n. 1, p. 46–61, 2010.
- ALPI, K.; EVANS, J. 2 Distinguishing case study as a research method from case reports as a publication type. **Journal of the Medical Library Association**, v. 107, n. 1, p. 1–5, 2019.
- AMIT, R.; ZOTT, C. Value creation in e-business. **Strategic Management Journal**, v. 22, p. 493-520, 2001.
- ANDERSON, D. **Built-to-order & Mass Customization**. CIM Press, 2004.
- ANDERY, M. *et al.* **Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica**. Rio de Janeiro: EDUC, 2004.
- ANNING_DORSON, T. Innovation and competitive advantage creation: The role of organisational leadership in service firms from emerging markets. **International Marketing Review**, v. 35, n. 4, p. 580-600, 2018.
- ANTUNES, J.; PANTALEÃO, L.; PELLEGRIN, I. **Inovação na Cadeia de Valor**. ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2007.
- ANTUNES JÚNIOR, J. *et al.* **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookmann, 2008.
- BALDWIN, C.; CLARK, K. Managing in an age of modularity. **Harvard Business Review**, v. 75, p. 84-93, 1997.
- BALDWIN, C.; HENKEL, J. The impact of modularity on intellectual property and value appropriation. **Harvard Business School**, 2011.
- BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. Porto Alegre: Bookmann, 2001.
- BARBOSA, F. V. Competitividade: conceitos gerais. *In*: RODRIGUES, S. B. (org.). **Competitividade, alianças estratégicas e gerência internacional**. São Paulo: Atlas, 1999.
- BARTLETT, L.; VAVRUS, F. **Rethinking case study research: a comparative approach**. New York, NY: Routledge; 2017.
- BARNEY, J. B. Firm resources and sustained competitive advantage. **Journal of Management**, v. 17, n. 1, p. 99-120, 1991.
- BASK, A. Framework for modularity and customization: service perspective. **Journal of Business and Industrial Marketing**, v. 26, p. 306-319, 2011.

- BATEMAN, R. J., CHENG, K. Extending the product portfolio with ‘devolved manufacturing’: Methodology and case studies. **International Journal Prod. Res.**, v. 44, n.16, p. 3325–3343, 2006.
- BERMAN, B. Should your firm adopt a mass customization strategy? **Business Horizons**, p. 51-60, 2002.
- BESANKO, D.; BALIGA, S.; AL-NAJJAR, N. **A economia da estratégia**. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BI, Z.; ZHANG, W. Modularity technology in manufacturing: taxonomy and issues. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 18, p. 571-583, 2001.
- BLEGER, J. **Temas de Psicologia: entrevista e grupos**. São Paulo: Martins Fontes, 1980.
- BLYLER, M; COFF, R. W. Dynamic capabilities, social capital, and rent appropriation: ties that split pies. **Strategic Management Journal**, v. 24, n. 7, p. 677-686, 2003.
- BOER, H.; HANSEN, P. Product, organization and performance effects of product modularity. *In: Proceedings of the 7th world conference on Mass Customization, Personalization and Co-creation (MCPC 2014)*, Aalborg, Denmark, Springer International Publishing, p. 449-460, 2014
- BOWMAN, C.; AMBROSINI, V. Value Creation Versus Value Capture: Towards a Coherent Definition of Value in Strategy. **British Journal of Management**, v. 11, n. 1, p. 1–15, 2000.
- BOYD, B. K; GOVE, S; HITT, M. A. Construct measurement in strategic management research: illusion or reality? **Strategic Management Journal**, v. 26, n. 3, p. 239, 2005.
- BOYER, K.; LEWIS, M. Competitive priorities: investing the need for trade-offs in operations strategy. **Production and Operations Management**, v. 11, n. 1, p. 9-20, 2002.
- BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2001.
- BRANDENBURGER, A. M; STUART JR; H. W. Value-based business strategy. **Journal of Economics & Management Strategy**, v. 5, n. 1, p. 5-24, 1996.
- BROWN, S.; SQUIRE, B.; BLACKMON, K. The contribution of manufacturing strategy involvement and alignment to world-class manufacturing performance. **International Journal of Operations & Production Management**. v. 27, n. 3, p. 282-302, 2007.
- CABIGIOSU, Anna.; ZIRPOLI, Francesco.; CAMUFFO, Arnaldo. Modularity, interfaces definition and the integration of external sources of innovation in the automotive industry. **Research Policy**, v. 42, n. 3, p. 662-675, 2013.
- CAMPAGNOLO, D.; CAMUFFO, A. What really drives the adoption of modular organization forms? An institutional perspective from Italian industry-level data. **Industry and Innovation**, v. 16, n. 3, p. 291-314. 2009.
- CARMONA-MORENO, E.; C SPEDES-LORENTE, J.; DE BURGOS-JIM NEZ, J. Environmental Strategies in Spanish Hotels: Contextual Factors and Performance. **Service Industries Journal**, v. 24, n. 3, p. 101-130, 2004.
- CASTELLS, Manuel. **A Sociedade em Rede – A Era da informação: Economia, Sociedade e Cultura**. São Paulo: Paz e Terra, 1999. v. I.
- CAUCHICK MIGUEL, P. A. Estudo de Caso na engenharia da produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Revista Produção**, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.

- CAVAYE, A. Case study research: a multi-faceted research approach for IS. **Information systems journal**, v. 6, p. 227-242, 1996.
- CHAN, L. L. M.; SHAFFER, M. A.; SNAPE, E. In search of sustained competitive advantage: the impact of organizational culture, competitive strategy and human resource management practices on firm performance. **International Journal of Human Resource Management**, v. 15, n. 1, p. 17-35, 2004.
- CHASE, R. *et al.* **Operations Management for Competitive Advantage**. Nova York: McGraw Hill, 2004.
- CHATAIN, O.; ZEMSKY, P. The horizontal scope of the firm: organizational tradeoffs vs. buyer-supplier relationships. **Management Science**, n. 53, v. 4, p. 550-565, 2007.
- CHATHA, K.; BUTT, I. Themes of study in manufacturing strategy literature. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 35, p. 604-698, 2015.
- CHEN, Y.; LI, P.; EVANS, K. Effects of interaction and entrepreneurial orientation on organizational performance: Insights into market driven and market driving. **Industrial Marketing Management**. v. 41, p. 1019-1034, 2012.
- CHOI, J., O'CONNOR, J., KWAK, Y., SHRESTHA, B. Modularization Business Case Analysis Model for Industrial Projects. **Journal of Management in Engineering**, v. 35, n. 3, 2019
- CHRISTIANSEN, T. *et al.* A mapping of competitive priorities, manufacturing practices, and operational performance in groups of Danish manufacturing companies. **International Journal of Operations & Productions Management**. v. 2, n. 10, p. 1163-1183, 2003.
- CLARK, K. B. Competing through manufacturing and the new manufacturing paradigm: is manufacturing strategy passé? **Production and Operations Management**, v. 5, n. 1, p. 42-58, 1996.
- COFF, R. W. When competitive advantage doesn't lead to performance: the resource-based view and stakeholder bargaining power. **Organization Science**, v. 10, n. 2, p.119-133, 1999.
- COFF, R. The coevolution of rent appropriation and capability development. **Strategic Management Journal**, v. 31, n. 7, p. 711-733, 2010.
- COHEN, W.; LEVINTHAL, D. Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. **Administrative Science Quarterly**, v. 35, p. 128-152, 1990.
- COMBS, J. G.; CROOK, T. R.; SHOOK, C. L. **The dimension of organizational performance and its implications for strategic management research**. In: KETCHEN, D. J; BERGH, D. D. (orgs). *Research methodology in strategy and management*. San Diego: Elsevier, 2005. p. 259-286.
- CORRÊA, L.; CORRÊA, C. **Administração de Produção e Operações**. São Paulo: Atlas, 2004.
- CORSARO, D. Value co-destruction and its effects on value appropriation. **Journal of Marketing Management**, v. 36, n. 1-2, p. 100-127, 2019.
- COUTINHO, L.; FERRAZ, J. C. **Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira**. Campinas: Papirus, 1994.
- CRAWFORD, C. **New product management**. 5th edition. Burr Ridge: Irwin, 1997
- CROOK, T. *et al.* Strategic resources and performance: a meta-analysis. **Strategic Management Journal**, v. 29, n. 11, p. 1141-1154, 2008.

- CSILLAG, J. M. O significado do mundo dos ganhos. **Revista de Administração de Empresas**, v. 31, n. 2, p. 61-68, 1991.
- DA CUNHA, C.; AGARD, B.; KUSIAK, A. Selection of modules for mass customization. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 5, p. 1439-1454, 2010.
- DA SILVEIRA, G.; BORENSTEIN, D.; FOGLIATTO, F.S. Mass customization: Literature review and research directions. **Int. J. Prod. Econ**, v. 72, n. 1, p. 1-13, 2001.
- DANAGAYACH, G.; DESHMUKH, S. Manufacturing strategy literature review and some issued. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 2, n. 7, p. 884-932, 2001.
- DANESE, P.; ROMANO, P. Improving inter-functional coordination to face high product variety and frequent modification. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 24, p. 863-885, 2004.
- DANESI, P.; FILIPPINI, R. Modularity and the impact on new product development time performance: investigating the moderating effects of supplier involvement and interfunctional integration. **International Journal of Operation & Production Management**, v. 30, p. 1191-1209, 2010.
- DANESI, P.; FILIPPINI, R. Direct and mediated effects of product modularity on development time and production performance. **Engineering Management, IEEE Transactions**, v. 60, p. 260-271, 2013.
- DANIILIDIS, C.; BAUER, W.; LINDEMANN, U. Compendium for modular and platform based architecting. **Conference on Systems Engineering Research**, v. 8, p. 220-225, 2012.
- DAVIS, S. **Future Perfect**, Addison-Wesley, 1987.
- DEMING, W. **Qualidade: A Revolução da Administração**. Rio de Janeiro: Editora Marques Saraiva, 1990.
- DEPLOY. **Demi-couture womenswear**. London. 2015. Disponível em: <http://deployworkshop.com>. Acesso em: 16 abr. 2016.
- DEVINNEY, T. M.; YIP, G. S.; JOHNSON, G. Using frontier analysis to evaluate company performance. **British Journal of Management**, v. 21, p. 921-938, 2010.
- DIAS, T.; OMOTE, S. Entrevista em Educação Especial: aspectos metodológicos. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 3, p. 93-100, 1995.
- DICKSON, P. **Marketing Management**. 2nd edition. Fort Worth: The Dryden Press, 1997.
- DOMINGOS, F.; CABRAL, S.; DUARTE, A. Opening the Black Box of Value Appropriation: The Appropriation Ability in Constrained Markets. **Academy of Management Proceedings**, 2020.
- DRECHSLER, W.; NATTER, M.; LEEFLANG, P. Improving Marketing's Contribution to New Product Development. **J Prod Innov Manag**, v. 30, n. 2, p. 298-315, 2013.
- DRESCH, A.; LACERDA, D.; ANTUNES, J. **Design Science Research – método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**, Porto Alegre: Bookman, 2015
- DREYER, B; GRØNHAUG, K. Uncertainty, flexibility, and sustained competitive advantage. **Journal of Business Research**, v. 57, p. 484-494, 2004.
- DRUKER, P. F., **Management: task, responsibilities, practices**. New York: HarperBusiness, 1973.

- DURAY, R.; WARD, P.; MILLIGAN, G.; BERRY, W. Approaches to Mass Customization: Configurations and Empirical Validation Citation. **Journal of Operations Management**, v. 18, n. 6, p. 605-625, 2000.
- DYER, W.; WILKINS, A. Better Stories, Not Better Constructs, to Generate Better Theory: A Rejoinder to Eisenhardt. **The Academy of Management Review**, v. 16, p. 613-619, 1991.
- ECKSTEIN, H. Case studies and theory in political science. *In*: GREENSTEIN, F. I; POLSBY, N. W. (eds.). **Handbook of political science**. Political science: Scope and theory. Reading, MA: Addison-Wesley, 1975. v. 7, p. 94-137.
- EISENHARDT, K. M. Building Theories from Case Study Research. **Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p.532-550, 1989.
- ERICSON, A.; ERIXON, G. **Controlling designs variants modular product**. Dearborn, MI: ASME Press, 1999.
- ERIXON, G. **Modular Function Deployment** – a method for product modularization. Doctoral Thesis, Royal Institute of Technology, Stockholm, 1998.
- EZZAT, O., MEDINI, K., BOUCHER, X., DELORME, X. Product and service modularization for variety management. **Procedia Manufacturing**, v. 28, p. 148-153, 2019.
- FEDOR, D.; GHOSH, S.; CALDWELL, S.; MAURER, T.; SINGHAL, V. The effects of knowledge management on team members' ratings of project success and impact. **Decision Science**, v. 34, p. 513–539, 2003.
- FEITZINGER, E., LEE, H.L. Mass customization at Hewlett-Packard: the power of postponement. **Harv. Bus. Rev.**, v.75, n. 1, p. 116–121, 1997.
- FERDOWS K.; DE MEYER, A. Lasting improvements in manufacturing performance: in search of a new theory. **Journal of Operations Management**, v. 9, n. 2, 1990.
- FERREIRA, K., TOLEDO, M., RODRIGUES, L. Postponement practices in the Brazilian Southeast wine sector. **The International Journal of Logistics Management**, v. 32, n. 1, p. 6-23, 2020.
- FLETCHER, K.; GROSE, L. **Moda & Sustentabilidade: Design para Mudança**. São Paulo: Senac, 2011.
- FLYNN, B. B.; SCHROEDER, R. G.; FLYNN, E. J. World class manufacturing: an investigation of Hayes and Wheelwright's foundation. **Journal of Operations Management**, n. 17, p. 249-269, 1999.
- FRANKE, N.; KEINZ, P.; STEGER, C. Customization: A Goldmine or a Wasteland? **Marketing Intelligence Review**, v. 2, n. 2, p. 26-33, 2010.
- FREDRIKSSON, P. Operations and logistics issues in modular assembly processes: cases from the automotive sector. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 17, n. 2, p. 168-186, 2006.
- FRENNEA, C.; HAN, K.; MITTAL, V. Value Appropriation and Firm Shareholder Value: Role of Advertising and Receivables Management. **Journal of Marketing Research**, v. 56, n. 2, p. 291-309, 2019.
- GAGNON, S. Resource-based competition and the new operations strategy. **International Journal of Operations e Production Management**, v. 19, n. 2, p. 125-138, 1999.
- GERSHENSON, J. K.; PRASAD, G. J.; ZHANG, Y. Product modularity: measures and design methods. **Journal of Engineering Design**, v. 15, p. 33-51, 2004.

- GHEMAWAT, P. **A Estratégia e o Cenário dos Negócios**. Porto Alegre: Bookman, 2007.
- GIBSON, R.; SKARZYNSKY, P. **Inovação: prioridade número 1: o caminho para transformação nas organizações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- GILBERT, G. Being interview: a role analysis. **Social Science Information**, v. 19, p.227-236, 1980.
- GOLDRATT, E.; COX, J. **A Meta**. São Paulo: Educator, 1997.
- GUALANDRIS, J., KALCHSCHMIDT, M. Product and process modularity: improving flexibility and reducing supplier failure risk. **Int. J. Prod. Res**, v. 51, n. 19, p. 5757–5770, 2013.
- GUO, L.; CHEN, S.; ALLEN, J.; MISTREE, F. **Designing the Customer Order Decoupling Point to Facilitate Mass Customization**. ASME 2019 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference. Anaheim-CA, 2019.
- GEDDES, M. **Inter-organizational Relationships in local and Regional Development Partnerships**. In: The Oxford Handbook of Inter-organizational Relations. New York: Oxford Press, 2008. cap. 8.
- GREMYR, I.; VALTAKOSKI, A.; WITELL, L. Two routes of service modularization: advancing standardization and customization. **Journal of Services Marketing**, v. 33, n. 1, p. 73-87, 2019.
- GUNASEKARAM, A.; NGAI, E. Build to order supply chain management: a literature review and framework for development. **Journal of operations management**, 2004.
- GUPTA, Y. P.; SOMERS, T. M. Business strategy, manufacturing flexibility and organizational performance relationships: a path analysis approach. **Production and Operation Management**, v. 5, n. 3, p. 204-233, 1996.
- HAMEL, G. **Liderando a revolução**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- HARRISON, J.; BOSSE, D.; PHILLIPS, R. Managing for stakeholders, stakeholder utility functions, and competitive advantage. **Strategic Management Journal**, v. 31, n. 1, p.58-74, 2010.
- HATCHUEL, A. A foundationalist perspective for management research: a European trend and experience. **Management Decision**, v. 47, p. 1458-1475, 2009.
- HAYES, H. H.; PISANO, G. P. Beyond world class: the new manufacturing strategy. **Harvard Business Review**, p. 77-86, 1994.
- HAYES, H. H.; PISANO, G. P. Manufacturing strategy: at the intersection of two paradigm shifts. **Production and Operations Management**, v. 5, n. 1, p. 25-41, 1996.
- HAYES, R. H. Challenges posed to operations management by the “New Economy”. **Production and Operations Management Society**, v. 11, n. 1, 2002.
- HILL, T. **Manufacturing strategy: text & cases**. New York: Irwin, 1993.
- HILLMAN, A. J; KEIM, G. D. Shareholder value, stakeholder management, and social issues: what’s the bottom line? **Strategic Management Journal**, v. 22, n. 2, p. 125-139, 2001.

- HOLTTA-OTTO, K.; DE WEEK, O. Degree of modularity in engineering systems and products with technical and business constraints. **Concurrent Engineering-Research and Applications**, v. 15, p. 113-126, 2007.
- HOLWEG, M.; PIL., F. Successful build-to-order strategies start with the customer. **Sloan Management Rev**, v. 43, n. 1, p. 74–83, 2001.
- HOPP, W. J.; SPEARMAN, M. L. **Factory Physics: foundations of manufacturing management**. Boston: McGraw-Hill, 2000.
- HUANG, X., KRISTALB, M. M., SCHROEDER, R. G. Linking learning and effective process implementation to mass customization capability. **J. Oper. Manag**, v. 26, n. 6, p. 714-729, 2008.
- HUANG, X., KRISTALB, M. M., SCHROEDER, R. G. The impact of organizational structure on mass customization capability: a contingent view. **Prod. Oper. Manag**, v. 19, n. 5, 1059-1478, 2010.
- IZQUIERDO, J. Crecimiento y rentabilidad en el mercado emergente brasileño. **Cuadernos de Gestión**, v. 15, p. 91-112, 2015.
- JABBOUR, C. J. C.; SILVA, E. M. D.; SANTOS, F. C. A. **Explorando a relação entre a dimensão ambiental e a estratégia de produção: o estabelecimento de uma nova prioridade competitiva da manufatura**. ENANPAD 30, 2006.
- JACOBS, M., DROGE, C., VICKERY, S.K., CALANTONE, R. Product and process modularity's effects on manufacturing agility and firm growth performance. **J. Prod. Innov. Manag**, v. 28, n. 1, p. 123-137, 2011.
- JIANG, K.; LEE, H.; SEIFERT, R. Satisfying customer preferences via mass customization and mass production. **IIE Transactions**, v. 38, n. 1, p. 25-38, 2006.
- JONEJA, A., LEE, N. A modular, parametric vibratory feeder: a case study for flexible assembly tools for mass customization. **IIE Trans**, v. 30, n. 10, p. 923-931, 1998.
- JOSE, A.; TOLLENAERE, M. Modular and platform methods for product family design: literature analysis. **Journal of Engineering Design**, v. 16, p. 443-458, 2005.
- JOST, P., SÜSSER, T. Company-customer interaction in mass customization. **International Journal of Production Economics**, v. 220, 2020,
- KAHN, K. B.; BARZAK, G.; NICHOLAS, J.; LEDWITH, A.; PERKS, H. An Examination of New Product Development Best Practice. **Journal of Production Innovation Management**, v. 29, p. 180-192, 2012.
- KIM, Y.; LEE, S.; YUN, D. Integrating current competitive service-quality level analyses for service-quality improvement programs. **Managing Service Quality**, v. 4, n. 4, p. 288-296, 2004.
- KHALAF, R.; AGARD, B.; PENZ, B. An experimental study for the selection of modules and facilities in a mass customization context. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 21, n. 6, p. 703-716, 2010.
- KHALID, H. *et al.* Elicitation and analysis of affective needs in vehicle design. **Theoretical Issues in Ergonomics Science**, v. 9, n. 1, pp. 1–7, 2011.
- KLIPPEL, M. **Estratégia de produção em empresas com linhas de produtos diferenciadas: um Estudo de Caso**. 2005. Dissertação (Mestrado em administração) – Programa Pós-Graduação em Administração/UNISINOS. São Leopoldo, 2005.

- KOCHAN A. Renault aligns production to market demand. **Assembly Automation**, v. 23, n. 4, p. 331-335, 2003.
- KONG, F.; MING, X.; WANG, L.; WANG, X.; WANG, P. On modular products development. **Concurrent Engineering, Research and Applications**, v. 17, p. 291-300, 2010.
- KOTHA, S.; SWAMIDASS, P. M. Strategy, advanced manufacturing technology and performance: empirical evidence from U.S. manufacturing firms. **Journal of Operations Management**, v. 18, p. 257-277, 2000.
- KOTLER, P. **Administração de marketing**. 10. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2000.
- KOUFTEROS, X.; VONDEREMBSE, M.; JAYARAM, J. Internal and external integration for product development: the contingency effects of uncertainty, equivocality, and platform strategy. **Decision Sciences**, v. 36, p. 97-133, 2005.
- KRISTAL, M.; HUANG, X.; SCHROEDER, R. The effect of quality management on mass customization capability. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 30, p. 900-922, 2010.
- KUBOTA, F.; CAUCHICK MIGUEL, P. Modularidade e desdobramento da função qualidade: uma análise teórica de publicações. **Revista Gestão Industrial**, v. 9, n. 3, p. 700-726, 2013.
- KUBOTA, F.; CAMPOS, L.; CAUCHICK MIGUEL, P. Classificação e análise da literatura sobre modularidade: perspectivas futuras para pesquisa. **GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**. v. 4, p. 604-621, 2014.
- KUMAR, A. Mass customization: Metrics and modularity. **Int. J. Flex. Manuf. Syst**, v. 16, n. 4, p. 287-311, 2004.
- LAMPEL, J.; MINTZBERG, H. Customizing Customization. **Sloan Management Review**, v. 38, n. 1, p. 21-30, 1996.
- LAU, R. Mass customization: the next industrial revolution. **Industrial Management**, n.37, p.18-19, 1995.
- LAU ANTONIO, K.; RICHARD, C.; TANG, E. The complementary of internal integration and product modularity: an empirical study of their interaction effect on competitive capabilities. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 26, p. 305-326, 2009.
- LAU ANTONIO, K.; YAM, R.; TANG, E. The impact of product modularity on competitive capabilities and performance: an empirical study. **International Journal of Production Economics**, v. 105, p. 1-20, 2007.
- LEONG, G. K.; Ward, P. T. The six Ps of manufacturing strategy. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 15, n. 12, p. 32, 1995.
- LEPAK, D.; SMITH, K.; TAYLOR, M. Value creation and value capture: a multi-level perspective. **Academy of Management Review**, v. 32, n. 1, p. 180-194, 2007.
- LIAO, K.; DENG, X.; MARSILLAC, E. Factors that influence Chinese automotive suppliers' mass customization capabilities. **International Journal of Production Economics**, v. 146, p. 25-36, 2013.
- LIPPMAN, S.; RUMELT, R. A bargaining perspective on resource advantage. **Strategic Management Journal**, v. 24, n. 11, p. 1069-1086, 2003.

- LIU, G., SHAH, R., SCHROEDER, R.G. Linking work design to mass customization: a sociotechnical systems perspective. **Decision Science**, v. 37, p. 519–545, 2006.
- LIU, G.; SHAH, R.; SCHROEDER, R. Managing demand and supply uncertainties to achieve mass customization ability. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 21, n. 8, p. 990-1012, 2010.
- LIU, G.; SHAH, R.; SCHROEDER, R. The relationships among functional integration, mass customisation, and firm performance. **International Journal of Production Research**, v. 50, n. 3, p. 677–690, 2012.
- LOGINOVA, O. Competitive Effects of Mass Customization. **Review of Marketing Science**, v. 10, 2012.
- MACDUFFIE, J. Modularity-as-property, modularity-as-process and modularity-as-frame: lessons from product architecture initiatives in the global automotive industry. **Global Strategy Journal**, v. 3, p. 8-40, 2013.
- MACHADO, A.; MORAES, W. Estratégias de customização em massa implementadas por empresas brasileiras. **Produção**, v. 18, n. 1, p. 170-183, 2008.
- MANSFIELD, G. M.; FOURIE, L. C. H. Strategy and business models – strange bedfellows? A case for convergence and its evolution into strategic architecture. **South African Journal of Business Management**, v. 35, n. 1, p. 35-44, March 2004.
- MANZINI, E. **A entrevista na pesquisa social**. Didática, São Paulo, v. 26/27, p. 149-158, 1990/1991.
- MANZINI, E.J. Considerações sobre a elaboração de roteiro para entrevista semi-estruturada. *In: MARQUEZINE: M. C.; ALMEIDA, M. A.; OMOTE; S. (orgs.) Colóquios sobre pesquisa em Educação Especial*. Londrina: eduel, 2003.
- MATSUBARA, K.; POURMOHAMMADI, H. Modular vehicle production method for improved efficiency, quality and environmental responsibility. **Review of business research**, v. 10, n. 2, p. 127-132, 2010.
- MCCARTHY, I. Special issue editorial: the what, why and how of mass customization. **Production Planning & Control**, v. 25, n. 4, 2004.
- MENON, A.; VARADARAJAN, P. A model of marketing knowledge use within firms. **Journal of Marketing**, v. 56, p. 53–71, 1992.
- MERRIAM, S. **Qualitative research and case study applications in education**. San Francisco: Jossey-Bass, 1998.
- MIKKOLA, J. H. Management of product architecture modularity for mass customization: modeling and theoretical considerations. **IEEE Trans. Eng. Manag**, v. 54, n. 1, p. 57–69, 2007.
- MILLER, T.; EDGARD, P. Defining modules, modularity and modularization – evolution of concept in a historical perspective. **Proceeding on the 13^o IPS Research Seminar**. Dinamarca, 1998.
- MILTENBURG, J. Setting manufacturing strategy for a factory-within-a-factory. **International Journal of Production Economics**, n. 113, p. 307-323, 2008.
- MONDEN, H. **Toyota Management System – Linking the Seven Key Functional Areas**. Portland: Productivity Press, 1993.

- MORITA, M.; FLYNN, E. J. The linkage among management systems and behavior in successful manufacturing strategy. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 17, n. 10, p. 967-993, 1997.
- MORROW JR, J. *et al.* Creating value in the face of declining performance: firm strategies and organizational recovery. **Strategic Management Journal**, v. 28, n. 3, p. 271-283, 2007.
- NEWBERT, S. Value, rareness, competitive advantage, and performance: a conceptual-level empirical investigation of the resource-based view of the firm. **Strategic Management Journal**, v. 29, n. 7, p. 745-768, 2008.
- NIKMAH, F.; RAHMAWATI, R.; SUKMA, E. Resource-based view: implementation in indonesia SMES to achieve competitive advantage. **European Journal of Research and Reflection in Management Sciences**, v. 9, n. 1, p. 13-22, 2021.
- NONAKA, I. A dynamic theory of organizational knowledge creation. **Organ. Sci**, v. 5, n. 1, p. 14-37, 1994.
- NUNES, F.; ANTUNES JÚNIOR, J.; DUPONT, A.; PIRES, G.; SORDI, J.; QUEVEDO, D. Modularisation as a competitive criterion in industries manufacturing machinery and equipment in Brazil. **South African Journal of Industrial Engineering**, v. 31, n. 1, p. 93-109, 2020.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- O'LEARY-KELLY, S.; VOKURKA, R. The empirical assessment of construct validity. **Journal of Operations Management**, v. 16, p. 387-405, 1998
- OLESON, J. **Pathway to agility**. Mass Customization in action. John Wiley & Sons, 1998.
- OLIVEIRA, S. L. **Tratado de metodologia científica: PROJETOS DE PESQUISAS, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses**. São Paulo: Pioneira, 1997.
- OSONO, E.; SHIMIZU, N.; TAKEUCHI, H. **Relatório Toyota: contradições responsáveis pelo sucesso da maior montadora do mundo**. São Paulo: Ediouro, 2008.
- PAIVA, E. L.; CARVALHO JÚNIOR, J. M; FENTERSEIFER, J. **Estratégia de produção e de operações**. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- PANDREMENOS, J.; PARALIKAS, J.; SALONITIS, G.; CHRYSOLOURIS, J. Modularity concepts for the automotive industry: a critical review. **CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology**, v. 1, p. 148-152, 2009.
- PARASURAMAN, A.; COLBY, Charles L. **Marketing para produtos inovadores**. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- PARK, C.; ZALTMAN, G. **Marketing management**. Chicago: The Dryden Press, 1987.
- PERO, M.; ABDELKAFI, N.; SIANESI, A.; BLECKER, T. A framework for the alignment of new product development and supply chains. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 15, p. 115-128, 2010.
- PERSSON, M.; ÅHLSTRÖM, P. Managerial issues in modularising complex products. **Technovation**, v. 26, n. 11, p. 120-1209, 2006.
- PETERAF, M. A; BARNEY, J. B. Unraveling the resource-based tangle. **Managerial and Decision Economics**, v. 24, n. 4, p. 309-323, 2003.

- PETTIGREW, A.; WHIPP, R. **Managing change for competitive success**. Massachusetts: Blackwell Publishers, 1993.
- PILLER, F.T.; MULLER, M. A new marketing approach to mass customisation. **Int. J. Comput. Integr. Manuf**, v. 17, n. 7, p. 583-593, 2004.
- PINE II, B. **Mass customization: the new frontier in business competition**. Cambridge, MA: Harvard, 1993.
- PINE, B.J. II; PEPPERS, D.; ROGERS, M. Do you want to keep your customers forever? **Harvard Business Review**, v. 72, n. 3., p.103-114, 1995.
- PINE, B. J.; DAVIS, S. **Mass Customization: The New Frontier in Business Competition**. **Harvard Business School Press**, Cambridge, MA, 1999
- PLUMMER-D'AMATO, P. Focus group methodology part 1: considerations for design. **International Journal of Therapy and Rehabilitation**, v. 15, p. 69-73, 2008.
- POLLARD, D.; CHUO, S.; LEE, B. Strategies for Mass Customization. **Journal of Business & Economics Research**, v. 6, n. 7, 2008
- PORTER, M. **Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. Rio de Janeiro: Campus, 1980.
- PORTER, M. What is strategy. **Harvard Business Review**, p. 61-78, 1996.
- PORTER, M. **Competição: estratégias competitivas essenciais**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.
- POWELL, T. C. Competitive advantage: logical and philosophical considerations. **Strategic Management Journal**, v. 22, n. 9, p. 875-888, 2001.
- PRASETYO, P.; DZAKI, F. Institutional performance and new product development value chain for entrepreneurial competitive advantage. **Uncertain Supply Chain Management**, v. 8, p. 753-760, 2020.
- PRATAVIERA, L.; PEROTTI, S.; MELACINI, M.; MORETTI, E. Postponement Strategies for Global Downstream Supply Chains: A Conceptual Framework. **Journal of Business Logistics**, v. 41, n. 6, 2020.
- PRIEM, R. A consumer perspective on value creation. **Academy of Management Review**, v. 32, n. 1, p. 219-235, 2007.
- QI, Y.; MAO, Z.; GUO, H. Manufacturing practices and servitization: The role of mass customization and product innovation capabilities. **International Journal of Production Economics**, v. 228, 2020
- RICHARD, P. *et al.* Measuring organizational performance: towards methodological best practice. **Journal of Management**, v. 35, n. 3, p. 718-804, 2009.
- ROESCH, S. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 1999.
- RUMELT, R. P.; SCHENDEL, D. E.; TEECE, D. J. Strategic management and economics. **Strategic Management Journal**, v. 12, special issue, p. 5-29, 1991.
- RYAL, M. The New Dynamics of Competition. **Harvard Business Review**, v. 91, n. 6, p. 80-87, 2013.
- SAHIN, F. Manufacturing competitiveness: different systems to achieve the same results. **Production and Inventory Management Journal**, v. 41, n. 1, p. 56-65, 2000.

- SANCHEZ, R. Modular architectures, knowledge assets and organizational learning: new management, 2000.
- SANTOS, A. **Metodologia científica**: a construção do conhecimento. Rio de Janeiro: DP & A, 1999.
- SAUNDERS, M.; LEWIS, P.; THORNHILL, A. **Research methods for business students**. Harlow: Pearson Education, 2009.
- SCHILLING, M. Toward a general modular systems theory and its application to interfirm product modularity. **Academy of Management Review**, v. 25, p. 312-334, 2000.
- SEDDON, P. B. *et al.* The case for viewing business models as abstractions of strategy. **Communications of the Association for Information Systems**, v. 13, Apr. 2004.
- SELLADURAI, R.S. Mass customization in operations management: oxymoron or reality? **Omega**, v. 32, n. 4, p. 295-300, 2004.
- SIMON, H. The architecture of complexity. **Proceedings of the American Philosophical Society**, v. 106, p. 467-482, 1962.
- SHINGO, S. **Sistemas de produção com estoque zero**: o sistema Shingo para melhorias contínuas. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- SCHUMPETER, J. **Capitalism, Socialism and Democracy**. New York: Haper & Row, 1976.
- SKINNER, W. Manufacturing: missing link in corporate strategy. **Harvard Business Review**, v. 47, n. 3, p. 156-167, 1969.
- SKINNER, W. The focused factory. **Harvard Business Review**, p.113-121, 1974.
- SKINNER, W. Manufacturing strategy on the “S” curve. **Production and Operations Management**, v. 5, n. 1, p. 3-14, 1996a.
- SKINNER, W. Three yards and a cloud of dust: industrial management at the century end. **Production and Operations Management**, v. 5, n. 1, p. 15-24, 1996b.
- SLACK, N. The importance-performance matrix as a determinant of improvement priority. **International Journal of Production & Operations Management**, v. 14, n. 5, p. 59-75, 1994.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2002.
- SLEVINSKY, M. Modular platform design using mechanical bus architectures. **International Journal of Mass Customization**, v. 1, n. 1, 2005.
- SLYWOTZKY, A. J. **Value migration**: how to think several moves ahead of the competition. Boston, MA: Harvard Business School Press, 1996.
- SMETS, L.; LANGERAK, F.; RIJSDIJK, S. Shouldn't Customers Control Customized Product Development? **Journal of Production Innovation Management**, v. 30, n.6, p. 1242-1253, 2013.
- SONEGO, M. **Métodos de modularização no projeto conceitual de desenvolvimento de produtos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, 2013.
- SOSA, M.; EPPINGER, S.; ROWLES, C. The misalignment of product architecture and organizational structure in complex product development. **Management Science**, v. 50, p. 1674-1689, 2004.

- SPRING, M.; BOADEN, R. One more time: how do you win orders? A critical reappraisal of the Hill manufacturing strategy framework. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 17 n. 8, p. 757-779, 1997.
- STAKE, R. **The Art of Case Study Research**. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 1994.
- STARR, M. Modular Production: a new concept. **Harvard Business Review**, v. 3, p. 131-142, 1965.
- STARR, M. Modular production: a 45 years hold concept. **International Journal of Operation and Production Managemet**, v. 30, n. 1, p. 7-19, 2010.
- STEFFENS, P.; DAVIDSSON, P.; FITZSIMMONS, J. Performance configurations over time: implications for growth- and profit-oriented strategies. **Entrepreneurship Theory and Practice**, v. 33, n. 1, p. 125-148, 2009.
- STEWART, B.; YAN, X. Modular product family development within a SME. *In: Global design to gain a competitive edge: an holistic and collaborative design approach based on computational tools*, p. 21-30, 2008.
- STONE, R.; WOOD, L.; CRAWORD, R. A heuristic method for identifying modules for product architectures. **Design Studies**, v. 21, p. 5-31, 2002.
- STORMER, H. Improving product configurators by means of a collaborative recommender system. **International Journal of Mass Customisation**, v. 3, n. 2, p. 165-178, 2009.
- STRAKOVÁ, J., RAJIANI, I., PÁRTLOVÁ, P., VÁCHAL, J., DOBROVIČ, J. Use of the Value Chain in the Process of Generating a Sustainable Business Strategy on the Example of Manufacturing and Industrial Enterprises in the Czech Republic. **Sustainability**, v. 12, n. 1520, p. 1-15, 2020
- SUSHANDOYO, D.; MAGNUSSON, T. A two-way relationship between multi-level technological change and organizational characteristics-cases involving the development of heavy hybrid buses. **Technovation**, v. 32, p. 477- 486, 2012.
- SVENSSON, C.; BARFOD, A. Limits and opportunities in mass customization for “build to order” SMEs. **Computers in Industry**, v. 49, n. 1, p. 77-89, 2002
- TANG, Y.-C.; LIOU, F.-M. Does firm performance reveal its own causes? the role of bayesian inference. **Strategic Management Journal**, v. 31, n. 1, p. 39-57, 2010.
- TEECE, D. J.; PISANO, G. P.; SHUEN, A. Dynamic capabilities and strategic management. **Strategic Management Journal**, v. 18, n. 7, p. 509-533, 1997.
- TRENTIN, A.; SOMIÀ, T.; SANDRIN, E.; FORZA, C. Operations managers’ individual competencies for mass customization. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 39, n. 9-10, p. 1025-1052, 2019.
- TRIVIÑOS, A. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.
- TSENG, M. M., JIAO, J. Concurrent design for mass customization. **Bus. Process Manag. J.**, v. 4, n. 1, p. 10-24, 1998.
- TU, Q.; VONDEREMBSE, M. A.; RAGU-NATHAN, T.S.; RAGU-NATHAN, B. Measuring modularity-based manufacturing practices and their impact on mass customization capability: a customer-driven perspective. **Decision Science**, v. 35, p. 147-168, 2004.

- TU, Q.; VONDEREMBSE, M.; RAGU-NATHAN, T.; SHARKEY, T. Absorptive capacity: enhancing the assimilation of time-based manufacturing practices. **Journal of Operations Management**, v. 24, p. 692-710, 2006.
- UDRIYAH, U.; THAM, J.; AZAM, S. The effects of market orientation and innovation on competitive advantage and business performance of textile SMEs. **Management Science Letters**, v. 9, n. 9, p. 1419-1428, 2019.
- ULRICH, K. The role of product architecture in the manufacturing firm. **Res. Policy**, v. 24, n. 3, p. 419-440, 1995.
- VAN HOEK, R. The rediscovery of postponement a literature review and directions for research. **Journal of Operations Management**, v. 19, n. 2, p. 161-184, 2001.
- VAN HOEK, R. I.; WEKEN, H. A. M. The impact of modular production on the dynamics of supply chains. **Int. J. Logist. Manag**, v. 9, n. 2, p. 35-50, 1998.
- VASCONCELOS, F. C.; BRITO, L. A. L. Vantagem competitiva: o construto e a métrica. **Revista de Administração de Empresas**, v. 44, n. 2, p. 70-82, 2004.
- VERSCHOORE, J. R.; BALESTRIN A. Fatores Competitivos das Empresas em Redes de Cooperação. EnANPAD, 2006.
- VICKERY, S.; DRÖGE, C.; GERMAIN, R. The relationship between product customisation and organizational structure. **Journal of Operations Management**, v.17. p.377–391, 1991.
- VIGNA, C.; MIYAKE, D. Capacitação do processo produtivo em uma empresa de alta tecnologia para a Customização em Massa. **Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, n. 3, p. 23-35, 2006.
- VIGNA, C.; MIYAKE, D. Capacitação das operações internas para a customização em massa: estudos de caso em indústrias brasileiras. **Produto & Produção**, v. 10, n. 3, p. 29-44, 2009.
- VIGNA, C.; MIYAKE, D. **Explorando a Customização em Massa como vantagem competitiva**. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- VOSS, C. A.; WINCH, G. M. Including Engineering in operations strategy. **Production and Operations Management**, v. 5, n. 1, p. 78-90, 1996.
- WANG, G.; HU, X. A Fuzzy Programming Model for Positioning Customer Order Decoupling Point Based on QFD in Logistics Service with Mass Customization. **Discrete Dynamics in Nature and Society**, v. 2020, p. 1-19, 2020.
- WANG X, *et al.* Modularity in building mass customization capability: The mediating effects of customization knowledge utilization and business process improvement. **Technovation**, v. 34, p. 678–687, 2014.
- WEBSTER, F. Management science in industrial marketing. **Journal of Marketing**, v. 42, p. 21–27, 1978.
- WIGGINS, R. R.; RUEFLI, T. W. Sustained competitive advantage: temporal dynamics and the incidence and persistence of superior economic performance. **Organization Science**, v. 13, n. 1, p. 81-105, 2002.
- WHEELWRIGHT S. C. Manufacturing strategy: defining de missing link. **Strategic Management Journal**, v. 5, p. 77-91, 1984.
- WHEELWRIGHT S. C.; BOWEN, H. K. The challenge of manufacturing advantage. **Production and Operations Management**, v. 5, n. 1, p. 59-77, 1996.

- WENTZ, T. **Transformational Change**. How to transform Mass Production Thinking to meet the challenge of Mass Customization. Corporate Performance System, 1999.
- WERNERFELT, B. A resource-based view of the firm. **Strategic Management Journal**, v. 5, n. 4, p. 171-180, 1984.
- WESTBROOK, R.; WILLIAMSON, P. Mass customization: Japan's new frontier. **European Management Journal**, v. 11, n. 1, p. 38-45, 1993.
- XIA, N.; RAJAGOPALAN, S. Standard vs. Customized Products: Variety, Lead Time, and Price Competition. **Marketing Science**, v. 28, n. 5, p. 887- 900, 2009.
- YIN, R. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- YIN, R. **Case study research and applications: design and methods**. 6th ed. Thousand Oaks, CA: SAGE; 2018.
- ZHANG, M.; ZHAO, X.; QI, Y. The effects of organizational flatness, coordination, and product modularity on mass customization capability. **International Journal of Production Economics**, v. 158, p. 145-155, 2014.
- ZHANG, M.; ZHAO, X.; LYLES, M.; GUO, H. Absorptive capacity and mass customization capability. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 35, p. 1275-1294, 2015.
- ZHANG, M.; GUO, H.; HUO, B.; ZHAO, X.; HUANG, J. Linking supply chain quality integration with mass customization and product modularity. **International Journal of Production Economics**, v. 207, p. 227-235, 2019.
- ZINN, W. O Retardamento da montagem final de produtos como estratégia de marketing e distribuição. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, v. 30, n. 4; p. 53-59, 1990.
- ZWERINK, R.; WOUTERS, M.; HISSEL, P.; DRONGELEN, I. Cost management and cross-functional communication through product architectures. **R&D Management**, v. 37, p. 49-64, 2007.

APÊNDICE A – Currículo dos especialistas consultados na elaboração do framework conceitual proposto e na validação do instrumento de coleta de dados

Alexandre Reus Baroni de Souza

Coordenador e Professor do Curso de Engenharia de Produção CAMPUS URI Erechim Pós Doutor em Materiais (UFSC/2010). Doutor em Engenharia de Minas Metalurgia e Materiais (UFRGS/2009), Mestrado em Tecnologia de Materiais (PUCRS-2003) com disciplinas de Engenharia de Produção (PPGEP/UFRGS-2001) e possui graduação em Engenharia Mecânica (PUCRS-1998). Entusiasta nos assuntos: Gestão Modular, Industria 4.0, Manufatura Aditiva e tudo que se relaciona ao café!!! Profissional: Tem experiência na área de Metalurgia do Pó por Injeção (MIM), Projeto de Produto/Processo, Tecnologias de CAD/CAE/CAM/PDM/PLM e em Gestão de Projetos. Pesquisa na área de Processos de Fabricação: Conformação Mecânica, Estampagem Incremental e Prototipagem Rápida Profissionalmente atua em empresas de ETO (Engineering-To-Order) e MTO (Manufacture-To-Order), atuando principalmente nos seguintes temas: simulação por elementos finitos, implantes, instrumentos cirurgicos, robótica, desenvolvimento de produto e automação. Adicionalmente, trabalha com projetos biomédicos e com ênfase em Engenharia Materiais/Metalurgia do Pó.

Carlos Frederico Viero

Graduado em matemática; Profissional com 25 anos de experiência nas áreas de TI nos mais variados segmentos de mercado (industrial, comercial e serviços), 8 anos de experiência como Diretor de Engenharia e Operações; Mestrado em Engenharia pela Universidade de Passo Fundo (2013); atuou como docente nos cursos de graduação e pós-graduação da Universidade de Passo Fundo no curso de Engenharia de Produção; Atualmente cursa Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas na Universidade do Vale dos Sinos (Unisinos);Atua como professor na Universidade Feevale dos cursos de graduação de Administração, Engenharia, Design e Matemática atuando nas seguintes áreas: Gestão da tecnologia da informação - Projeto de produto - Inovação - Matemática Aplicada.

Francisco Duarte de Castro Ferreira Carmo

Possui Mestrado em Administração pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (2003). Pós-graduação em Dinâmica dos Grupos pela Faculdade Monteiro Lobato/Sociedade Brasileira de Dinâmica dos Grupos (2011). Especialização em Administração pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1996). Formação em Engenharia de Petróleo pela Petrobras (1988).

Graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1986). Atualmente é horista - professor auxiliar nível I da Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Tem experiência de atuação profissional como consultor nas áreas de Administração, com ênfase em Administração da Produção, atuando principalmente nos seguintes temas: planejamento de indústrias e empresas de serviços, implantação de sistemas e ferramentas de administração da produção, plano de negócios, formação de líderes e coaching.

APÊNDICE B – Carta de Apresentação

Prezado Senhor XXXXX

Sou Professor do Centro Universitário da Serra Gaúcha e Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da UNISINOS e o tema da minha tese é MODULARIZAÇÃO DE PRODUTOS E CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA: EVIDÊNCIAS TEÓRICO-EMPIRICAS E PROPOSIÇÃO DE UM FRAMEWORK.

Dentre as possíveis soluções que viabilizam a customização massa, encontra-se o processo de modularização de produtos. A modularização consiste num método de projeto do produto no qual o mesmo é montado de diferentes formas, a partir de um conjunto de partes constituintes padronizadas. Já a estratégia de customização em massa diz respeito à capacidade de oferecer rapidamente bens ou serviços personalizados, em grandes volumes, a custos similares aos de produtos padronizados e disponibilizados por meio da produção em massa.

Neste contexto, o objetivo central do estudo empreendido é analisar como a modularização de produto pode proporcionar a capacidade de customização em massa, através do sistema de atividades da empresa, para obtenção da vantagem competitiva.

No sentido de viabilizar os esforços para coleta de dados, e diante da importância desta empresa como caso a ser analisado em minha pesquisa de doutorado, tenho grande interesse em entrevistar pessoas que ocupem cargos-chave em diferentes áreas desta organização (industrial, marketing, logística, desenvolvimento de produto e engenharia), a fim de propiciar uma compreensão abrangente do fenômeno em estudo.

Além disto, de modo a complementar a coleta de dados por meio das entrevistas, caso seja possível, será também importante observar o funcionamento dos processos a fim de melhor entender as ações implementadas.

Assim, será de extrema importância a participação desta empresa neste trabalho de pesquisa, por meio da prestação de informações que propicie o entendimento adequado sobre a estratégia de customização em massa.

As informações prestadas por ocasião da entrevista terão caráter exclusivamente acadêmico, sendo assegurado o absoluto sigilo das mesmas. Além disto, caso seja exigido, os dados referentes ao nome da empresa e dos seus respondentes serão codificados.

No intuito de validar os dados coletados, o pesquisador se compromete em enviar um relatório abrangendo os resultados da análise empreendida, de modo que a empresa possa verificar a conformidade do texto às informações prestadas. Nesta oportunidade, a empresa terá a liberdade para fazer comentários, suprimir ou incluir novas informações ao texto original.

Apenas após a aprovação do texto pela empresa é que o mesmo será incluído na tese de doutorado em elaboração.

Ao término do trabalho de elaboração da tese, e sendo de interesse da empresa, serão disponibilizadas as conclusões da pesquisa.

Certo de sua contribuição, agradeço antecipadamente a atenção e o apoio.

Atenciosamente,

André Cardoso Dupont
Centro Universitário da Serra Gaúcha|Centro de Tecnologia e Inovação

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas
(54) 981395780

APÊNDICE C – Protocolo de coleta de dados nos casos estudados

Constructo	Questões	Autores
Caracterização da Empresa	Nome da empresa:	
	Tempo de Mercado:	
	Tamanho do mercado:	
	Market share:	
Vantagem competitiva sustentável	De que forma a empresa se posiciona estrategicamente frente ao mercado?	Brandenburger e Stuart (1996)
	Quais são as ações ou elementos que traduzem este posicionamento?	Peteraf e Barney (2003); Porter (1985)
	Percebe-se influência da modularização de produtos na lucratividade? De que forma?	Devinney, Yip, Johnson (2010)
	Percebe-se influência da modularização de produtos na participação de mercado? De que forma?	Steffens, Davidsson, Fitzsimmons (2009)
	Percebe-se influência da modularização de produtos na eficiência operacional? De que forma?	Tang E Liou (2010)
Apropriação de valor	De que forma o cliente percebe valor no produto da empresa? Como a empresa se diferencia dos concorrentes nestes quesitos?	Besanko <i>et al.</i> (2006)
	Quais são os canais de venda possíveis para o produto?	Ryall (2013)
	Houve modificação nos canais de venda ou na forma de relacionamento dentro do canal de venda a partir da modularização dos produtos?	Ryall (2013)
	A modularização de produtos influencia na formação de preços ou na margem dos produtos?	Brandenburger e Stuart (1996)
	No que diz respeito a cadeia de fornecimento, a modularização de produtos gera impacto no custo de materiais dos produtos?	Brandenburger e Stuart (1996)
	Em termos de estrutura produtiva, percebe-se modificação do custo de fabricação com a modularização de produtos?	Kubota; Miguel (2013)
Capacidade em CM	O portfólio de produtos da empresa consegue atender às necessidades dos mercados em que a empresa deseja atuar?	Feitzinger e Lee (1997)
	Como a empresa controla ou define a variedade que pretende ofertar ao mercado?	Pine (1994)
	Os clientes percebem a variedade de possibilidades na escolha de um produto?	Pine (1994)
	De que forma são tratados pedidos especiais de clientes?	Franke; Keinz; Steger (2010)
	A empresa consegue oferecer ao mercado essa variedade com custos compatíveis a empresas com produtos mais padronizados?	Lau (1995); Sahin (2000)
	O ambiente fabril trabalha com grandes volumes de produção para o mercado da empresa?	Vigna e Miyake (2010)
	Como é o prazo de entrega dos produtos em comparação com os concorrentes?	Vigna e Miyake (2010)
Sistema de Atividades	Existe uso do conceito de modularização ou da possibilidade de configurações de diferentes produtos no posicionamento da marca? De que forma isso é apresentado?	Fedor <i>et al.</i> (2003)
	Como a modularização dos produtos influencia o design dos diferentes produtos?	Zhang <i>et al.</i> (2014)
	Como é conduzido o processo de desenvolvimento de produtos? Ele é feito para o produto como um todo ou existem equipes dedicadas para o desenvolvimento de módulos específicos?	Stone; Wood; Crawford (2002)
	O processo de atualização dos produtos foi modificado em função do projeto modular?	Gershenson; Prasad; Zhang (2003)
	A modularização de produtos tem impacto na forma de compra dos materiais? De que forma?	Jose; Tollenare (2005)
	Quais são os aspectos considerados na seleção, avaliação e desenvolvimento de fornecedores? Existe diferença de tratativa para fornecedores de módulos e fornecedores de componentes?	Lai <i>et al.</i> (2012)
	Quais são as mudanças percebidas na produção com a modularização?	Rudberg e Wikner (2004)
	Como a logística foi afetada com a modularização?	Jose; Tollenare (2005)
	Existe a possibilidade de postergar customizações em função do projeto do produto para mais próximo do cliente? Esse fato influencia no modelo de negócio da empresa?	Rudberg e Wikner (2004)
	Como a modularização dos produtos influencia no serviço de pós vendas?	Baldwin; Henkel (2011)
	O desenvolvimento de processos leva em conta aspectos da modularização dos produtos? De que forma?	Kubota; Miguel (2013)