

## 2 Revisão Bibliográfica

O presente capítulo apresenta uma revisão bibliográfica obtida na literatura acadêmica sobre a variedade de produtos, de forma a fornecer uma fundamentação teórica para a condução do *survey* (capítulo 4) e do estudo de caso (capítulo 5). Inicialmente, são apresentadas as definições de variedade de produtos, sua importância e suas principais variáveis. Logo após, as dimensões da variedade de produtos e, em seguida, a sua atual tendência de proliferação em diferentes indústrias. Posteriormente, é apresentada a variedade de produtos, sob diferentes perspectivas, seguida pelas estratégias de mitigação. Por último, a heterogeneidade da variedade de produtos.

### 2.1. Variedade de produtos: definição, importância e variáveis

Nos últimos anos, a globalização dos mercados e o aumento da exigência dos consumidores levaram a um aumento na demanda da variedade de produtos pelo consumidor final e, como consequência, o número de variáveis dentro de cada cadeia que precisam ser geridas também aumentou (Swaminathan e Nitsch, 2007).

A variedade de produtos pode ser definida como sendo o número de diferentes versões de um produto que é ofertado por uma firma, em um instante de tempo específico (Randall e Ulrich, 2001). Também pode ser definida como sendo o número de diferentes produtos ofertados ao cliente final (Pine, 1993).

A correta gestão da variedade de produtos é uma importante ferramenta para que a empresa crie valor e consiga alcançar a diferenciação de seus produtos no mercado. Para Porter (1985), há dois tipos de vantagens competitivas: a baseada nos custos (*cost leadership*) e na diferenciação. Ambas as vantagens podem ser alcançadas em um escopo mais amplo ou em um determinado segmento restrito. Para se alcançar a primeira vantagem é necessário que a empresa reduza seus custos de tal forma que estes fiquem abaixo dos concorrentes e, simultaneamente, atinja uma “paridade” (*parity*) ou “proximidade” (*proximity*) em relação aos demais atributos oferecidos pelos seus concorrentes. Em relação à estratégia de

diferenciação (Porter 1985), esta tem por objetivo oferecer o produto com características ou atributos que o tornem único, sob o ponto de vista do consumidor; com isso, o consumidor passa a ver o produto mais valorizado, o que, por sua vez, permitirá que a empresa obtenha um preço mais alto por ele. Para Barney (1996), uma empresa possui uma vantagem competitiva quando está implementando uma estratégia de criação de valor. Segundo Chakravarty e Balakrishnan (2001), as empresas devem oferecer uma grande variedade de produtos para se manter competitivas, uma vez que estão diante de um mercado consumidor mais sofisticado e de um acelerado processo de desenvolvimento de novas tecnologias em suas indústrias. O mercado cada vez mais exigente exerce uma pressão crescente sobre as empresas para um aumento da variedade de produtos (Barney, 1986). Tal fato faz com que empresas de diferentes setores industriais sejam obrigadas a dar uma resposta, geralmente aumentando a sua variedade de produtos através da combinação de diferentes atributos (Mapes *et al*, 1997).

A tabela 1 relaciona algumas indústrias que foram alvo de estudo e pesquisa por parte da academia. Uma das primeiras indústrias a ser estudada foi a indústria de eletrônicos (Tang e Yam, 1996). Nesse trabalho, realizou-se uma análise da variedade de produtos dentro das principais fornecedoras de produtos eletrônicos no sudeste asiático. O estudo conclui que empresas dentro de um mesmo setor possuem estratégias distintas com relação à variedade de produtos oferecida. O estudo ainda ressalta que uma mesma empresa tem estratégias distintas para as suas diferentes linhas de produtos (Tang e Yam, 1996).

Tabela 1: Variedade de produtos em diferentes indústrias

INDÚSTRIA	REFERÊNCIAS
Computadores	Bayus & Putsis (1999); Krishnan e Gupta (2001); Bayus et al (2003); Hui (2004).
Eletrônicos	Tang & Yam (1996); Appelqvist and Gubi (2005).
Automotivo	Macduffie, Sethuraman e Fisher (1996); Fisher e Ittner (1996); Pil e Holweg (2004); Barbosa, Scavarda e Hamacher (2005); Carvalho (2005); Scavarda, Reis, Schaffer e Schleich (2009).
Auto-peças	Da Silveira (1998); Fisher, Ramdas & Ulrich (1999).
Calçados	Da Silveira (1998); Er & MacCarthy (2006).
Bicicleta	Randall & Ulrich (2001).
Geléias	Iyengar & Lepper (2000).
Equipamentos Mecânicos	Da Silveira (1998).
Embalagens Plásticas	Da Silveira (1998).
Vinhos e Sucos	Da Silveira (1998).
Livros	Brynjolfsson, Hu & Smith (2003).
Relógio	Souza, Bayus e Wagner (2004).
logurte	Draganska & Jain (2005).
Moda	Fisher et al (1994); Vaagen & Wallace, (2008).

Fonte: Elaborado pelo Autor

Para se analisar a variedade de produtos é necessário saber quais são os atributos que compõem esta variedade. Ou seja, o que é variedade para uma determinada indústria pode não ser um atributo relevante para uma outra indústria. Por exemplo, para a indústria de eletrônicos, características de voltagem são importantes e constituem um dos atributos que irão compor a variedade total desta indústria. Entretanto, para a indústria de bicicletas, atributos como voltagem não fazem sentido, mas antes atributos como cor e material que compõem o quadro da bicicleta (alumínio, ferro, liga). A tabela 2 apresenta um resumo encontrado na literatura sobre os principais atributos e suas variáveis.

Tabela 2: Atributos e variáveis da variedade de produto

ATRIBUTO	EXEMPLO DE VARIÁVEL	REFERÊNCIA
Cor	Preto, azul, branco, cinza, verde	Fisher e Ittner (1996); Da Silveira (1998); Randall & Ulrich (2001); Pil e Holweg (2004); Scavarda <i>et al</i> (2005); Scavarda <i>et al</i> (2009)
Sabor	Morango, damasco, uva cabernet, uva merlot, pessego	Da Silveira (1998); Iyengar e Lepper (2000)
Tamanho	Pequeno, médio, grande, extra-grande	Da Silveira (1998)
Características	Tamanho de memória, voltagem, peso	Berry e Cooper (1999)
Material	Madeira, alumínio, aço, couro	Randall & Ulrich (2001)
Design	Geometria	Da Silveira (1998)
Componentes	Freio, marcha, transmissão	Fisher <i>et al</i> (1999)
Modelo	Segmento de mercado	Fisher e Ittner (1996); Tang e Yam (1996); Da Silveira (1998); Pil e Holweg (2004); Scavarda <i>et al</i> (2005); Scavarda <i>et al</i> (2009)
Embalagem	Vidro, plástico, metal	Da Silveira (1998); Berry e Cooper (1999)
Canal de distribuição	Direto, varejista, próprio	Berry e Cooper (1999)

Fonte: Elaborado pelo Autor

## 2.2. Dimensões da variedade de produtos

De acordo com Fisher *et al* (1999), a variedade de produtos pode ser definida em duas dimensões: a gama de produtos que uma firma oferece em um determinado tempo e a taxa com que a firma substitui os produtos existentes por novos produtos. Pil e Holweg (2004) distinguiram as dimensões da variedade de produtos entre variedade estática e variedade dinâmica.

A variedade estática existe em um momento específico de tempo (Pil e Holweg, 2004). Por exemplo, ao se identificar o número de possibilidade de opções oferecidas por um produto em um determinado ano, estaremos identificando a variedade estática para o produto em questão.

Se o estudo pontual de tempo característico da variedade estática for estendido para incorporar a variação ocorrida com o número de possibilidade de

opções oferecidas ao longo dos últimos 20 anos, estaremos identificando a variedade dinâmica do produto (Fisher *et al*, 1999). A variedade dinâmica se refere à escolha que é oferecida ao longo do tempo resultante das mudanças ocorridas no número de possibilidades oferecidas entre a introdução do produto e sua atualização. Essa variedade é bem conhecida no mundo do marketing, onde existe a tendência de proliferação de produtos (Kotler, 2000).

Winkler (2000) realizou um estudo de variedade dinâmica (de 1980 a 2003) e de variedade estática (para o ano de 2003) e constatou que a Audi atuava em dois segmentos de mercado na Europa, em 1980, com seus modelos Audi 80 e Audi 100 (segmentos B e C, respectivamente), enquanto que em 2003 passou a oferecer 23 modelos de veículos ao mercado, distribuídos em 5 segmentos, como pode ser observado na Figura 1. Nota-se ainda uma expansão do número de tipos de carroceria oferecidos pela montadora, que em 1980 oferecia apenas a carroceria tipo sedan, enquanto em 2003, comercializava carrocerias de veículos de tipo sedan, *hatch*, *station wagon* e conversível.

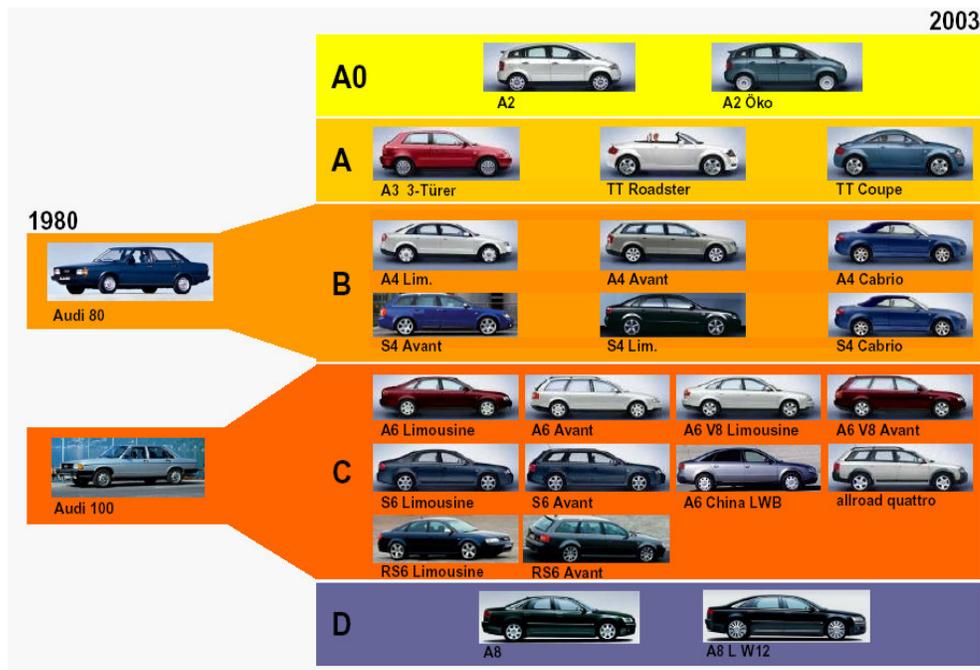


Figura 1: Variedade dinâmica para a Audi em 1980 e 2003.

Fonte: Winkler (2000)

Não apenas modelos e carrocerias variam com o passar do tempo. Winkler (2000) verificou que os opcionais de fábrica, como iluminação interna, por exemplo, variam com o passar do tempo. O autor verificou que em 1983 o Audi

100, versão C3, possuía 3 variações técnicas e uma só cor disponível, fazendo com que o conjunto de possibilidades à disposição do consumidor para a compra totalizasse 3. Já em 1990, o mesmo Audi 100, na versão C4, possuía 2 variações técnicas e 2 opções de cor, totalizando um total de 4 combinações disponíveis para a compra. A figura 2 ilustra a variedade dinâmica para a iluminação interna do modelo Audi 100.



Figura 2: Variedade dinâmica para a iluminação interna do Audi C3 e C4.  
Fonte: Winkler (2000)

Em geral, a variedade de produtos aumenta com o passar do tempo, conforme exemplos anteriores. Todavia, Winkler (2000) apresenta um outro exemplo de variedade dinâmica, porém utilizando um opcional de fábrica. A grande diferença entre este exemplo e os anteriores reside no fato de que este mostra que nem sempre a variedade cresce com o tempo. Neste caso, a Audi resolveu limitar a variedade oferecida ao cliente para um opcional: a iluminação interna (teto). A gestão desta variedade buscou a redução de custos, sem que a mesma fosse percebida pelo cliente final. Além disso, o exemplo mostra o processo de tomada de decisão que levou à redução de tal variedade.

Na fase inicial do projeto de lançamento do modelo Audi A6, a empresa

planejou 12 variações técnicas e 5 cores distintas, totalizando 60 combinações. No momento de lançamento do modelo, em 1997, o número de cores foi aumentado para quatro, o que elevou o número total de combinações de 60 para 108, conforme ilustrado na figura 3.



Figura 3: Variedade de iluminação interna para Audi A6.

Fonte: Winkler (2000)

Em 2003, o número total de combinações de variação técnica e cores alcançou o número de 130. Neste ponto, a empresa resolveu reduzir as combinações para cerca de 20. Após reuniões, envolvendo os setores de marketing, produção, compras e pesquisa e desenvolvimento, chegou-se a um novo desenho do opcional que teve seu número de cores e funções reduzido, além de um novo *layout*. A figura 4 ilustra o opcional antes e depois das alterações, assim como o *layout*, combinações e principais alterações realizadas. Dentre as alterações já mencionadas, o novo módulo de iluminação interna além de atender os modelos Audi A6 e C6 passou a atender também os modelos A4 e B6.

Tal estratégia de mitigação será aprofundada neste capítulo, na seção 2.5.



Figura 4: Alteração no opcional de iluminação interna para o modelo Audi A6.  
Fonte: Winkler (2000)

### 2.3. Proliferação de produtos

A prática de proliferação de produtos é visível em diferentes indústrias (Connor, 1981; Lancaster, 1990; Ratchford e Gupta, 1990; Kekre e Srinivasan, 1990; Putsis, 1997; Bayus e Putis, 1999; Fisher *et al*, 1994; Fisher *et al*, 1996; Fisher *et al*, 1997; Fisher *et al*, 1999; Fisher e Ittner, 1999; Goldenberg *et al*, 2001; Ramdas e Sawhney, 2001; Krishnan e Ulrich, 2001; Putsis e Bayus, 2001; Dewan *et al*, 2003; Bayus *et al*, 2003; Hui, 2004; Perona e Miragliotta, 2004; Souza *et al*, 2004; Syam *et al*, 2005; Carvalho, 2005; Bish *et al*, 2005; Powers, 2000; Blecker e Abdelkafi, 2006; Blecker *et al*, 2004; Draganska e Jain, 2005; Wu *et al*, 2007; Polo e Chernatony, 2008; Seltene e Brunel, 2008; Vaagen e Wallace, 2008; Mendelson e Parlakturk, 2008), tornando-se importante ferramenta de estratégia competitiva utilizada pelas empresas (Porter, 1985; Bayus e Putsis, 1999).

Uma importante prática para atrair consumidores é aumentar a variedade de produtos oferecidos. A tendência atual é oferecer um número grande de possibilidades, eventualmente acima até mesmo do que será produzido (Pil e Holweg, 2004).

Womack *et al* (2007) apontam que o conceito de proliferação de produtos

não é um conceito novo e que sua origem remonta aos anos 20 do século passado, quando a GM desenvolveu a estratégia de um carro para cada propósito e bolso. Assim, para poder competir com o modelo T da Ford, ela criou uma gama de cinco modelos, desde os mais baratos, vendidos com a marca Chevrolet, até os mais caros, com a marca Cadillac. Dentro de cada modelo o consumidor poderia escolher entre diferentes combinações de cores e aspectos, denominados cosméticos, tais como maçaneta e revestimento do painel. Com tal estratégia, a empresa conseguiu atender consumidores de diferentes níveis de renda.

Connor (1981) destaca que a estratégia de proliferação de produtos é evidente quando uma empresa ou indústria oferece uma longa linha de produtos e cada produto desta possui uma grande variedade de atributos que os tornam diferentes entre si.

A introdução de uma nova variação no produto tem por objetivo aumentar as vendas e maximizar os lucros da empresa (Tanner *et al*, 2002; Er e MacCarthy, 2003; Er e MacCarthy, 2006). Todavia, a proliferação de produtos pode aumentar a complexidade das atividades de previsão da demanda (Fisher *et al*, 1997), do setor de compras (Kotteaku *et al*, 1995) e da programação da produção (Van Donk e Van Dam, 1996).

Bayus *et al* (1999) levam em consideração além dos fatores acima mencionados, o número de introdução de novos produtos que uma companhia faz em um determinado período de tempo, e afirma que a adoção de tal estratégia configura uma importante ferramenta para manter a competitividade da empresa.

Krishnan e Ulrich (2001) definem a proliferação de produtos como sendo a transformação de uma oportunidade de mercado em uma tecnologia ou conceito disponível dentro da empresa para cada produto ou linha de produtos que serão disponibilizados para a venda. Goldenberg *et al* (2001) afirmam que nos Estados Unidos a área dentro das empresas responsável pela gestão da linha de produtos e pela introdução de novos produtos é o principal setor dentro das empresas. Todavia, só neste país mais de 25.000 produtos não obtêm sucesso na sua introdução.

Shankar (2006) enfatiza que as empresas líderes de mercado, geralmente adotam a proliferação de produtos visando buscar uma diferenciação dos mesmos, enquanto as demais empresas (*followers*) costumam fazer a estratégia de brigar por preço.

Barbot (2008) destaca que a estratégia de proliferação de produtos leva tempo para ser implementada, pois é necessário tempo para criar um novo produto, testá-lo, fazer a sua publicidade e tentar deter a entrada de novos competidores, que uma vez já presentes, não há como evitar uma guerra por preço. Neste cenário, o autor destaca que as empresas que estão há mais tempo no mercado tendem a levar certa vantagem nesta estratégia, já que possuem um melhor conhecimento do comportamento do mercado.

A questão central no que tange à proliferação da variedade de produto é a determinação do ponto ótimo ou apropriado de variedade que deve ser oferecido aos clientes. Segundo Lancaster, 1966 e 1990; MacDuffie *et al*, 1996; Kahn, 1998; Ramdas e Sawhney, 2001; Krishnan e Ulrich, 2001, o ponto ótimo de variedade que uma firma deve oferecer é reconhecidamente um *trade-off* entre satisfazer as necessidades de um mercado heterogêneo, que demanda um alto nível de variedade, e as economias de escala que os custos de produção requerem.

Para Bayus e Putsis (1999), a proliferação de produtos é uma estratégia conhecida como “*double-edged strategy*”. Se por um lado, o desenvolvimento de uma nova variedade tende a criar uma diferenciação no mercado, por outro, aumenta os custos operacionais associados a esta nova variedade, sendo o ponto apropriado aquele em que a receita marginal, gerada pela venda de tal variedade, exceda os custos marginais associados a esta mesma variedade.

Berry e Cooper (1999) ilustram a drástica redução na lucratividade que pode ser resultado da introdução de uma nova variedade do produto, sem a apropriada mudança na estratégia de investimento e produção. A PlastechLeschke obteve um ganho de 20% sobre a receita de vendas por causa da implementação de uma estratégia de marketing de aumentar a variedade de produtos. Porém, como consequência, o tamanho do lote padrão de produção reduziu-se em 50% e os lucros caíram 83%. O aumento do número de lotes a serem produzidos não foi capaz de manter os lucros para um maior volume de produtos vendidos em pequenas quantidades. Sem novos investimentos, o aumento do volume de lotes levou a um maior *set-up*, o que gerou um aumento nos custos de produção. O maior *set-up*, por sua vez, não permitiu que a empresa alcançasse a flexibilidade necessária para produzir o maior número de produtos que passaram a ser comercializados nos novos mercados conquistados pela companhia.

## 2.4. Diferentes perspectivas sobre a variedade de produtos

A variedade de produtos pode ser estudada sob a perspectiva de diferentes áreas do conhecimento que, em geral, incluem marketing, comportamento organizacional, engenharia (Montoya-Weiss e Calantone, 1994; Tushman e O'Reill, 1996; Novak e Eppinger, 2001; Goldenberg *et al*, 2001) e perspectiva social (Tang e Yam, 1996).

Mas, as principais áreas que estudam a variedade de produtos são **marketing** (Urban *et al*, 1986; Griffin e Hauser, 1993; Cooper, 1994; Griffin, 1997; Wind *et al*, 1997; Bohlmann *et al*, 2002; Brynjolfsson *et al*, 2003; Hui, 2004; Shankar, 2006) e **operações e logística** (Bennet e Forrester, 1994; Tang e Yam, 1996; Fisher e Ittner, 1999; Berry e Cooper, 1999; Jiao e Tseng, 2000; Randal e Ulrich, 2001; Desai *et al*, 2001; Christopher e Towill, 2001; Dubelaar *et al*, 2001; Krishnan e Gupta, 2001; Dewan *et al*, 2003; Hsu e Wang, 2004; Danese e Romano, 2004; Pil e Holweg, 2004; Holweg e Pil, 2004; Scavarda *et al*, 2005; Bish *et al*, 2005; Reisenbeck *et al*, 2006; Blecker e Abdelkafi, 2006; Thyssen *et al*, 2006; Vaagen e Wallace, 2008; Xia *et al*, 2008; Balakrishnan e Chakravarty, 2008).

A área de marketing, em geral, foca os aspectos positivos da variedade de produtos, tais como aumento da participação no mercado, aumento da receita de venda, aumento da lucratividade e satisfação do consumidor. A tabela 3 apresenta um resumo das principais vantagens da variedade de produtos sob a perspectiva de marketing.

Tabela 3: Variedade de produtos sob a perspectiva de marketing

PERSPECTIVA DE MARKETING	
Aumento no <i>Marketing Share</i>	Bagozzi, 1986; Urban <i>et al</i> , 1986; Pine, 1993; Quelch e Kenny, 1994; Bayus e Putsis, 1999; Tang e Yam, 1996; Kotler <i>et al</i> , 2005
Aumento das receita de vendas	Bagozzi, 1986; Lancaster, 1990; Pine, 1993; Tang e Yam, 1996; Fisher e Itter, 1999; Berry e Cooper, 1999; Kotler <i>et al</i> , 2005; Shaffer e Zhang, 1995; Bester e Petrakis, 1996; Berry e Cooper, 1999; Fudenberg e Tirole, 2000; Chen e Iyer, 2002
Aumento da lucratividade	Kekre e Srinivasan, 1990; Berry e Cooper, 1999
Aumento de preço	Berry e Cooper, 1999
Barreira contra novos competidores	Schmalsensee, 1978; Tang e Yam, 1999
Satisfazer as necessidades do consumidor	Shapiro, 1977; Lancaster, 1979; Connor, 1981; Quelch e Kenny, 1994; Tang e Yam, 1999; Berry e Cooper, 1999; Bayus e Putsis, 1999; Vaagen e Wallace, 2007
Melhora da imagem da empresa	Tang e Yam, (1996)
Manutenção ou aumento da competitividade	Kekre e Srinivasan, 1990; Thyssen <i>et al</i> , 2006

Fonte: Elaborado pelo Autor

A área de operações e logística, por sua vez foca os aspectos negativos da variedade de produtos, tais como aumento de custos, totais e específicos, como de estoque de segurança e produção, além de custos como o *market mediation cost* (MMC). O MMC inclui custo de inventário, obsolescência dos produtos, quando a oferta supera a demanda, e de venda perdida, quando a demanda excede a oferta (Randall e Ulrich, 2001). Incluem-se na definição de custo de produção os materiais utilizados de forma direta e indireta, o trabalho, os investimentos em tecnologia e os processos e utilização de máquinas e equipamentos (Randall e Ulrich, 2001). A tabela 4 lista os principais efeitos negativos da variedade de produtos sob a perspectiva de operações e logística.

Tabela 4: Variedade de produtos sob a perspectiva de operações e logística

PERSPECTIVA DE OPERAÇÕES E LOGÍSTICA	
Impacto negativo no desempenho de operações	Miller e Vollman, 1985; Yeh e Chu, 1991; Banker <i>et al</i> , 1995; Kaplan e Cooper, 1998; MacDuffie <i>et al</i> , 1996; Da Silveira, 1998
Aumento de custos (em geral)	Miller e Vollman, 1985; Yeh e Chu, 1991; Banker <i>et al</i> , 1995; Kaplan e Cooper, 1998; Bayus e Putsis, 1999; Berry e Cooper, 1999; Thonemann, 2002
Aumento do custo de estoque	Bumol e Panzar, 1982; Bowersox e Closs, 1996; Fisher <i>et al</i> , 1997; Hoek, 2001; Vaagen e Wallace, 2007
Aumento do estoque de segurança	Bennett e Forrester, 1994
Aumento do custo de projeto de um novo produto	Lancaster, 1979 e 1990; Bayus e Putsis, 1999
Aumento do <i>lead time</i>	Thonemann, 2002
Aumento no custo dos distribuidores	Thonemann, 2002
Incerteza na demanda	Lancaster, 1990; Bennett e Forrester, 1994; MacDuffie <i>et al</i> , 1996; Bayus e Putsis, 1999; Hsu e Wang, 2004
Aumento na exploração de recursos naturais	Tang e Yam, 1996
Necessidade de aumento de flexibilidade	Bennett e Forrester, 1994
Exposição a promoções	Fisher <i>et al</i> , 1997
Aumento na complexidade de produção	Fisher <i>et al</i> , 1999

Fonte: Elaborado pelo Autor

Existe uma forte evidência de que a vantagem competitiva advinda da proliferação da variedade de produtos está fortemente correlacionada com o correto alinhamento entre as estratégias de marketing e de operações adotadas pelas empresas (Richardson *et al* 1985; Leschke, 1995; Safizadeh *et al* 1996). Adicionar uma variedade ao produto pode ter conseqüências desfavoráveis nos custos, gerando um impacto negativo na lucratividade (margem) do produto (Berry e Cooper, 1999). A falha no alinhamento de ambas as estratégias, em termos de precificação dos produtos e da flexibilidade de manufatura no *mix* de produtos ofertados, que são os pontos chaves de tais estratégias, pode trazer para

as empresas sérias consequências financeiras (Berry e Cooper, 1999).

## 2.5 Estratégias de mitigação

Há uma forte correlação entre a variedade de produtos e os custos na cadeia de suprimentos, e uma gama de estudos foram e vêm sendo realizados com o intuito de descobrir como esta correlação pode ser minimizada, no sentido de se alcançar uma maior eficiência na alocação dos custos desta variedade de produtos, ao longo da cadeia (Lampel e Mintzberg, 1996; Feitzinger e Lee, 1997; Baldwin e Clark, 1997; Fisher *et al*, 1999; Fisher *et al*, 1999; Salvador *et al*, 2002; Pil e Holweg, 2004). Estas contribuições podem ser agrupadas em três grandes grupos de estratégias de mitigação:

- **Alterações na arquitetura do produto**, que consiste no uso de compartilhamento e padronização de componentes (em especial, plataformas e módulos), cujo objetivo é desenvolver o *design* de produtos que possuam uma grande variedade no mercado, ao mesmo tempo que apresentam um pequeno nível de complexidade e de custos associados ao desenvolvimento de um novo produto, compras e manufatura (Meyer e Lehnerd, 1997; Fisher *et al*, 1999; Pil e Holweg, 2004; Thyssen *et al*, 2006).

- **Flexibilidade de manufatura**, que compreende uma troca rápida de ferramentas e uma força de trabalho com múltiplas habilidades, que levam a uma maior eficiência nos custos de produção, permitindo uma redução do tamanho dos lotes, com o intuito de acomodar uma maior variedade de produtos, a um custo razoável de produção (Correa, 1994; Berry e Cooper, 1999; Fisher *et al*, 1999; Anderson, 2001; Fujimoto *et al*, 2003).

- **Postergação** (ou configuração tardia), que se refere a decisões que ultrapassam a linha de montagem. Ultrapassando o sistema de distribuição, tal estratégia pode reduzir o impacto da incerteza na demanda causada pelo aumento da variedade de produto (Feitzinger e Lee, 1997; Lee e Tang, 1997; Pagh e Cooper, 1998, Waller, 2001). Esta estratégia cria variedades, que são configuradas fora da linha de montagem ou em um ponto do canal de distribuição.

### 2.5.1 Modularização ou compartilhamento de componentes

Entende-se por modularização o emprego de módulos individuais utilizados em diferentes produtos finais. Com isso, a empresa pode oferecer uma variedade

de produtos maior a um custo relativamente baixo, apenas combinando diferentes módulos, que pouco diferem entre si, e ao mesmo tempo alcançando os benefícios da produção em massa (Camuffo, 2002).

A razão básica para se introduzir a modularização é a obtenção de uma redução de custo e de uma redução no tempo de resposta de produção da empresa para o mercado, sem, entretanto, alterar a variedade de produtos. A redução de custos ocorre em três principais frentes: economia de escala, redução do custo de estoque e redução do custo administrativo (Thyssen *et al*, 2006).

Com relação aos custos de estoque, Fisher *et al* (1999) argumentam que a introdução da modularização faz com que haja uma redução do custo de estoque, em virtude de menos peças precisarem ser estocadas. Tal fato também pode ser explicado pela redução do estoque de segurança, em virtude do compartilhamento de componentes entre modelos distintos (Collier, 1982) ou através do atraso na diferenciação (Lee e Tang, 1997).

Produtos modulares são percebidos como sendo uma forma de se obter a economia de escala, perdida com a grande variedade de produtos. Os módulos podem ser utilizados em diversos produtos, o que leva a um aumento do volume. Entretanto, em raríssimos casos o custo variável por módulo ou componente compartilhado é menor do que o custo variável por unidade do produto específico que o módulo substituiu (Thyssen *et al*, 2006).

Em ambientes cujo regime de produção é o de produção por encomenda (*assemble-to-order production*), poucos componentes precisam ser estocados para acomodar o nível de serviço especificado em um determinado tempo de entrega (*lead time*). Se os produtos são baseados em módulos o mesmo número de módulos pode ser combinado em diferentes produtos finais (Mirchandri e Mishra, 2001). Esta estratégia é conhecida como *risk-pooling phenomenon* (Eynan e Rosenblatt, 1997; Thonemann e Bradley, 2002).

A estratégia de modularização pode ser utilizada em ambientes que produzam um grande volume como em ambientes que produzam um pequeno volume, desde que haja uma padronização de alguns módulos que irão permitir a configuração do produto de acordo com as especificações do cliente final (Bennett e Forrester, 1999).

Todavia, embora haja efeitos positivos com relação aos custos, a estratégia de modularização apresenta algumas desvantagens. Thyssen *et al* (2006) destacam

que a vantagem da estratégia de modularização pode ser restrita a custos, pois à medida em que na visão do consumidor o número de produtos finais e suas características são as mesmas, o risco de canibalização entre os produtos aumenta.

O compartilhamento de componentes (*component sharing*) é uma estratégia baseada no produto e depende do fato de que as famílias de produtos ou produtos similares utilizem-se de componentes similares (Fisher *et al.*, 1999).

Todos os carros do mundo possuem rodas, pneus e um motor. A princípio, uma montadora que ofereça 100 modelos de carros distintos, pode oferecer 100 tipos distintos de rodas, uma para cada modelo. Uma abordagem mais racional exigiria que o número de rodas fosse compartilhado entre vários modelos. O ponto crucial na adoção da estratégia de compartilhamento de componentes é saber-se dada uma linha de produtos existentes, quantas versões, deverão ser ofertadas e quais subgrupos desta linha de produtos irão compartilhar componentes. Nos anos 80, a Black and Decker racionalizou a sua linha de produtos, agrupando-a por tamanho de motor. Com isso, a empresa eliminou uma proliferação desnecessária no número de motores, que foi reduzido em aproximadamente cinco vezes. Não obstante, houve um pequeno aumento no número de produtos finais (Meyer e Lehnerd, 1997).

A decisão de compartilhar componentes está ligada a custos, qualidade e desempenho do produto e à estrutura organizacional. O compartilhamento de componentes reduz o investimento no desenvolvimento de um novo produto, assim como o desempenho e a qualidade dos componentes tendem a ser maiores do que quando os componentes são desenhados para um único propósito. A estratégia de compartilhamento pode levar tanto a um aumento como a uma redução nos custos de produção. Pelo lado da redução de custos, o componente que é compartilhado terá seu volume de produção superior a um componente que é desenhado especificamente para um modelo. Com isso, haverá um processo de economia de escala que reduz o custo unitário de produção. Por outro lado, tal componente é desenvolvido para ter um desempenho adequado nas mais estritas funções que irá desempenhar. Com maior número de funções específicas a atender, o desempenho requerido torna-se substancialmente maior do que naqueles componentes de uma única função. Mas o excesso de funções pode resultar em penalidade no custo unitário. Sobre a popularidade deste conceito de produção na indústria e a forma como esta estratégia é desenvolvida, pouco se

sabe, assim como sobre os fatores que influenciam o sucesso de tal estratégia (Fisher *et al*, 1999).

É difícil, em alguns casos, o consumidor final perceber se houve ou não compartilhamento do componente. Por esta razão, Degraeve *et al* (2004) sugere a terminologia “compartilhamento interno” (não visível) e “compartilhamento externo” (visível): isso é de fundamental importância para a avaliação financeira e posterior decisão sobre o nível de compartilhamento que a empresa irá adotar. Já Brikè (2005), *apud* Barbosa (2005), adota o termo complexidade e a divide como sendo externa ou interna, e que, no contexto da indústria automobilística, são definidas como:

- **Complexidade externa (ou de mercado)** – constitui o produto final oferecido aos clientes. É resultante da **variedade externa**, isto é, do número real de combinações de opções de atributos oferecidas aos consumidores (estilos de carroceria, *power train*<sup>1</sup>, opcionais e cor e acabamento interno do veículo). O número de combinações influencia principalmente o *lead time* do pedido, embora também influencie nos custos de montagem e distribuição;
- **Complexidade interna (ou técnica)** – é resultante da **variedade interna**, isto é, das opções técnicas dos componentes e módulos envolvidos no desenvolvimento e na fabricação de um veículo. É expressa em termos das opções dos diversos sistemas que constituem um veículo (motor, portas, transmissão, etc), principais causas de custos de complexidade nos processos de desenvolvimento, produção dos componentes, montagem e compras.

Na questão central dos custos da variedade de produtos das empresas, em diferentes setores industriais, destaca-se o desenvolvimento integrado de produtos, que, por sua vez, reduz a complexidade e melhora os investimentos. Uma das técnicas de integração consiste no desenvolvimento de uma plataforma base (Krishnan e Gupta, 2001). Esta em seu sentido mais abrangente, é um componente que é compartilhado por uma família de produtos (Robertson e Ulrich, 1998; Krishnan e Gupta, 2001) e tem recebido cada vez mais atenção, tanto da indústria como da academia (Meyer e Lehnard, 1997; Robertson e Ulrich, 1998; Krishnan e

---

<sup>1</sup> Conjunto formado pelo motor e o tipo de transmissão do veículo.

Gupta, 2001).

Para Baldwin e Clark (1997), o conceito de plataforma é baseado na idéia de englobar as partes, componentes e módulos, como um único objeto, ao invés de considerar os componentes e as tecnologias como coisas separadas. Além disso, a empresa capaz de adaptar seus novos produtos às expectativas e necessidades de um grupo de consumidores tende a ganhar uma fatia de mercado. Nesse sentido, a estratégia de plataforma torna mais fácil a adaptação e criação de novos produtos (Robertson e Ulrich, 1998; Kahn, 1998, Winter, 2001).

A maior parte dos produtos que compartilham uma plataforma são caracterizados por um uso similar, componentes compartilhados, módulos e sistemas, um processo de fabricação parecido, público-alvo parecido, compartilhamento do mesmo canal de distribuição, e, em alguns casos, compartilham a mesma marca (Ramdas e Sawhney, 2001; Riesenbeck *et al*, 2006). Assim, o conceito de plataforma contribui substancialmente para a redução de custos de produção (Abel, 1980; Fisher *et al*, 1997).

O conceito de plataforma abre inúmeras possibilidades de aplicação: no *design* de automóveis, no desenvolvimento de computadores (*hardware* e *software*), em companhias aéreas, na engenharia civil, em alimentos. Eis alguns dos exemplos que ilustram as inúmeras possibilidades que se abrem com o uso desta técnica (Green e Srinivasan, 1990).

Um exemplo de produto de compartilhamento em plataforma é o Boeing 747, cuja plataforma é a base para os modelos 747-400 e 747-200. O AS400 da IBM é um computador plataforma que permite que diferentes discos rígidos e configurações de *software* sejam acoplados, permitindo o produto se adequar a circunstâncias de compra de cada cliente (Baldwin e Clark, 1997).

Em muitos setores, como a indústria automobilística, o conceito de plataforma é amplamente conhecido. O Volkswagen Beetle, por exemplo, é produzido em cima da plataforma do modelo Golf (VW Golf *Platform*), além dos modelos Audi A4 e VW Passat, que também compartilham a mesma plataforma. O conceito de plataforma se espalhou de tal maneira sobre as várias marcas do grupo, que levou a uma significativa redução nos custos de produção do Grupo Volkswagen, e, por consequência, a uma significativa elevação nos lucros (Riesenbeck *et al*, 2006).

Barbosa (2006) afirma que um grupo de montadoras pode cobrir todos os

segmentos de mercado com a utilização da estratégia de plataformas e uma família de produtos com vários tipos de carroceria e marcas com diferentes prestígios, volumes de produção e preços, tendo como base a uniformidade interna. A Tabela 5 apresenta um exemplo para uma família de modelos do grupo VW que compartilha a mesma plataforma.

Tabela 5: Família de modelos do grupo VW com a mesma plataforma.

Montadora	Tipo de carroceria							Imagem		
	<i>Hatch</i>	<i>Sedan</i>	<i>Station wagon</i>	Conversível	<i>Coupe</i>	<i>Pickup</i>	Nicho	<i>Premium / Massa</i>	Qualidade / Preço	Esportivo / Conforto
Audi	A3	Bora	Golf	TT	TT	Caddy	Beetle	<i>Premium</i>	Qualidade	Esportivo
VW	Golf			Golf				Massa	Qualidade	Conforto
Seat	Cordoba	Toledo						Massa	Preço	Esportivo
Skoda	Octavia	Octavia	Octavia					Massa	Preço	Conforto

Fonte: Barbosa (2006)

Há um número crescente de pessoas, entretanto, que ou calam ou são contrárias à utilização do conceito de plataforma. O argumento deste grupo é que o conceito de plataforma faz com que os produtos se tornem homogêneos entre si, reduzindo a possibilidade de escolha e diferenciação. Os produtos montados sobre a mesma plataforma muitas vezes são tão parecidos que os consumidores mal podem distinguir uns dos outros (Day, 1994). Além disso, Hauser (1999) afirma que nem sempre a estratégia de compartilhamento de plataforma está correlacionada com a lucratividade de uma linha de produtos.

Todavia, o uso de produtos que compartilham a mesma estrutura (plataforma), partes ou componentes, ou módulos, tendem a ter uma qualidade superior, devido ao fato de que a plataforma já foi testada tanto no que diz respeito à produção quanto ao marketing, o que garante que os produtos irão satisfazer as preferências e necessidades de distribuidores e potenciais clientes (MacDuffie *et al*, 1996).

Outra vantagem da adoção do compartilhamento de plataformas diz respeito à redução de custos, especialmente à de custos de complexidade (Meyer e Lehnerd, 1997; Lee e Tsang; 1997). A utilização de mesmos componentes ou módulos pode, por exemplo, diminuir os custos de manufatura e de logística, substancialmente. Cusumano e Selby (1995) relatam que 1,4 milhão dos 4,0 milhões de linhas de códigos no *Microsoft Windows NT* original terão novas versões desta plataforma, o que reduz em muito o custo de desenvolvimento das novas versões. A empresa aérea norte-americana *SouthWest* é conhecida por ter operações de baixo custo, fato que é em parte fruto da utilização de aeronaves

oriundas da mesma plataforma, como é o caso do Boeing 737, de baixo custo de manutenção (Riesenbeck *et al*, 2006).

O uso de uma mesma plataforma dentro de uma linha de produtos potencializa a redução de custos fixos de desenvolvimento de novas versões. Além disso, quanto maior o uso de plataforma compartilhada, mais tempo e recursos disponíveis terão as empresas nos seus esforços de melhorar o desenvolvimento e o *design*, o que resulta em melhor arquitetura dos produtos, maior integração dos componentes e menor custo variável unitário. Muitos produtos oriundos do compartilhamento da plataforma possuem seus componentes e módulos também compartilhados, o que, por sua vez, aumenta o volume comprado e reduz os custos, em razão da economia de escala. A empresa consegue responder às demandas do mercado com uma maior rapidez, pois a criação de uma nova versão ou novo modelo torna-se mais rápida, o que faz com que a empresa possa se concentrar em seu *core business* (Krishnan e Gupta, 2001).

### **2.5.2 Flexibilidade**

A flexibilidade como resposta ao aumento da variedade de produtos tem sido estudada, extensivamente, desde os anos 80 (Zelenovic, 1982; Gupta e Goyal, 1989; Chen e Iyer, 2002; Correa, 1994; Upton, 1995; Primrose e Verter, 1996).

Recentemente, vem se tornando muito atrativo investir na produção flexível, como a flexibilidade na capacidade, de tal maneira que cada planta produza uma variedade de produtos em quantidades menores, o que fará com que cada produto possa ser produzido em diversas plantas de forma economicamente viável. Empresas que produzem para estocar (*make-to-stock*) têm usado a flexibilidade como proteção (*hedge*) para a incerteza na previsão de demanda futura no longo prazo, enquanto utilizam o estoque como *hedge* para variações no curto prazo (Bish *et al*, 2005). A questão que ainda permanece é como tornar disponível a utilização efetiva da flexibilidade para mitigar os efeitos negativos da variabilidade da demanda no curto prazo para empresas que produzem por pedido (*make-to-order*). Para acomodar a variação à demanda, o nível de produção de cada produto em cada planta necessita ser ajustado constantemente. Isso resulta

em uma maior troca de produtos na linha de produção, o que requer, conseqüentemente, maiores estoques de componentes. Fora das fronteiras da empresa, toda a sua cadeia terá de lidar com o problema de variabilidade, o que resultará no aumento de custos em todos os elos da cadeia de suprimento de tal empresa (Bish *et al*, 2005).

Da Silveira (1998) divide a flexibilidade em dois grandes grupos: a flexibilidade estratégica e a flexibilidade operacional. A flexibilidade estratégica lida com alterações no ambiente externo da empresa, enquanto a flexibilidade operacional lida com suas mudanças internas. Em geral, a flexibilidade estratégica requer um maior esforço e um comprometimento de longo prazo maior do que a flexibilidade operacional.

Segundo Da Silveira (1998), os principais pontos que compõem a flexibilidade estratégica, são:

- Flexibilidade de produto: capacidade de introduzir ou alterar produtos de uma linha de forma econômica.
- Flexibilidade no *mix* de produtos: capacidade de alterar a gama de produtos ofertados em um período de tempo.
- Flexibilidade de produção: capacidade de produzir uma gama de componentes e partes de forma eficiente.
- Flexibilidade de volume: capacidade de operar economicamente em diferentes níveis de produção.
- Expansão da flexibilidade: capacidade de construir e expandir a capacidade de produção do sistema.

Para flexibilidade operacional, Da Silveira (1998) destaca:

- Flexibilidade de entrega: capacidade de alterar as datas de entrega.
- Flexibilidade de processo: capacidade de produzir com processos que requerem diferentes sequencias ou diferentes materiais.
- Flexibilidade de programação: capacidade de operar alterações na programação da produção.
- Flexibilidade de maquinário: utilização de máquinas que sirvam a várias finalidades.
- Flexibilidade da força de trabalho: trabalhadores com diferentes habilidades, capazes de realizar uma maior gama de tarefas.

Para Gerwin (1993), flexibilidade do *mix* de produtos é definida como a capacidade de produzir um grande número de produtos ou variantes dentro de uma linha de produtos. Isso representa a capacidade de produzir uma ampla gama de produtos ou variantes com um baixo custo de *set-up* (Berry e Cooper, 1999).

### 2.5.3 Postergação

Os altos níveis de estoque, especialmente no caso de produtos acabados, são um dos grandes problemas encontrados pelas indústrias. Em função de sua forma tradicional de produção, com base em previsões de demanda, alguns fabricantes de veículos estão adotando a estratégia de retardar determinadas atividades ao longo da cadeia de suprimentos e realizando a configuração do produto mais perto do ponto de compra (van Hoek, 2001, Barbosa, 2006). As empresas usam a configuração tardia como uma estratégia de proteger o processo de montagem da complexidade associada e postergar a configuração até o processo de distribuição (Barbosa, 2006).

O conceito de postergação tem sido aplicado historicamente pela academia (Yao e Liu, 2009; Brun e Zorzini, 2008; Li *et al*, 2007; Jiao *et al*, 2003; Ma *et al*, 2002; Ernst e Kamrad, 2000) e pela indústria nos canais de distribuição, envolvendo a transferência e a movimentação do estoque (Brun e Zorzini, 2008). Para Bowersox e Closs (1996) e Zinn e Bowersox (1998), a postergação não inclui somente a realocação de estoques, mas sim a confecção de diversas atividades, tais como etiquetagem, embalagem, montagem de componentes periféricos ou até mesmo sua fabricação.

A estratégia de postergação se tornou popular, como uma forma de reduzir custos de produção, mas ao mesmo tempo por ser pró-ativa na resposta às demandas e necessidades do consumidor (Gunasekaran e Ngai, 2009). Esta estratégia visa determinar até que ponto da cadeia haverá somente o uso de componentes compartilhados e a partir de quando a customização será realizada (Iyer *et al*, 2003), sendo uma importante ferramenta no combate à incerteza de demanda (Gunasekaran e Ngai, 2009). No momento em que os centros de distribuição ou concessionárias tornam-se responsáveis por tal configuração, reduz-se o número de opções do produto final que o sistema da montadora deve possuir (Pil & Holweg, 2004; Barbosa, 2006).

Battezzati e Magnani (2000) destacam que a estratégia de postergação atinge o máximo de lucro possível quando ela é adotada não apenas como uma estratégia de distribuição física, mas sim como uma estratégia de customização de produtos. De fato, a postergação pode ser aplicada ao longo de toda a cadeia de suprimentos, sendo que três fatores impactam diretamente na adoção da postergação: a tecnologia e processo, o produto e características do mercado consumidor deste produto (Van Hoek *et al*, 1999).

## 2.6 Heterogeneidade da variedade de produtos

Para se mensurar a variedade de produtos é preciso levar em consideração a heterogeneidade de individuais de cada variável do produto (MacDuffie *et al*, 1996; Koste e Malhotra, 1999). Para MacDuffie *et al* (1996) e Pil e Holweg (2004), a variedade de produtos pode ser dividida em diferentes grupos de acordo com o impacto que causa na complexidade da manufatura. Os grupos são os seguintes:

- Variedade fundamental – possui um grande impacto na complexidade de produção: é a base estrutural do produto. Raríssimos são os casos onde este tipo de variedade é montado fora da fábrica. Como exemplos desta variedade, temos: o chassi ou plataforma de um automóvel e a carroceria.
- Variedade intermediária – tal variedade possui um impacto menor no processo de produção que depende das características da variável que está sendo adicionada. Como exemplo de tal variedade, podem-se citar o motor e a pintura de um automóvel.
- Variedade periférica – esta modalidade possui um impacto muito pequeno no processo de produção ou nenhum, pois pode ser configurada fora da planta de produção, em um outro elo da cadeia, como é o caso de distribuidores e concessionárias. Como exemplo, podem-se citar rodas de liga leve e kit de primeiros socorros.

Do ponto de vista do consumidor, a variedade de produtos é, como um todo, determinada por dois fatores: o primeiro é a gama dos modelos (*model range*) oferecida e o segundo é a variedade externa de cada um dos modelos da linha de produtos. Do ponto de vista industrial, a variedade interna (técnica) – aquela

envolvida na criação e no desenvolvimento do produto (Pil & Holweg, 2004; Barbosa, 2006) – é uma outra variável que provoca impactos nos sistema de produção.

A seguir, são apresentadas as definições para variedade externa e interna utilizadas nesta pesquisa.

- **Variedade externa** é a variedade oferecida ao consumidor, determinada pelo total de variações (combinações) reais que cada modelo possui, isto é, que os consumidores podem realmente pedir (Pil & Holweg, 2004; Barbosa, 2006). Em geral, a variedade externa é útil para uma empresa, contanto que não exceda a variedade demandada pelo mercado.
- **Variedade interna** é a variedade envolvida na criação e no desenvolvimento do produto. Na medida em que a variedade externa oferecida é convertida em necessidades para o processo de manufatura e para a cadeia de valor (*value chain*), cria-se a variedade interna (Pil & Holweg 2004; Barbosa, 2006).

Sendo assim, o objetivo do gerenciamento da variedade é minimizar a variedade interna e oferecer a variedade externa demandada pelo mercado consumidor (Franke *et al*, *apud* Copaciu *et al*, 2005; Barbosa, 2006).