

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CAMPUS SOROCABA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FÁBIO GERMANO CARDOSO

**TOMADA DE DECISÃO SOBRE A ALOCAÇÃO DE ESTOQUES NA  
INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA.**

Sorocaba  
2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CAMPUS SOROCABA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FÁBIO GERMANO CARDOSO

**TOMADA DE DECISÃO SOBRE A ALOCAÇÃO DE ESTOQUES NA  
INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA.**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção, para  
obtenção do título de Mestre em  
Gestão de Operações

Orientação: Prof. Dr. José Geraldo  
Vidal Vieira

Sorocaba  
2016



Cardoso, Fábio G.

TOMADA DE DECISÃO SOBRE A ALOCAÇÃO DE ESTOQUES NA  
INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA / Fábio G. Cardoso. -- 2016.  
169 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus  
Sorocaba, Sorocaba

Orientador: José Geraldo Vidal Vieira

Banca examinadora: Maria Lúcia Galves, João Eduardo Azevedo Ramos  
da Silva

Bibliografia

1. Postergação de distribuição de Auto peças. 2. Teoria de apoio à decisão  
multi-critério. 3. Indústria Automobilística. I. Orientador. II. Universidade  
Federal de São Carlos. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Programa de Geração Automática da Secretaria Geral de Informática (SIn).


DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)

**FÁBIO GERMANO CARDOSO**

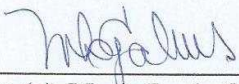
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Centro de Ciências em Gestão e Tecnologia da Universidade Federal de São Carlos para obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção, Área de Concentração: Gestão de Operações.

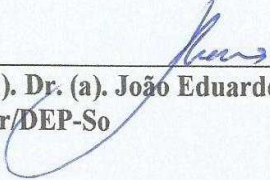
Sorocaba, 2 de agosto de 2016.

**Orientador (a):**

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. (a). Dr. (a). José Geraldo Vidal Vieira**  
UFSCar/DEP-So

**Examinadores (as):**

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. (a). Dr. (a). Maria Lucia Galves**  
UNICAMP/FEC

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. (a). Dr. (a). João Eduardo Azevedo Ramos da Silva**  
UFSCar/DEP-So

## DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à minha família, que me acompanhou e me apoiou com muito amor e compreensão ao longo dos últimos 4 anos da minha vida

## **AGRADECIMENTO**

*Agradeço aos meus líderes pela compreensão, à Associação das Concessionárias Chevrolet e à Associação das Concessionárias Renault por ter me ajudado com a distribuição da pesquisa. Agradeço ainda a todas as concessionárias que me cederam seu tempo precioso na resposta dos questionários, em especial à Automec que participou em mais de uma ocasião*

## RESUMO

Cardoso, Fábio G. Tomada de decisão sobre a alocação de estoques na indústria automobilística. 2016. 171 f – Universidade Federal de São Carlos, *Campus Sorocaba*, Sorocaba, 2011.

A logística é um diferenciador cada vez maior entre empresas automobilísticas concorrentes, dada a equiparação da qualidade, dos preços e características notada nos veículos. Ao buscar essa diferenciação, as empresas privilegiam estratégias de alocação de estoques que permitam o aumento de sua receita e/ou a redução de seus custos. As estratégias de alocação de estoques de uma empresa privilegiam a centralização ou descentralização dos estoques. O objetivo geral desta pesquisa é investigar o processo de decisão acerca da alocação de estoques de peças de reposição para o mercado de pós-vendas, ao analisar quais critérios são relevantes para essa decisão. Com esse objetivo, foi realizada uma pesquisa descritiva. Os critérios relevantes para a decisão foram investigados na literatura e validados através de questionários realizados com concessionárias. Sendo a concessionária uma grande responsável pela imagem final da marca diante do cliente, elas participaram ainda na ponderação desses critérios e também das alternativas. Foi possível então sugerir uma decisão para alocação de estoques, através da organização dos critérios e alternativas ponderados em uma árvore de decisão. Os resultados da pesquisa apontam para a necessidade de as montadoras descentralizarem suas distribuições de autopeças, elevando assim o nível de serviço para as concessionárias, como meio de elevarem suas receitas no longo-prazo. Esta pesquisa possui contribuições gerenciais de curto e de longo prazos. Em adição, o uso de técnicas de apoio à decisão multicritério para decisões sobre o uso de postergação para cadeias de distribuição também representa uma contribuição em si.

Palavras-Chave: Postergação. Centralização. Nível de Serviço. Flexibilidade. Métodos de apoio à Decisão multi-critério

## ABSTRACT

Logistics has been a differentiator more and more important among automakers, since quality, price and technical characteristics have been moving towards a common ground. In order to seek for additional differentiation, companies focus on strategies of stock allocation that allow them to either increase revenue or reduce costs. Stock allocation strategies within the companies requires the decision between centralizing and decentralizing stocks. Present research aims at investigating the decision process about stock allocation for auto parts in aftersales Market, and analyzing what the important criteria for such a decision are. It was conducted a descriptive research with that purpose. It was investigated relevant criteria within literature and validated through questionnaires performed with dealership. Because dealers are the ultimate responsible for the brand image to the customer, they also participated in criteria and alternatives ponderations. Then, it was possible to suggest a final decision for stock allocation, through the organization of all criteria and alternatives in a decision tree together with their weights. Research results seems to suggest the necessity that automakers focus the aftersales resources in increasing their service level to dealership through stock decentralization, as a method to increase their revenue in long-term. Present research contributes to management because it investigates which are the relevant criteria and their weight for centralization decision. In addition, the use of multi-criteria decision making aid to suggest a postponement decision in auto parts distribution chain also represent a contribution.

Keywords: Postponement. Centralization. Service Level. Flexibility. Multi-criteria decision-making aid

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Organização da Dissertação.....	21
Figura 2a: Visão esquemática da distribuição em 1 nível .....	24
Figura 3 – Categorização das operações usando os níveis de modularização e postergação .....	27
Figura 4: Apresentação dos tipos de postergação que serão usados na dissertação .....	34
Figura 5: Desenho da atividade de transbordo.....	42
Figura 6: Atributos do Valor .....	56
Figura 7: Visão esquemática da relação entre flexibilidade e operações .....	73
Figura 8: Esquema dos impactos no aumento da visibilidade para atendimento dos pedidos .....	76
Figura 9 – Resumo das dimensões dos modelos de MCDM .....	79
Figura 10: Estrutura Hierárquica para AHP.....	85
Figura 11: Procedimento para estruturação de um problema de AHP.....	88
Figura 12: Procedimentos técnicos da pesquisa .....	92
Figura 13: Método para desenvolvimento de escalas de medidas para <i>surveys</i> .....	93
Figura 14: Hierarquia de objetivos .....	102
Figura 15: Árvore de decisão com os critérios para a decisão de centralização de estoques .....	105
Figura 16: Sequência de etapas para montagem da árvore de decisão .....	107
Figura 17: Separação de critérios-fim e critérios-meio .....	108
Figura 18: Posição hierárquica dos respondentes .....	110
Figura 19: Modelo multivariado de avaliação do impacto do cargo nas respostas .....	111
Figura 20: Tempo de experiência dos respondentes .....	113
Figura 21: Tempo de existência das empresas .....	115
Figura 22: Árvore final de decisão com critérios e classificados por tipo de postergação .....	121
Figura 23: Evolução do C.R. das respostas para os critérios fim.....	123
Figura 24: Evolução do C.R. das respostas para os sub-critérios de flexibilidade .....	124
Figura 25: Árvore de Decisão Final .....	125
Figura 26: Decisão final sobre centralização de estoques.....	128
Figura 27: Gráfico de Sensibilidade para o critério nível de serviço .....	131
Figura 28: Gráfico de Sensibilidade para o critério custo de inventário .....	133

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Escala de Preferências usadas para ponderação dos critérios .....	97
Tabela 2: Total de concessionárias em território nacional das marcas pesquisadas .....	99
Tabela 3: Total de concessionárias para as cidades que fizeram parte do recorte da pesquisa ..	100
Tabela 4: Quantidade de concessionárias que responderam por marca .....	101
Tabela 5: Resultados da análise multivariada com os pesos da regressão.....	112
Tabela 6: Resultados da análise multivariada com os pesos da regressão.....	113
Tabela 7: Média das notas por critério e por marca .....	114
Tabela 8: Relação de indicadores estatísticos para as variáveis de controle .....	115
Tabela 9: Quantidade de empregados das concessionárias pesquisadas por marca .....	116
Tabela 10: Faturamento das concessionárias por marca .....	117
Tabela 11: Resultados das estatísticas resumos para as respostas para cada critério .....	118
Tabela 12: Resultados avaliativos dos critérios de decisão.....	119
Tabela 13: Quadro com os julgamentos sobre as alternativas.....	127
Tabela 14: Pesos das alternativas para cada critério .....	129
Tabela 15: Comparação de pesos em pontos de inflexão dos critérios-fim de nível de serviço ..	132

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Matriz 2 x 2 das estratégias de especulação e postergação .....	25
Quadro 2 - Revisão da literatura sobre Postergação até 2007 .....	28
Quadro 3: Resumo dos critérios relevantes para a postergação de local.....	36
Quadro 4: Lista de características de produto e mercado que impactam no custo de inventário .	39
Quadro 5: Médias das notas dos direcionadores da postergação em empresas de alimentos ....	54
Quadro 6: Resumo dos critérios relevantes para a postergação de forma .....	55
Quadro 7: Configurações de cadeia de suprimentos para diferentes níveis de incertezas.....	61
Quadro 8: Impactos operacionais da postergação de forma .....	66
Quadro 9: Resumo dos critérios relevantes para a postergação de tempo.....	72
Quadro 10: Relações de abordagens e preferência .....	80
Quadro 11: Relação de critérios de decisão, constructos e escalas de medida .....	103
Quadro 12: Separação dos critérios para ponderação.....	122
Quadro 13: Resumo dos impactos dos critérios sobre decisão de centralização de estoques ....	135

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Fórmula EOQ .....	50
Equação 2: Alpha de Cronbach.....	95



## ÍNDICE REMISSIVO

1	Introdução.....	13
	1.1 Introdução geral.....	13
	1.2 Definição do problema .....	16
	1.3 Justificativa.....	18
	1.4 Objetivos Gerais e Específicos .....	19
	1.5 Contribuições.....	19
	1.6 Organização da Dissertação.....	20
	1.7 Escopo e delimitação .....	22
2	Revisão da Literatura.....	24
	2.1 Estratégia de postergação e a sua influência na centralização.....	24
	2.2 Postergação de local .....	34
	2.2.1 Custo total de inventário do sistema .....	36
	2.2.2 Tempo para atendimento do pedido .....	40
	2.2.3 Transbordo .....	41
	2.2.4 Nível de serviço.....	45
	2.2.5 Custo de frete .....	47
	2.2.6 Escopo para a tomada de decisão.....	49
	2.3 Postergação de forma.....	52
	2.3.1 Valor do Produto .....	55
	2.3.2 Incerteza da demanda .....	58
	2.3.3 Variedade e tecnologia dos produtos .....	62
	2.3.4 Tecnologia do processo de fabricação do produto .....	65
	2.3.5 Gestão da Informação de demanda .....	67
	2.4 Postergação de tempo .....	71
	2.4.1 Flexibilidade.....	72
	2.4.2 Visibilidade para atendimento do pedido.....	75

		12
3	Apoio à tomada de decisão multicritério .....	78
	3.1 Introdução .....	78
	3.2 Abordagem multicritério baseada em valor ou utilidade.....	82
	3.3 Processo de Hierarquia Analítica .....	85
4	Metodologia.....	91
	4.1 Procedimentos da pesquisa .....	91
	4.2 Caracterização da população e amostra .....	98
	4.3 Estruturação do problema .....	102
	4.4 AHP: avaliação dos critérios fim e meio e tomada de decisão.....	105
5	Apresentação dos dados.....	110
	5.1 Perfil da amostra .....	110
	5.2 Critérios de serviço .....	118
	5.3 Apresentação da Arvore de Decisão.....	121
	5.3.1 Apresentação dos critérios validados pela pesquisa de campo .	121
	5.3.2 Apresentação dos pesos dos critérios .....	122
	5.4 Apresentação da decisão sobre centralização de estoques .....	126
	5.5 Análise de Sensibilidade.....	130
6	Discussão dos resultados .....	134
7	Conclusão .....	143
	7.1 Considerações finais e contribuições da pesquisa .....	143
	7.2 Limitações e sugestões de trabalhos futuros.....	144
	7.3 Implicações gerenciais.....	145
8	Referências .....	148
9	Apêndices .....	166

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Introdução geral

O mercado automobilístico teve origem nos moldes de uma indústria oligopolista. Como não existia mobilidade de produtos entre os mercados, os consumidores eram obrigados a consumir os produtos fabricados em seu país. Poucos fabricantes, ou às vezes um, exploravam os mercados locais e ditavam os preços de venda de seus produtos. As empresas reforçavam essa estratégia de comercialização com uma estrutura totalmente verticalizada. A Ford Motors era conhecida por estar presente em toda a cadeia de produção do veículo, desde a extração da matéria-prima até a comercialização do produto (LUEDEMANN, 2003).

O ganho de volume na produção de veículos, o enriquecimento da população e das empresas, a falta de mão de obra a custos competitivos, entre outros, gerou a necessidade de as montadoras expandirem as suas fronteiras a outros países e continentes. A primeira a adotar essa iniciativa foi a Ford, ao chegar à Europa, seguida da General Motors. Nessa época inicia uma troca de conhecimento entre as empresas, com a difusão do sistema de produção em massa, até então presente apenas nos EUA. Empresas europeias, conhecidas por sua produção artesanal de veículos, começam a adotar a produção em massa, aumentando seus volumes (LUEDEMANN, 2003).

Ocorrem dois pontos de inflexão importantes nas décadas de 70, 80 e 90. O primeiro, com a chegada da produção em massa ao oriente, deu origem ao desenvolvimento do sistema Toyota de Produção. O segundo ponto de inflexão ocorre com a liberação dos fluxos de capital entre as nações com a digitalização dos mercados e a globalização. Três forças começam a agir: crescimento exponencial da oferta de veículos com a adoção do sistema de produção em massa por todas as empresas; fim das fronteiras de comercialização; e competição baseada em preço. Com isso o mercado passa a ser caracterizado como sendo de concorrência monopolística, onde existem muitos produtos, mas cada um é único em si (WOMACK et al., 1990).

Como uma maneira de ganhar competitividade e vencer a guerra de preços para ganhar novos mercados, as empresas começam a voltar-se apenas para as atividades relacionadas à montagem final do veículo (ZANONI et al., 2013). Com

isso, inicia-se uma onda de terceirização, na indústria, de todos os serviços e produção de componentes do veículo. A terceirização foi utilizada pela General Motors, líder de mercado por mais de 70 (CHOWDHURY, 2014). Dessa maneira, as empresas não detinham mais toda a tecnologia de produção dos veículos, sendo responsáveis apenas pela sua montagem. Mesmo a engenharia dos grandes conjuntos como direção, suspensão e freios passou a ser feita pelos fornecedores, muito deles tornando-se parceiros e fabricantes de seus componentes dentro das unidades das montadoras a fim de evitar altos custos logísticos.

Como resultado da terceirização, as diversas montadoras passaram a usar sistemas de mesmos fornecedores e que, portanto, não ofereciam mais diferenças técnicas que pudessem ser percebidas pelo cliente comum no uso do dia a dia de grandes cidades com grandes congestionamentos. A decisão de compra por parte do consumidor passa então a considerar valores não físicos como *design*, qualidade, serviço e preço, muito mais do que diferenças técnicas entre os produtos.

Sendo o serviço de pós-venda um importante gerador de diferenciação, passa a ser importante evitar atrasos nos reparos dos veículos por falta de peças. A logística de pós-venda, como expressão de uma mistura única entre ativos e cultura organizacional, representa uma fonte importante de diferenciação entre os produtos de cada empresa, sendo fonte importante de vantagem competitiva sob a ótica de custos (CACHON; OLIVARES, 2010). Como a montadora é a única fornecedora de peças para sua rede de concessionárias, a logística de distribuição de peças busca melhorar a diferenciação dos serviços prestados aos consumidores por meio da satisfação com os serviços de pós-venda. Como consequência, a satisfação desses serviços leva a criação de um desejo de permanecer fiel a uma mesma marca.

A logística de distribuição possui duas diferentes estratégias: postergação e especulação (PAGH; COOPER, 1998). Basicamente essas duas estratégias dizem respeito ao conceito de atrasar ou adiantar as atividades de uma cadeia de suprimento em relação ao pedido do cliente, e elas são centrais para toda a discussão de nível de serviço gerado pela logística de distribuição. Isso porque elas têm o potencial de criar configurações de cadeias de suprimento que gerem vantagem competitiva não reproduzível pelos demais competidores, o que se traduz em níveis superiores de serviço e receitas maiores. Podem-se encontrar casos de sucesso que geraram vantagens competitivas para Benetton, HP e outras na literatura (BOONE;

CRAIGHEAD e HANNA, 2007). Na cadeia automobilística, onde a diferenciação das marcas é importante, soluções logísticas que resolvam problemas decorrentes da alta incerteza de demanda, altos custos de frete e inventário e alta expectativa de nível de serviço podem gerar uma grande retenção de clientes na marca, aumentando as receitas no longo prazo.

A centralização ou descentralização do estoque de peças de reposição das montadoras é uma aplicação da estratégia de postergação logística. Esta decisão é capaz de melhorar, ou não, o nível de serviço para o cliente, reduzindo custos de frete e de inventários, menor tempo de atendimento do pedido do cliente, maior variedade de produtos, entre outros critérios.

Pode-se aplicar a postergação logística a três dimensões: local, forma e tempo (VAN HOEK, 2001). A postergação de local e de tempo tem relação direta com a centralização de estoques (WANKE, 2005). A postergação de local prevê o estoque em uma localidade central e a postergação de tempo prevê que o material será movimentado apenas quando houver o pedido do cliente (PAGH e COOPER; 1998; SU, CHANG, FERGUSON; 2005). Já a postergação de forma tem uma relação mais próximas com as atividades de manufatura e desenho de produto (BAKER; 2007).

Cada tipo diferente de postergação tem um efeito diferente sobre o resultado da cadeia logística dependendo do tipo de configuração, dos resultados esperados e dos critérios considerados (VAN HOEK, 2001). Cadeias onde se aplica a postergação de local tendem a trabalhar com inventários mais baixos, disponibilidade maior, tempos de atendimento mais longos e nível de serviço mais baixos dado o efeito de agregação da demanda. Cadeias onde se aplica a postergação de tempo tendem a ser mais flexíveis e ágeis dado que a cadeia apenas se movimenta quando existe o pedido do cliente. Cadeias onde se aplica a postergação de forma costumam ter um custo de inventário e um alto tempo de atendimento, mas tem a contrapartida de oferecerem alto nível de serviço dado que um produto customizado da maneira como o cliente espera lhe é oferecido.

Dentro desse contexto, produtos com alta incerteza de demanda e alta expectativa de disponibilidade de estoque tendem a necessitar de cadeias de distribuição postergadas, tendo uma construção centralizada (DE LEEUW; VAN GOOR; VAN AMSTEL, 1999). Como expoente desse tipo de produto, as peças de

automóvel são produtos de alto volume cúbico, alto valor agregado, sujeitos a períodos promocionais para fechamentos dos objetivos de vendas das montadoras. Seria esperado que esses fatores gerassem uma decisão pela centralização de estoque.

Portanto, para definir uma estratégia de alocação de estoques de autopeças é preciso investigar todos os critérios relevantes para essa decisão que são inerentes à postergação de tempo, local e de forma. Critérios como valor do produto, “*lead time*”, práticas comerciais, tipo de demanda, flexibilidade entre outros que são listados na literatura, devem fazer parte dessa decisão porque afetam diretamente a qualidade do nível de serviço da montadora aos seus clientes concessionárias. Além disso, a diversidade de critérios requer uma metodologia multicritério de apoio à decisão aplicável à problemática de centralização de estoques. Esta dissertação objetiva investigar quais são esses critérios e qual o impacto na decisão de alocação de estoques.

## **1.2 Definição do problema**

A centralização ou não dos estoques é uma decisão de médio-prazo, já que se necessita de pelo menos dois anos para planejamento e construção de um novo Centro de Distribuição (CD). A ocupação das novas instalações pode demorar entre 6 meses e 1 ano, dependendo das condições locais para contratação de mão-de-obra e máquinas. A decisão sobre qual o melhor modelo para alocação dos estoques é, portanto, uma decisão estratégica, geralmente cercada de uma grande quantidade de dados de demanda, custos e receitas. Isso se justifica, pois, a decisão mobiliza grandes quantias de dinheiro e normalmente somente pode ser tomada pela liderança sênior da empresa.

A decisão também envolve incertezas que podem vir tanto a jusante como a montante da cadeia de suprimentos. A montante, tem-se incertezas causadas pela baixa adesão de fornecedores ao cronograma de entrega de material, variações no tempo de entrega causadas pelos gargalos dos sistemas de alfândega nacionais e internacionais, entre outras. A jusante, tem-se as incertezas inerentes à demanda como sazonalidade e variações de vendas em função de promoções de outras práticas comerciais de montadoras e concessionárias. Sendo o carro um bem caro, e usado para deslocamento das pessoas, a disponibilidade de peças é um fator importante para o cliente e determinante na manutenção da fidelidade do cliente à marca. Em um

ambiente com vários fabricantes, um bom serviço à concessionária pode tornar-se um fator competitivo importante, uma vez que é esperada a propagação deste serviço ao cliente final.

Ao analisar a configuração das cadeias de distribuição de autopeças das diversas montadoras presentes no mercado brasileiro, notam-se as mais diversas formas de atender aos clientes. Por exemplo, algumas empresas de nicho, como Honda e Renault, possuem estrutura descentralizada, possuindo mais de um CD, e outras, como Toyota e Citroën, centralizada, ambas com apenas um CD cada uma. Algumas empresas de alto volume, como Chevrolet e Volkswagen possuem estrutura centralizada. Já outras, como Ford e Fiat, possuem estrutura descentralizada. É também relevante o fato de que o volume de vendas de veículos e peças de reposição tendem a centralizar-se em torno das regiões sul e sudeste, dada a distribuição do PIB no Brasil o que enfraquece o argumento de se usar uma estrutura descentralizada, dividindo o estoque por todo o território nacional.

Uma análise estática do *modus operandi* das montadoras não indica critérios claros para a escolha de uma configuração de estoques ou de outra. Isso pode sugerir diferentes tipos de análises e ponderações feitas por cada empresa. Por exemplo, uma montadora que se organiza de maneira descentralizada pode estar priorizando mais o maior nível de serviço e um menor custo de frete que essa configuração propicia, em detrimento de um maior custo de inventário e de estrutura. Por outro lado, uma montadora que se organiza de maneira centralizada e mais distante de seus concessionários deve buscar a minimização das incertezas da demanda e assim a redução do custo de inventário. Não se percebe uma direção mais comum nas montadoras de mesma categoria o que não deixa claro qual priorização é feita pelas montadoras para os critérios relevantes para essa decisão. É notório ainda o fato de que decisões desse tipo dificilmente são tomadas pelas empresas considerando a opinião de sua rede de concessionárias.

Em qualquer processo decisório, primeiramente deve-se estruturar o problema. Essa etapa visa estimular um entendimento mais amplo da situação como um todo (FRENCH, MAULE e PAPAMICHAIL; 2009). Essa etapa é importante para que se tenha conhecimento sobre o problema que deverá ser resolvido.

O problema que se apresenta nessa pesquisa trata da necessidade de se investigar um conjunto único de critérios aplicáveis à decisão de centralização de

estoques de autopeças. A simples clarificação do processo decisório através da listagem e ponderação dos critérios relevantes para a decisão já permite uma discussão objetiva sobre o tema.

Portanto, essa dissertação propõe a investigação da seguinte questão de pesquisa: *Qual a melhor decisão para alocação de estoques em uma cadeia de distribuição de autopeças sob a ótica da rede de concessionárias brasileiras?* Com essa pergunta busca-se entender qual a melhor decisão para a distribuição de peças de reposição no longo-prazo.

O objeto de estudo do presente trabalho enquadra-se melhor como uma oportunidade de negócios para ganho de competitividade do que como um problema a se resolver; portanto se refere à melhoria da distribuição nacional de autopeças entre montadora e concessionária. Dessa maneira, a montadora caracteriza-se como uma empresa produtora ou um grande atacadista. A concessionária caracteriza-se como um varejo, responsável por fazer a linha de frente perante o consumidor das peças originais.

### **1.3 Justificativa**

Em sua pesquisa, De Leeuw, Van Goor e Van Amstel (1999) apresentam a aplicação de técnicas de controle de distribuição em três estudos de caso. Nessa pesquisa, os autores apresentam alguns dos critérios de decisão para a aplicação das técnicas mencionadas, mas limitam-se aos critérios apontados nos estudos de caso.

Pagh e Cooper (1998) focam sua pesquisa na classificação dos tipos de postergação, dando exemplos de estudos de caso, mas limitam-se a listar e definir alguns critérios determinantes da decisão. Já Blackburn (2012) quantifica o valor do tempo na cadeia de suprimentos através de um estudo quantitativo, mas limita-se à postergação de tempo de seus impactos no inventário. De Leeuw, Holweg e Williams (2011) listam vários critérios pertinentes à postergação de local, mas limitam-se a avaliar o impacto da descentralização de estoque (especulação logística) apenas no custo de inventário, usando para o estoque de veículos novos nos EUA.

Essa pesquisa nasce, então, de uma limitação presente na literatura atual. Em geral, apesar da literatura apresentar os critérios que são relevantes para a decisão de postergar ou não uma cadeia de suprimentos, não foi verificada nenhuma



pesquisa que tivesse, como preocupação principal, procurar ponderar os diferentes níveis de importância de cada critério sugerindo uma decisão que partisse dessa ponderação. O método de apoio à decisão multicritério será usado para atender a esse objetivo.

Essa pesquisa justifica-se, ainda, pela aplicação dessa metodologia ao invés de uma análise de caso, como a usada por De Leeuw, Van Goor e Van Amstel (1999) e outros autores. Essa metodologia tem a vantagem de permitir uma análise conceitual do problema pela pesquisa, sem que ela perca de vista a sua aplicabilidade prática.

#### **1.4 Objetivos Gerais e Específicos**

O objetivo geral desta pesquisa é investigar o processo de decisão acerca da alocação de estoques de peças de reposição para o mercado de pós-vendas, ao analisar quais critérios são relevantes para essa decisão.

Os objetivos específicos são definidos a seguir:

i) investigar quais são os critérios mais importantes para a alocação de estoques de autopeças, tais como: características dos produtos distribuídos e dos mercados servidos; exigência do mercado e flexibilidade do fornecedor; tipo de demanda; incerteza da demanda e tamanho do lote; nível de serviço, custo de inventário, entre outros;

ii) sugerir uma decisão de alocação de estoques (estoque centralizado ou descentralizado) para uma cadeia automobilística de autopeças, considerando para isso a visão das concessionárias. Para isso, pretende-se apresentar uma estrutura para tomada de decisão sobre a alocação de estoques, levando em consideração os pesos dos critérios na visão dos gestores das concessionárias das marcas.

#### **1.5 Contribuições**

Como apresentado anteriormente, para a decisão de centralizar ou não os estoques na indústria automobilística, vários critérios devem ser considerados. No entanto, o grande número de variáveis e critérios gera uma grande complexidade aos problemas decisórios para que uma solução determinística seja obtida, transformando-os facilmente em um problema do tipo NP-Hard (CURRENT,

RATICK, REVELLE; 1997). Assim, a decisão sobre qual a melhor estratégia de alocação de estoques na indústria automobilística, incorpora critérios quantitativos, por exemplo a disponibilidade de peças, que devem se misturar aos qualitativos, como gestão da informação de demanda, para gerarem uma decisão.

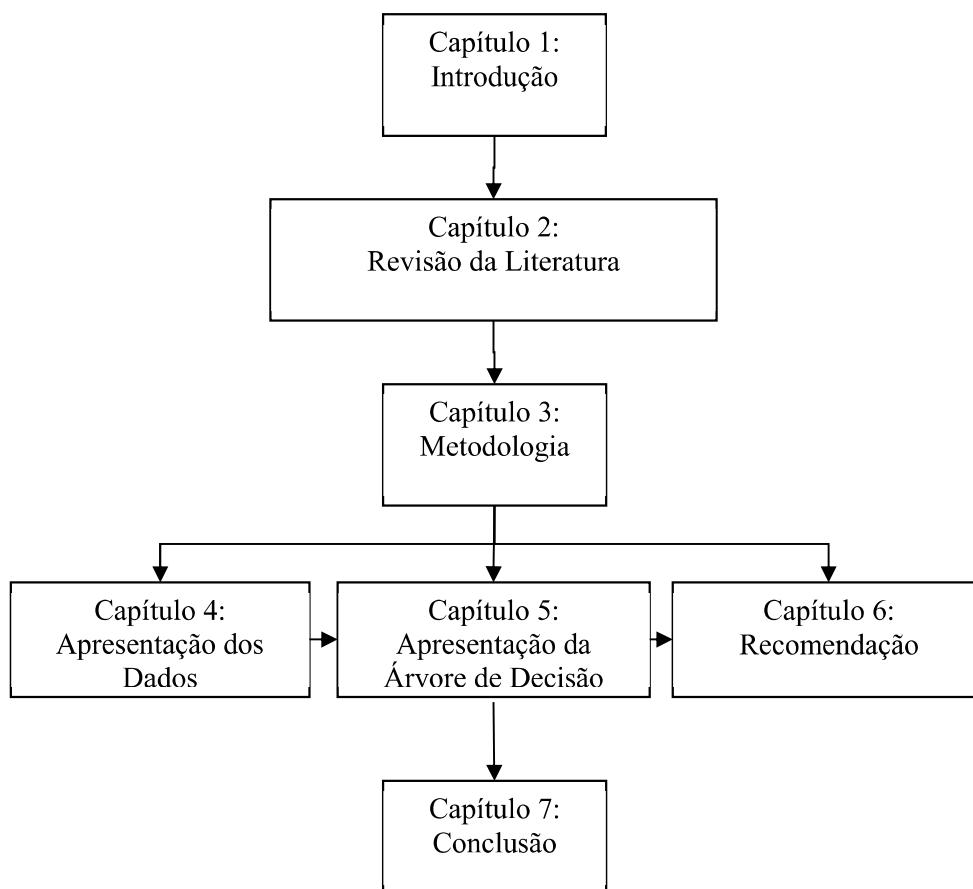
Esta pesquisa possui, primeiramente, contribuições gerenciais à medida que investiga com profundidade, sob a ótica da concessionária, quais critérios são importantes, e em que medida, para a decisão sobre postergação logística. A contribuição gerencial aprofunda-se à medida que os critérios são ponderados sob a ótica dos concessionários, gerando uma escala de importância relevante para várias decisões relativas a nível de serviço (KUMAR, SHANKAR e DEBNATH; 2015). Essa informação é importante para as empresas que buscam, em última análise, atender esse cliente. Ter a visão dos concessionários sobre os componentes do nível de serviço, como, por exemplo, assertividade de entrega, qualidade de entrega entre outros, é primordial.

Em adição, pouco vem sendo pesquisado sobre o uso de técnicas de apoio à decisão multicritério sobre o uso de postergação para cadeias de distribuição. Ao pesquisar, as palavras-chave postergação e multicritério na literatura sobre análise multicritério e postergação, obtiveram-se poucos resultados pertinentes ao objetivo da presente pesquisa (STEUNER, GARDINER, GRAY; 1994; BOONE, CRAIGHEAD e HANNA; 2007). A pesquisa contribuirá, portanto, para o aprofundamento da discussão sobre a utilização de técnicas de apoio multicritério à decisão sobre as estratégias de centralização ou descentralização da distribuição, de forma a aumentar a visibilidade do tema e ampliar a discussão.

## **1.6 Organização da Dissertação**

A Figura 1 mostra como a dissertação está organizada.

Figura 1: Organização da Dissertação



Fonte: Dados da Pesquisa

O capítulo 1 fez uma introdução à problemática da competitividade na indústria automobilística, destacando como a logística de autopeças, dentro da cadeia de suprimentos dos veículos, pode ser um diferencial importante para cada marca de automóveis. Esse capítulo destacou ainda o problema de alocação de estoques, a justificativa, os objetivos e as contribuições da dissertação. Esse capítulo encerra-se com a apresentação do escopo e da delimitação da pesquisa.

O capítulo 2 faz uma apresentação teórica por meio de uma revisão da literatura sobre o tema postergação/especulação. Esse capítulo teve como objetivo apresentar os diferentes tipos de postergação, classificá-las e apresentar quais os critérios importantes para cada tipo. Esse capítulo é base para toda a pesquisa, pois o instrumento de coleta de dados e a árvore de decisão foram desenvolvidos a partir dos critérios apresentados na revisão da literatura. Em adição, o capítulo 2 apresenta

a estruturação para o desenvolvimento de uma árvore de decisão. O capítulo 3 traz uma revisão das diferentes escolas sobre teoria de apoio à decisão multicritério.

O capítulo 4 tem o objetivo de apresentar a metodologia usada na pesquisa e as etapas do auxílio multicritério à decisão. Ele inicia com a caracterização da população, passando à estruturação do problema de decisão e a apresentação do método que será usado para avaliação da decisão. Para tanto, utiliza o capítulo 3 para definir qual método decisório será utilizado assim como apresenta uma árvore de decisão inicial, apoiada nos critérios levantados na literatura.

O capítulo 5 mostra os resultados dos dados coletados e que visam averiguar quais critérios são relevantes para a tomada de decisão de postergação em uma cadeia de distribuição de autopeças, segundo a visão das concessionárias. Esse capítulo ainda apresenta os pesos dos critérios elencados no levantamento de dados, tornando possível a validação da árvore de decisão levantada a partir da literatura.

O capítulo 6 apresenta a árvore de decisão final e faz uma discussão sobre os dados levantados e sugere uma decisão final sobre a postergação na cadeia de autopeças.

O capítulo 7 conclui a discussão apresentando oportunidades para novas pesquisas, as limitações da pesquisa, as contribuições para a teoria e as implicações gerenciais.

## **1.7 Escopo e delimitação**

Essa pesquisa será desenvolvida com foco na decisão sobre centralização ou descentralização em uma cadeia de distribuição de autopeças, sob o ponto de vista da rede de concessionárias no Brasil. O mercado brasileiro possui um ambiente multimarcas, o que faz com que as montadoras busquem por vantagens competitivas. A análise estará limitada a apenas o negócio de autopeças.

Os consumidores finais não serão considerados como parte integrante desse processo decisório, assim como governos, empregados das empresas e acionistas. A exclusão dos consumidores justifica-se porque qualquer efeito da decisão de centralização de estoques pode ou não ser repassado para o cliente, pela concessionária, como valor adicional na transação comercial final. Por exemplo, um resultado possível advindo da decisão de descentralizar os estoques da montadora pode ser um incremento do nível de serviço do inventário do concessionário. O

concessionário pode repassar esse aumento para o cliente através de um aumento da disponibilidade de estoque inicial, ou pode simplesmente manter o mesmo nível de serviço anterior reduzindo seu inventário total e, portanto, seu custo total.

A exclusão de governos e empregados das empresas justifica-se uma vez que a decisão de centralizar ou não os estoques é uma decisão apenas das empresas. Portanto, não afeta diretamente nem governos e nem empregados.

É preciso considerar também que a decisão apenas afeta o acionista em um nível agregado, no resultado final da empresa. A empresa pode optar por repassar qualquer benefício advindo da decisão de centralização para o acionista, em última análise gerando mais receita, ou pode incorporar esse benefício ao resultado da empresa. Portanto, seguindo o raciocínio mostrado em Pérez, Jimeno e Mokotoff (2006), como a necessidade do acionista de obter resultado é independente e não contribui para a decisão de centralização de estoques, sendo apenas afetada por ela, os acionistas não serão considerados como atores relevantes nessa decisão.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Estratégia de postergação e a sua influência na centralização

A atividade de distribuição pode envolver um ou dois níveis dentro de uma cadeia de suprimentos. Simplificadamente, na primeira alternativa, tem-se uma operação com um armazém central que serve a malha de distribuição. Na segunda alternativa, opera-se com um armazém que serve o cliente e por isso está mais perto do mercado comprador. Um segundo armazém serve de estoque dos produtos vindos das manufaturas, e por isso está mais perto do mercado de fornecedores. A Figura 2 mostra esquematicamente os dois cenários:

Figura 2a: Visão esquemática da distribuição em 1 nível

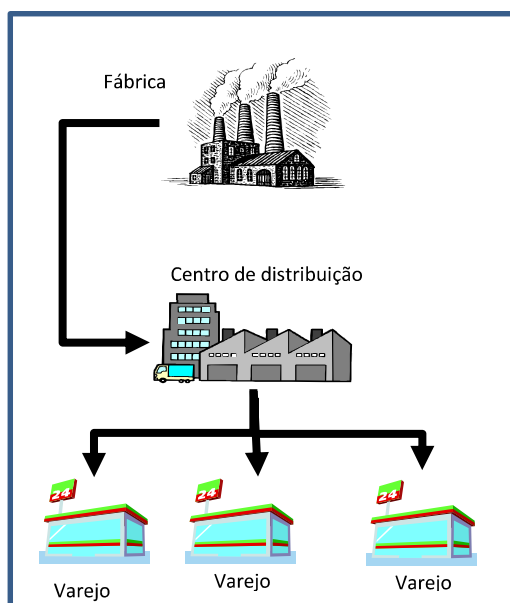
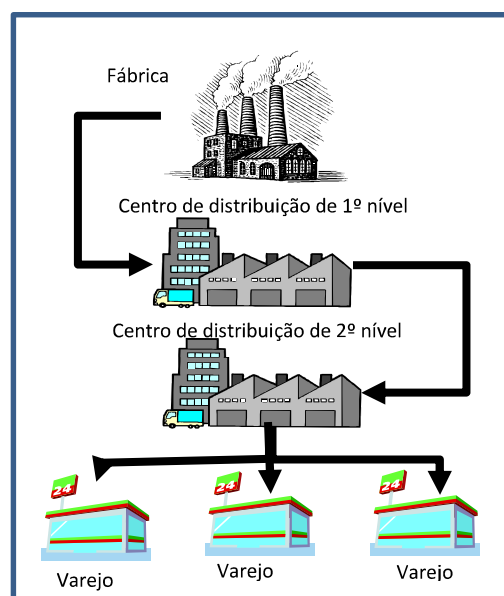


Figura 2b: Visão esquemática da distribuição em 2 níveis



Fonte: Dados de pesquisa

Resumidamente, tem-se um ganho de escala nas operações do armazém quando se opera com a primeira alternativa (Figura 2a). Essa alternativa tem um custo mais alto e uma maior complexidade de transporte. Quando se opera com a segunda alternativa (Figura 2b), a complexidade e o custo de transporte se reduzem. Entretanto o custo de armazenagem aumenta devido à perda de escala e sinergia das operações (SLACK, LEWIS; 2008). Como a quantidade de itens gerenciados pelas montadoras em seus Pós-Vendas é muito grande, a complexidade de se gerenciar o inventário em múltiplos centros de distribuição é grande, os custos de inventário e de estrutura são elevados. É necessário, todavia, investigar quais

fatores devem ser examinados para que se possa escolher entre esses dois modelos operacionais de distribuição.

A alocação de estoques pode ser vista como a combinação de dois fatores, postergação e especulação, em dois níveis da cadeia de suprimento, na manufatura e na distribuição, como se vê no Quadro 1:

Quadro 1 – Matriz 2 x 2 das estratégias de especulação e postergação

		Logística	
		Especulação	Postergação
Manufatura	Especulação	Especulação máxima	Postergação logística
	Postergação	Postergação de manufatura	Postergação máxima

Fonte: PAGH; COOPER (1998)

A especulação máxima é a configuração da cadeia de suprimentos mais amplamente utilizada pelas empresas. Nessa configuração, todas as funções da cadeia, de manufatura ou de logística, são executadas antes do pedido do cliente. Na postergação da manufatura, os produtos ficam estocados inacabados próximos ao cliente e somente são finalizados quando o pedido ocorre. Na postergação logística, os estoques de produtos acabados ficam estocados próximos à manufatura de maneira central, aguardando o pedido para serem enviados ao cliente ou ao ponto de uso. Por último, na postergação máxima, o produto somente é fabricado e distribuído quando o pedido do cliente ocorre (PAGH; COOPER, 1998).

No mercado de peças de reposição das montadoras, encontra-se algumas montadoras que operam segundo o modelo de especulação máxima com um CD central próximo aos fornecedores e um, ou mais de um, mais próximos das concessionárias, seguindo o modelo da figura 2b. Outras, no entanto, operam segundo o modelo da postergação logística, possuindo apenas um CD de distribuição para cobertura nacional, aderindo mais ao modelo proposto pela figura 2a.

É importante lembrar que a logística tem um papel importante para a cadeia automobilística, particularmente para as montadoras que têm que atender a suas redes de concessionárias. Por isso, a classificação qualitativa das abordagens apresentadas no Quadro 1 pode ser insuficiente. Considerando que uma vantagem sustentável de longo do tempo vem através da disponibilização de um alto nível de serviço ao cliente, as empresas podem organizar as unidades de manufatura e de

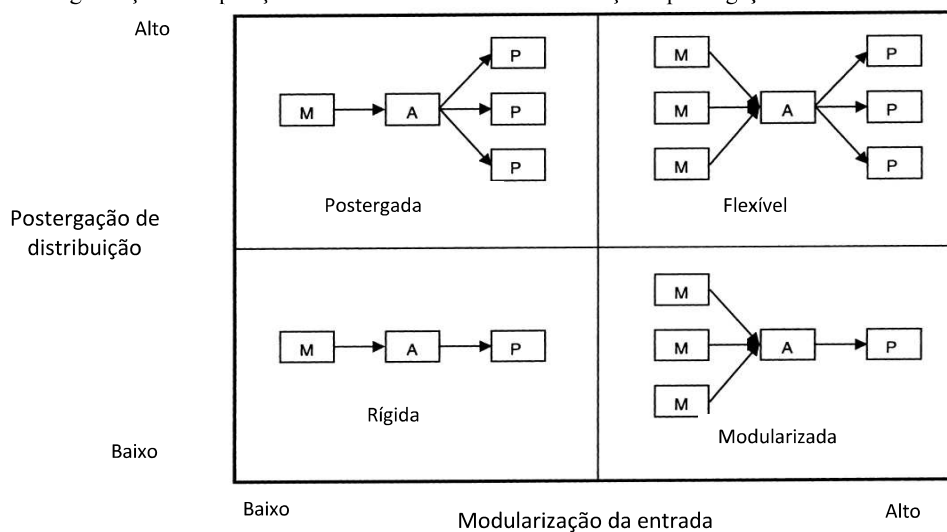
distribuição em uma formação híbrida que conte com todas as opções mostradas acima, e não apenas uma em detrimento a outra (SANDBERG, 2013). Algumas montadoras têm mais de um CD, mas ambos estão atrelados às fabricadas, não configurando exatamente uma distribuição em dois níveis como o proposto pela figura 2b, reforçando assim o argumento de Sandberg (2013).

Dependendo do nível de serviço que a montadora ofereça a sua rede de concessionárias, assim como o custo de inventário que ela admite ter, a montadora pode optar pela centralização ou não de seus estoques. Em algumas situações, a decisão de reduzir custos de frete ou de inventário, por exemplo, pode ser feita em bases totalmente quantitativas e determinísticas através de programação linear, com modelos que consideram inclusive incertezas advindas de decisões de gestores (VALIDI; BHATTACHARYA; BYRNE, 2014). Entretanto, quando o nível de incerteza dos modelos matemáticos de decisão aumenta muito, os modelos determinísticos não são suportados mais pelos recursos computacionais. Nesse caso, uma abordagem mista, qualitativa e quantitativa, pode ser usada. A análise multicritério de apoio à decisão é um exemplo de estratégia mista que no caso da indústria automobilística, por apresentar uma elevada variedade de critérios (qualitativos e quantitativos) para a tomada de decisão, é uma interessante alternativa.

A literatura apresenta o conceito de postergação atrelado ao de modularização e customização. A postergação é definida como sendo um sistema onde a aplicação de processos comuns aos produtos é maximizada. Modularização, nesse contexto, é definido como sendo a fabricação do produto final através da montagem de módulos. Customização é entendida como a possibilidade de considerar necessidades individuais dos clientes na fabricação do produto. Nessa análise faz-se uma divisão entre o fluxo de entrada de materiais no processo produtivo e a saída de produtos acabados em direção ao cliente. A modularização é aplicada ao primeiro fluxo e a customização ao segundo (ERNEST; KAMRAD, 2000). A conjunção desses conceitos possibilita a categorização presente na Figura 3.



Figura 3 – Categorização das operações usando os níveis de modularização e postergação



Nota: “M” – Manufatura; “A” – montagem; “P” - embalagem  
 Fonte: Ernest e Kamrad, 2000

A definição para o uso de cada estratégia se dá pela análise do nível de serviço pretendido, pela variabilidade da demanda encontrada e pelo nível de segurança empregado. Para níveis máximos de segurança, verifica-se que a estrutura rígida é mais eficiente em termos de custos. À medida que o nível de serviço e a variabilidade de demanda aumentam, a estrutura flexível começa a ser mais viável do ponto de vista de redução do custo logístico. Caso a variabilidade de demanda continue subindo, mas o nível de serviço caia, a estrutura rígida volta a ser mais viável. Caso ambos os efeitos continuem atuando, a estrutura flexível passar a ser mais eficiente em termos de custos (ERNEST; KAMRAD, 2000). Pode-se concluir que todos esses critérios (nível de serviço, variabilidade de demanda e nível de segurança) agem em conjunto ou de maneira separada para apoiar uma ou outra alternativa.

Alguns autores criaram outras notações para os diferentes níveis de postergação e especulação. A primeira delas é a “*build-to-order*”. Essa notação é, às vezes, chamada de “*make-to-order*” e é usada para designar a postergação de manufatura e de logística. Nesse sistema, as empresas apenas acionam sua cadeia produtiva mediante um pedido firme do cliente e, portanto, não existe necessidade de estoque. A estratégia “*built-to-stock*” é o oposto da primeira. Essa notação é usada para designar a especulação máxima para a manufatura e logística. Todo o processo

produtivo, nesse método de produção, acontece antes do pedido do cliente. Seu planejamento é todo feito através de uma previsão de vendas (LIN, WU; 2013).

A estratégia de *make-to-order* pode parecer muito interessante em função de a empresa trabalhar quase sem inventário algum. Em contrapartida, o cliente precisa estar disposto a esperar pelo *lead-time* total para ter seu produto entregue (SU, CHANG, FERGUSON; 2005), o que pode gerar um risco de que o cliente encontre um outro produto ou uma fonte de suprimento substituta. As estratégias de postergação e especulação comportam-se diferentemente em situação de ruptura na cadeia de suprimentos. O sistema de postergação de manufatura e logística comportam-se de uma maneira mais eficiente sob situações de alta incerteza de demanda (LIN, WANG; 2011).

A terceira notação é a “*assembly-to-order*”. Essa notação é usada para designar a especulação de manufatura e a postergação logística. Módulos comuns a todos os produtos são produzidos quando se aplica esse método. Os módulos são montados para fabricar o produto exato apenas quando o pedido do cliente acontece.

A tipologia exposta mostra uma ligação forte do conceito de postergação ao processo produtivo de manufatura. Isso porque o conceito de postergação, apesar de ter evoluído desde sua primeira apresentação em 1965 por Bucklin, teve sua concepção inicial ligada ao processo de manufatura.

Quadro 2 - Revisão da literatura sobre Postergação até 2007

<b>Publicação</b>	<b>Descrição de estudos sobre postergação</b>
<i>Alderson (1950)</i>	Descreve, pela primeira vez, postergação de tempo e forma
<i>Buckim (1965)</i>	Artigo teórico estabelecendo o conceito, focado no papel da postergação em posicionar o inventário dentro do canal de marketing
<i>Shapiro (1984)</i>	Contribuição teórica da perspectiva logística em relação ao posicionamento do inventário ao longo da cadeia de suprimentos
<i>Zinn e Bowersox (1988)</i>	Estudo de modelagem para acessar a relevância de aplicações específicas de postergação na distribuição e manufatura, no contexto de várias circunstâncias operacionais
<i>Zinn e Levy (1988)</i>	Trabalho teórico construído sobre Buckim (1965) incluindo teorias de marketing e economia como custos de transação e o papel do poder no posicionamento de inventários
<i>Zinn (1990)</i>	Estudo de modelagem expandindo os conceitos de Zinn e Bowersox (1988)
<i>Christopher (1992, 1998)</i>	Seção especial dentro de um livro mostrando que a postergação é um conceito-chave para a configuração da cadeia de suprimentos no futuro

<i>Bowersox et al (1992)</i>	Estudo do tipo <i>survey</i> para verificar as características e a relação de organizações e gerenciamento com a postergação
<i>Cooper (1993)</i>	Trabalho teórico dando exemplos de aplicações específicas de postergação na configuração de cadeias de suprimentos usando características operacionais
<i>Lee et al (1993)</i>	Modelagem usando a Hewlett Packard mostrando os benefícios de um tipo específico de postergação na manufatura comparando com uma situação sem postergação
<i>Bowersox (1995)</i>	Continuação da pesquisa de Bowersox (1992) sugerindo que a postergação estava crescendo nos últimos 5 anos
<i>Dröge et al (1995)</i>	Pesquisa rigorosa mostrando a aplicação de postergação na manufatura para diferentes características organizacionais, como centralização e descentralização
<i>Morehouse e Bowersox (1995)</i>	Estudo sobre o futuro da cadeia de suprimentos, incluindo a postergação como uma das áreas críticas para desenvolvimento futuro
<i>Bowersox e Closs (1996)</i>	Separa a postergação em dois: postergação de manufatura e logística. O primeiro tipo estabelece o conceito de customização e o segundo tipo estabelece o conceito de centralização de estoque
<i>Van Hoek (1997)</i>	Estudo de caso sobre postergação em uma empresa vinícola, comparando a aplicação com várias alternativas com e sem postergação
<i>Feitzinger e Lee (1997)</i>	Estudo de caso sobre a Hewlett Packard mostrando aplicações gerenciais da postergação e sua implementação
<i>Charg e Tang (1997)</i>	Modelagem mostrando a aplicação de postergação a montante e a jusante na cadeia de suprimentos para dois tipos de produto e ambientes operacionais
<i>Van Hoek et al (1998)</i>	Quatro estudos de caso de circunstâncias operacionais que impactam a validação da aplicação da postergação investigando os critérios de implementação e o processo
<i>Van Hoek (1998a)</i>	Oito estudos de caso sobre implantação de postergação e seu impacto na estrutura da cadeia de suprimentos
<i>Pagh e Cooper (1998)</i>	Visão geral e teórica do conceito de postergação baseado no trabalho de Zinn e Bowersox.
<i>Van Hoek (1998b)</i>	Um estudo de caso e uma <i>survey</i> cobrindo aplicações ao longo da cadeia de suprimentos e desenhando conclusões sobre o impacto de condições operacionais e de mercado
<i>Van Hoek (1999)</i>	Estabelece claramente três tipos de postergação: forma, tempo e lugar.
<i>Waller et al. (2000)</i>	Reagrupa os tipos de postergação conforme sua aplicação na cadeia de suprimentos. O primeiro tipo é a postergação <i>upstream</i> , quando a postergação é feita em relação à compra de matéria-prima. A postergação <i>downstream</i> é feita em relação à manufatura do produto e a postergação de distribuição refere-se à centralização ou não dos estoques
<i>Yang et al. (2004)</i>	Separa a postergação em relação as funções da cadeia de suprimentos. São elencadas a postergação de projeto do produto, postergação de compras, postergação de produção e postergação logística
<i>Garcia-Dastugue e Lambert (2007)</i>	Generaliza as definições de cadeia de suprimento anteriores, enumerando a postergação pela mudança da sequência de atividades e a postergação baseada no tempo que engloba a postergação logística ou de distribuição

Fonte: VAN HOEK (2001); FERREIRA e ALCÁNTARA (2012)

Ao observar o Quadro 2, percebe-se que a literatura sobre postergação até a primeira metade da década de 80 considerava apenas a postergação logística dentro das operações. As postergações de manufatura passaram a ser consideradas a partir de 1988.

Esse conceito se expande, a partir de 2000, para considerar a postergação na cadeia de suprimentos, sem, no entanto, abandonar os conceitos originalmente definidos em Alderson (1950) (FERREIRA e ALCÂNTARA; 2012). Atualmente, a pesquisa sobre postergação está ligada às economias de escopo. As economias de escopo, ao contrário das economias de escala que dependem apenas de volumes incrementais, enfocam a otimização do sistema de distribuição, criando pontos de desacoplamento dos fluxos consolidados para os fluxos customizados às necessidades do cliente (MASON, LALWANI; 2008). A customização em massa da distribuição tem foco na otimização dos custos de distribuição, na mesma medida em que atinge economias de escopo criando serviços diferenciados além das reduções de custo. As reduções de escopo se dão pela melhoria da qualidade, flexibilidade e da utilização de alta tecnologia.

Van Hoek (2001) promoveu uma extensa revisão bibliográfica buscando detalhar a estratégia de postergação. Segundo ele, devido a sua complexidade, a postergação pode ser dividida em vários elementos de estudo. O primeiro deles é a *customização*. Esse elemento relaciona a postergação como um método que visa gerenciar a necessidade de uma maior variedade de produtos. Dessa maneira, a postergação cria um ponto de desconexão entre a demanda vinda do cliente e as estratégias de manufatura. A produção em massa oferece ganhos de eficiência até o ponto de desconexão. Na mesma medida, a partir dele, o produto seria diferenciado para atender à necessidade do cliente, aliando diversidade com confiabilidade e rapidez. Alguns autores chamam essa estratégia de customização em massa.

O segundo elemento encontrado por Van Hoek (2001) é a *característica operacional do negócio*. Alguns produtos podem ser mais ou menos sujeitos à postergação durante a sua fabricação devido as suas propriedades construtivas. Ele classifica três propriedades operacionais que facilitam ou dificultam a postergação: marca, formulação e periféricos. Por exemplo, um produto pode ter

uma marca única para vários mercados e só diferir em sua embalagem. Isso facilita a postergação da colocação do produto em sua embalagem.

O terceiro elemento é a *configuração espacial necessária ao negócio*. Esse elemento diz respeito à questão logística e de movimentação de materiais ao longo da cadeia. O tipo de produto, seu tamanho e a configuração geográfica da empresa em relação ao mercado podem tanto reduzir o impacto de se implantar a postergação como estimular a estratégia especulativa.

O último elemento pesquisado por Van Hoek (2001) é o *gerenciamento da mudança*. Esse elemento trata do processo decisório para a implantação de uma estratégia de postergação, dos motivadores dessa decisão e dos fatores importantes para vencer as barreiras de gestão relevantes ao processo de mudança.

Verifica-se que Van Hoek (2001) e Su, Chang e Ferguson (2005) enumeram três elementos principais para a postergação: tempo, espaço e forma. Esse também é o resultado da pesquisa de Bowersox e Closs (1996), uma vez que eles fazem uma clara diferenciação entre a postergação logística e a de manufatura. Outros autores enumeram outros fatores como relevantes para a decisão de postergação. De Leeuw, van Goor e van Amstel (1999) concordam que o espaço é um dos fatores que facilitam ou não a postergação. Eles mostram isso através de sua preocupação com a relevância de onde colocar os estoques. Concluem, entretanto, que a gestão da informação sobre a demanda também é um fator relevante no sistema de alocação dos estoques. Essa gestão pode ser feita de maneira centralizada, quando toda a demanda é vista de maneira agregada. A gestão pode ser feita de maneira localizada, mais próxima ao cliente, o que pode levar a uma gestão desagregada da demanda (DE LEEUW; VAN GOOR; VAN AMSTEL, 1999).

A atividade de postergação logística, quando separada da estratégia de manufatura, pode ser dividida em cinco tipos principais: etiquetagem e identificação do produto, embalagem, montagem, manufatura e tempo (ZINN; BOWERSOX; 1988). Os quatro primeiros tipos referem-se a algum nível de agregação de valor ao produto. Os diversos tipos listados podem ser consolidados em dois grupos principais: postergação de forma e postergação de tempo. Vale ressaltar que apesar da postergação de forma ser mais clara quando se estuda as estratégias de manufatura, a literatura apresenta exemplos de como ela pode ser usada como apoio à manufatura

através de processos logísticos. Mason e Lalwani (2008) reconhecem quatro tipos de postergação dentro da distribuição customizada em massa: postergação baseada em tempo, postergação baseada em espaço, postergação baseada em informação e postergação baseada em processo. Essa última está concentrada na definição dos pontos de desacoplamento onde os movimentos dos fluxos consolidados transformam-se em fluxos mais customizados para as necessidades dos clientes finais e pode ser usada como uma aplicação logística da postergação de forma.

A partir da revisão de literatura, os diferentes tipos de postergação na distribuição podem ser divididos em: postergação de local, postergação de forma, postergação de tempo e postergação pelo uso da informação.

Muito embora possa parecer que o fato de trabalhar com estoques menores e operações de manufatura mais flexíveis seja melhor que o contrário, a literatura aponta que, em uma condição de competição e variação de preços, a estratégia de especulação máxima é dominante sobre a de postergação. Isso acontece devido a uma inabilidade das empresas que praticam postergação de atender toda a demanda no momento em que ela acontece. Isso faz com que as empresas que praticam a postergação máxima acabem permitindo a entrada de novos competidores capazes de atenderem mais rapidamente à demanda (ANAND, GIROTRA; 2007).

Quando se compara as postergações de forma e tempo, obtêm-se vantagens entre um e outro tipo dependendo das variáveis de contorno da operação. Verifica-se, por exemplo, que para altos níveis de utilização de capacidade produtiva e alta variação nos tempos de chegada de pedidos, a presença dos estoques intermediários de componentes, presentes na postergação de forma, oferece tempos menores de espera que a postergação de tempo. O mesmo acontece com grandes tempos de processo. Verifica-se ainda que o aumento no número de componentes genéricos reduz significativamente o tempo de espera na postergação de forma sem alterar seu custo. Entretanto, o aumento significativo na variedade de produtos aumenta muito mais o custo e o tempo de atendimento da postergação de forma do que a de tempo. Apesar de aumentos nas taxas de juros afetarem ambos os tipos de postergação, eles afetam mais a postergação de forma do que a de tempo, uma vez que ela opera com inventários maiores (SU, CHANG, FERGUSON; 2005). É demonstrável também que a postergação de forma é tanto mais viável quando maior for a taxa de deterioração ou obsolescência do produto. Na indústria de bebidas, por

exemplo, isso acontece porque o estoque de uma matéria-prima pode ser usado para vários produtos, o que diminui o risco e, portanto, reduz o custo total de manufatura (LI, CHENG, WANG; 2007).

Pode-se dizer que os benefícios da postergação de tempo podem variar quando se considera cadeias de suprimento globais. A produção em países em desenvolvimento permite um custo total mais baixo para um maior nível de postergação. Isso acontece devido aos ganhos de escala nos países de origem. Na mesma medida, a centralização da produção nos países ricos propicia menores custos de investimento ao redor do globo (CHOI, NARASIMHAN, KIM; 2012). Outros estudos mostram que a postergação de tempo, aliada à postergação de forma, na indústria de alimentos, reduz o inventário em 40%. Essa redução traz consigo outras reduções em mão-de-obra, custos de estrutura e redução dos riscos de obsolescência (WONG, POTTER, NAIM; 2011).

A combinação de estratégias de postergação de local e especulação é especialmente útil no mercado de venda de livros pela internet. A postergação de lugar permite uma redução dos custos de estrutura e inventário, muito embora possua custos maiores de transação e logística além de exigir maiores níveis de sincronização entre manufaturas e varejistas. À medida que o nível de serviço passa a ser mais necessário para completar uma venda, a estratégia especulativa, onde os varejistas mantem o inventário consigo, passa a ser mais indicada (BAILEY, RABINOVICH; 2005).

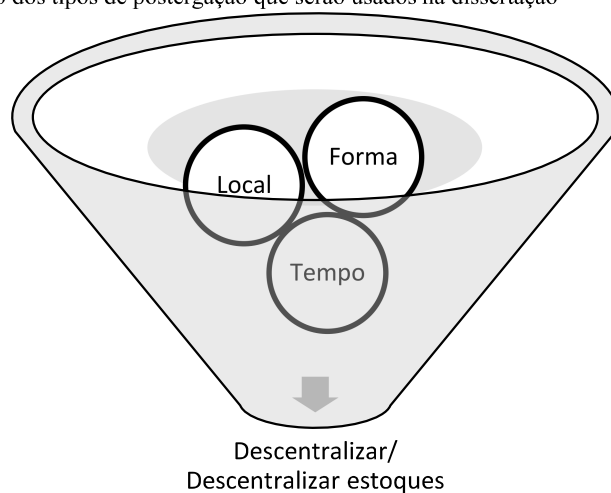
Em função da complexidade e tempo de produção dos veículos, a indústria automobilística não realiza postergação de uma maneira geral. Percebe-se, no entanto, a aplicação de modularização à fabricação dos veículos quando as montadoras recebem apenas conjuntos completos de suspensão e freio, direção, ar condicionado e painel de instrumentos além dos conjuntos motrizes. Essa postergação pode ser caracterizada como uma postergação de forma. Em seus pós-vendas algumas montadoras, como Chevrolet, Volkswagen e Toyota, realizam a postergação de local e de tempo. Já outras, como Fiat, Honda e Ford realizam especulação máxima.

Conclui-se, como mencionado acima, que os resultados de cada estratégia variam de acordo com critérios diferentes. As próximas seções farão um detalhamento das formas de postergação levantadas nessa seção: local, forma, tempo

e gestão da informação. Esta última será considerada como um critério da postergação de forma (VAN HOEK; 1998; YAN YEUNG at al.; 2007).

A Figura 4 apresenta os tipos de postergação que serão usados na dissertação. Acredita-se que esses tipos de postergação, como mencionado acima, afetam a decisão de centralizar ou não os estoques entre os elos da montadora e das concessionárias.

Figura 4: Apresentação dos tipos de postergação que serão usados na dissertação



Fonte: Elaborado pelo autor

O objetivo do detalhamento, a seguir, será encontrar quais critérios são relevantes na aplicação de cada estratégia de postergação e como eles são ponderados pelo tomador de decisão. Os critérios, por vezes repetem-se para diferentes tipos de postergação. Diante disso eles serão mostrados apenas uma vez visando evitar-se repetição.

## 2.2 Postergação de local

A postergação de local é importante para o objetivo da presente pesquisa frente à problemática de centralização ou descentralização de estoques.

O conceito de postergação é normalmente confundido com os conceitos de customização e modularização, e geralmente é considerado como uma customização em massa. Pode-se dizer que, de uma maneira bem geral, postergação é um conceito organizacional no qual nenhuma atividade da cadeia de suprimentos é executada até que o pedido do cliente seja recebido (VAN HOEK; 2001). A



postergação de local é uma particularização desse conceito genérico. Ela diz respeito a manter o estoque que será usado para servir o cliente de maneira centralizada, postergando assim o movimento do material até que haja um pedido (BAILEY, RABINOVICH; 2005).

Pode-se demonstrar que, quando o inventário está centralizado, a redução dos estoques de segurança torna dois critérios relevantes para a decisão de praticar ou não a postergação: o *custo de inventário*, que se reduz pelo efeito de consolidação, e o *tempo de atendimento do pedido*, assim como sua variabilidade no tempo (WANKE, ZINN; 2003; WANKE; 2009; ZINN, BOWERSOX; 1988).

O efeito de consolidação demonstra que, quanto maior o nível de agregação da demanda, menor será o erro inerente a sua previsão, assim como o contrário também é verdadeiro (CORREA; CORREA, 2008). Uma maneira de obter esse efeito sem decidir entre postergar ou não é optar pelo *transbordo* de material ou "*transshipment*". A possibilidade ou não de realizar essa atividade é um critério importante para a decisão de postergação (WANKE, SALIBY; 2009).

Existe também uma relação importante entre a utilização da postergação de local e o *nível de serviço* que será oferecido para o cliente. Na indústria automobilística, por exemplo, pode-se vincular a utilização de um estoque centralizado de veículos a uma melhora do nível de entrega do produto correto para o cliente nos momentos certos, assim como uma redução das vendas perdidas devidas à indisponibilidade de produto (ANAND, GIROTRA; 2007).

Em virtude do fato de que o grau de descentralização gerará a necessidade de movimentar o material de maneira mais desagregada ou não, o *custo de transporte* dado pela frequência dos carregamentos é outro critério importante da decisão de postergação de local (WHYBARK, YANG; 1996). Deve-se considerar também que nem todas as cadeias de distribuição de vários níveis pertencem a uma única entidade, o que não acontece com a indústria automobilística já que as concessionárias são empresas separadas.

Em algumas cadeias descentralizadas, os estoques mais próximos do cliente possuem outro responsável, e se faz necessário considerar as *condições de tomada de decisão* desse negócio como um critério importante a ser investigado na decisão de postergação de local (DE LEEUW, HOLWEG, WILLIAMS; 2011). Pode-se demonstrar que, em mercados digitais, as relações de confiança entre o

atacadista e o produtor são essenciais para garantir a satisfação do cliente e a credibilidade da empresa atacadista através da alta confiança de entrega e de uma baixa taxa de erros de entrega. De fato, a qualidade da entrega pode influenciar a decisão da empresa sobre o preço do produto (TORKZADEH, DHILLON; 2002; YANG, JUN; 2002).

A postergação de local pode trazer um risco de o cliente não ser atendido pelo fornecedor tanto pela falta momentânea do produto como por outro motivo qualquer. Vale lembrar que, na postergação de local onde as empresas são diferentes nos dois elos, como no caso da indústria automobilística, a empresa a jusante pode não ter controle total sobre o inventário a montante na cadeia. A consignação de inventário é uma ferramenta usada por empresas do comércio eletrônico para minimizar esse risco, permitindo uma reserva prévia do seu inventário no fornecedor (BAILEY, RABINOVICH; 2005).

A consignação de inventário, no entanto, não é praticada na indústria automobilística e, portanto, esse critério será desconsiderado da árvore final. A integração de informações entre as empresas e a perspectiva de uma cadeia de suprimentos integrada para a solução dos problemas também é um fator crítico para o sucesso da postergação de local (VAN HOEK, VOS, COMMANDEUR; 1999).

Quadro 3: Resumo dos critérios relevantes para a postergação de local

Postergação de Local	Custo total de inventário do sistema
	Tempo para atendimento do pedido
	Transbordo
	Nível de Serviço
	Custo de Frete
	Escopo para tomada de decisão

Fonte: Elaborado pelo autor

As subseções seguintes objetivam apresentar uma discussão detalhada para cada critério do Quadro 3.

### 2.2.1 Custo total de inventário do sistema

Estoques são acumulações de matérias-primas, suprimentos, componentes, materiais em processo e produtos acabados que surgem em numerosos

pontos do canal de produção e logística das empresas (BALLOU, 2006). Entre as razões para mantê-lo, estão: melhorar a disponibilidade ao cliente, reduzir os custos de aquisição com o aumento de escala, custos mais baixos para emissão de pedidos, custos mais baixos com a falta de estoque, custos mais baixos de qualidade de produção inicial, falta de coordenação nas diversas fases da cadeia, presença de incertezas nas previsões de demanda, especulação no canal de distribuição e um tempo de suprimento da fonte maior do que o tempo esperado pelo cliente para que ele seja servido. Como contraponto, entre as razões contra o inventário, têm-se: custos financeiros na administração dos estoques, custo de capital, custos derivados da perda de flexibilidade para o atendimento ao cliente, custos de coordenação da produção, retornos menores sobre os investimentos, custos com redução de capacidade, custos com problemas de qualidade no estoque e custos com problemas de produção (GAITHER, FRAZIER; 2002; BALLOU, 2006; CORRÊA, CORRÊA; 2008; BAKER; 2007).

Nota-se a ausência do tempo de atendimento como motivo para manter inventário. Apesar dessa variável estar diretamente relacionada a outras elencadas anteriormente, e estar presente na composição das quantidades a serem compradas, é demonstrável por modelagem que o prazo para recebimento dos materiais, ou *lead time*, exerce pouca influência sobre o custo de inventário (BLACKBURN; 2012).

A principal razão para se manter inventário é atender o cliente. Ele pode ser usado para especulação de preço, que é a conquista de mercado através de uma política de preços abaixo da média de mercado por ganhos de escala. Isso acontece no mercado de autopeças quando as montadoras oferecem descontos para compra de lotes, ainda que as quantidades oferecidas estejam acima de suas necessidades mensais.

Quanto maior o nível de estoque, maior a disponibilidade inicial para o cliente. De fato, essa relação é exponencial, o que quer dizer que os ganhos de disponibilidade são marginais para altos níveis de inventário. É fato que a política de inventário da empresa varia de acordo com a disponibilidade que ela deseja dar a seus clientes. Existem evidências em dados de 10 anos de 722 empresas que publicam resultados nos Estados Unidos de que empresas que operam em ambientes com alta incerteza de demanda, altos *lead times* e margens de contribuição maiores carregam

inventários maiores (ROUMIANTSEV, NETESSINE; 2007). Da mesma maneira, empresas maiores têm relativamente menores índices de inventário do que empresas menores. Isso reforça o fato de que empresas mais profissionalizadas tendem a usar mais os modelos de previsão e de programação de materiais e usam o inventário para atender a demanda, muito embora esse não seja o único motivo, como se verá adiante.

A empresa estará tanto mais disposta a praticar a postergação de inventário quando menor o seu poder comercial no mercado e menor a responsabilidade de se ter o produto a pronta-entrega. Empresas grandes, como as montadoras, têm mais condições financeiras de manter inventário. Assim como produtos menos procurados, como por exemplo as peças que não fazem parte dos pacotes de manutenção preventiva dos veículos, possuem demandas mais discretas, o que aumenta o custo de manutenção de estoques das montadoras (BAILEY, RABINOVICH; 2005).

A busca pelo equilíbrio entre custo e disponibilidade ao cliente é constante no caso do custo de inventário. Para uma disponibilidade constante, pode-se demonstrar uma variação de inventário apenas pela escolha entre uma estrutura centralizada e descentralizada de localização de inventário. Sob condições de competição e possibilidade de substituição de produtos faltantes, inventários descentralizados são sempre ajustados para cima, buscando por incremento da disponibilidade para o cliente. Isso não acontece com inventários centralizados onde se faz ajustes para cima ou para baixo dependendo da variação de demanda entre os produtos (NETESSINE, RUDI; 2003).

O custo de inventário é formado por dois componentes principais: o inventário de ciclo e o inventário de segurança. O primeiro inventário é usado para cobrir a necessidade normal da demanda e é calculado pelo método do período fixo ou por ponto de reposição. A segunda porção do inventário é calculado para absorver as variações da demanda e de *lead times*. Basicamente, o estoque de segurança é uma cobertura para o risco de falta e leva em consideração não só esse risco como também o valor da venda perdida (BALLOU; 2006). A relação entre a postergação ou não de local e o custo de inventário mostra-se forte na porção do estoque de segurança. Quando é possível praticar a postergação de local, evitando enviar o produto a um estoque mais próximo do cliente, o risco é todo centralizado no armazém central e todas as variações locais são acumuladas, gerando um efeito de redução da variação

total. Isso reduz o custo de inventário através da redução do estoque de segurança (SHU, TEO, SHEN; 2005).

Outro aspecto que pode permitir uma redução do estoque de segurança, através do gerenciamento do risco, é a colaboração entre as entidades da cadeia. Atividades como frete aéreo e múltiplas fontes de suprimento para o mesmo material podem ser algumas alternativas relevantes para o gerenciamento do risco de falta ou excesso de material (BAKER; 2007).

As características do produto, assim como seu volume, densidade e valor agregado, e as características do mercado do qual a empresa faz parte, assim como condições competitivas do mercado e variabilidade da demanda, também afetam o custo de inventário. O Quadro 4 mostra as características de produtos e do mercado que podem afetar o custo de inventário. As questões de produto impactam o espaço que o produto ocupa e o quão denso pode ser o estoque, aumentando a produtividade do espaço de estoque. Já as questões de mercado influenciam no custo de obsolescência ou geram custos de segurança como mencionado no parágrafo anterior (VAN HOEK, VOS, COMMANDEUR; 1999).

Quadro 4: Lista de características de produto e mercado que impactam no custo de inventário

Fator	Impacto gerado pela postergação
<i>Características do Produto</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta capacidade de comunização</li> <li>• Formulação específica</li> <li>• Presença de periféricos</li> <li>• Alta densidade dos produtos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menores níveis de inventário</li> <li>• Redução do risco de obsolescência</li> <li>• Redução dos custos de carregar inventário</li> </ul>
<i>Características do Mercado</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baixo ciclo de vida do produto</li> <li>• Altas flutuações nas vendas ou presença de sazonalidade</li> <li>• Competição de preços</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menores níveis de inventário</li> <li>• Redução do risco de obsolescência</li> <li>• Menores custos de produto, impactando positivamente o custo de inventário</li> </ul>

Fonte: Adaptado de VAN HOEK, VOS, COMMANDEUR; 1999

Sendo a peça de automóvel um item específico com baixa comunização e podendo ter alta densidade, alto ciclo de vida e alta flutuação de vendas seria esperado que a postergação logística fosse incentivada nesse mercado devido a redução do inventário.

### 2.2.2 Tempo para atendimento do pedido

Esse critério rege o tempo total desde a colocação do pedido pelo cliente até ele ser recebido em sua unidade, entre elos de níveis diferentes ou do mesmo nível na cadeia, como no caso de um transbordo.

De uma maneira geral, quanto maior esse tempo, maior será o inventário em função do aumento do tempo para adaptação às mudanças na demanda real (ROUMIANTSEV, NETESSINE; 2007; CORREA; CORREA, 2008), assim como maior o tempo sem receber produto (COLLINS, HENCHION, O'REILLY; 2001). Esse critério é ainda mais importante quando se trata de operações do tipo *Business to Consumer* (B2C), como, por exemplo, as de comércio eletrônico, baixa barreira de saída para os clientes e relacionamento direto com o consumidor final. Para esses casos, a necessidade de se manter o tempo de atendimento do pedido prometido é uma condição para a permanência da empresa no mercado (GRIFFIS et al; 2012). As concessionárias operam segundo o conceito de B2C, o que torna a necessidade colocada por Griffis (2012) válida para elas, e, portanto, deve influenciar na sua opção pela descentralização, que promove tempos mais baixos de atendimento.

De uma maneira geral, em um ambiente de constantes mudanças, as cadeias de suprimento que conseguem se adaptar mais rapidamente às mudanças de demanda para diferentes produtos e alterações de volume são as que têm mais sucesso. Muito se fala em competição por tempo, resposta rápida e empresas ágeis (LEE; 2002). As aplicações de Manufatura *Lean* também trazem o tempo de atendimento e a capacidade de adaptação como fatores-chave para a redução dos inventários e os ganhos de produtividade e competitividade (WOMACK et al.; 1990).

O maior desafio das montadoras é manter esse tempo constante depois de acertá-lo com o cliente, ou até reduzi-lo, sendo esse critério uma das principais características do nível de serviço (MENTZER, FLINT e HULT; 2001; OFLAÇ, SULLIVAN e BALTACIOGLU; 2012). Portanto, um dos desafios das empresas e das cadeias de suprimentos é o gerenciamento do risco para o cumprimento e melhoria dos prazos de produção e entrega, que somados irão compor o tempo de atendimento do cliente (TURNER et al; 2002).

Em ambientes BTO, portanto postergados, os fornecedores têm três possibilidades para poderem lidar com as variações de demanda no curto prazo: a

primeira é usar dispositivos contratuais limitantes apertados para mudanças no cronograma de produção, assim como responsabilização dos fornecedores por atrasos; a segunda maneira é construir um sistema produtivo flexível, que possa atender em grande medida os pedidos de correção vindos do cliente; e o último é usar a postergação de modo a criar grande flexibilidade produtiva. O uso de cada uma dessas alternativas depende do valor do produto, do tamanho e do poder de barganha de cada empresa (KRAJEWSKI, WEI e TANG; 2005).

Importante ressaltar que para esse critério, o melhor desempenho para o cliente não vem de cadeias postergadas, mas de cadeias especulativas, que mantêm o estoque o mais próximo possível dele. Huq et al. (2006) defendem que o uso de uma cadeia de suprimentos com dois níveis de distribuição, de maneira que o estoque fique o mais próximo do cliente possível, reduz sensivelmente o tempo de entrega ao cliente sem onerar o custo, desde que o nível de inventário no segundo nível de distribuição seja baixo.

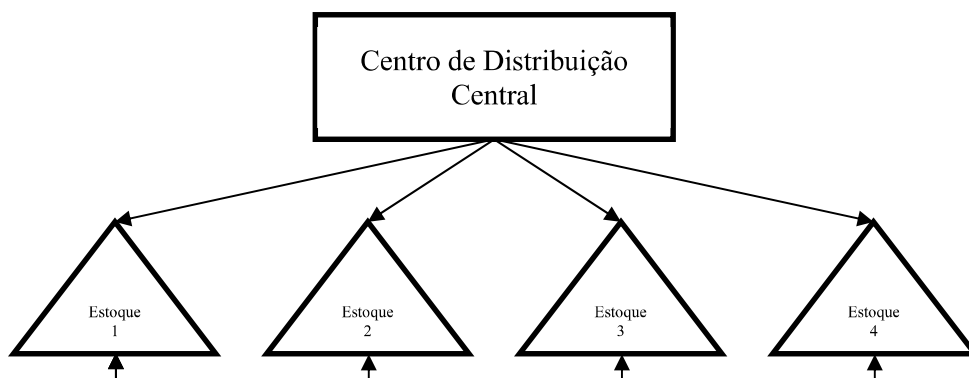
Considerando que a presente pesquisa considera a opinião de concessionárias que são os elos mais a jusante da cadeia de distribuição de peças, é esperado que sua escolha siga a ideia de Huq (2012) e seja pela descentralização de estoques, que é opção que lhes oferecerá menor tempo de atendimento e, portanto, menor inventário.

### **2.2.3 Transbordo**

Transbordo pode ser definido como o tráfego de produtos entre entidades no mesmo nível da cadeia de suprimentos. Essa atividade pode ser usada de maneira deliberada e planejada para reposição de estoque ou usada como uma emergência para suprimento de demanda não esperada ou falha de suprimento (PATERSON et al; 2011). Segundo Tangaras (1999), as seguintes variáveis influenciam o desempenho do transbordo: número de locais que participam da política de transbordo de produtos; o *lead time* de reposição a partir do CD central; o tipo de demanda; a antecipação com a qual a demanda é observada (o que determina se o transbordo é preventivo ou reativo); as condições para reposição dos itens no estoque e o nível de desempenho em termos do custo e nível de serviço que são estabelecidos.

A principal alternativa para lidar com o aumento de custo de frete quando se usa a postergação de local é o transbordo. Essa atividade prevê que unidades intermediárias de transporte, que não contêm estoque parado, façam a redistribuição do material, quebrando o fluxo que foi recebido consolidado dos CDs centrais ou das manufaturas em fluxos menores para atendimento dos clientes ou varejistas (CHOPRA; 2003) (vide Figura 5).

Figura 5: Desenho da atividade de transbordo



Fonte: Baseado em Paterson et al (2011).

Groothedde, Ruijgrok e Tavasszy (2005) verificaram que a principal razão para operações desse tipo terem falhado na Europa em diversos setores era o fato de que os embarcadores buscaram realizar transbordo de maneira isolada. Existem indícios de que a colaboração é uma boa prática de apoio ao transbordo. Assim, diferentes embarcadores de volumes fracionados e pequenos lotes, típicos de fluxos logísticos postergados, poderiam colaborar para ganhar escala no frete de longa distância, usando plataformas de transbordo comuns para redistribuição dos fluxos aos clientes. O ganho, nesse caso, vem da maximização do uso dos ativos. Esse ganho, por exemplo, para uma empresa de venda de notebooks chega a 6,7% no custo de frete e 18,2% no nível de serviço, tornando possível ao provedor a prática de despachos porta a porta com dois *crossdockings*, um na origem e outro no destino (TYAN, WANG e DU; 2003). O papel dos provedores de logística é essencial para essa colaboração.

As montadoras, no entanto, não praticam esse tipo de transbordo de transporte compartilhado de maneira deliberada. No entanto, a observação do mercado mostra que apenas algumas poucas empresas de transporte oferecem



condições de prestar o serviço de distribuição de peças seguindo os requerimentos das montadoras. Como apenas empresas acabam centralizando todo o transporte de peças para todas as montadoras, pode ser observada a prática involuntária de transbordo compartilhado. No entanto, seria esperado que o benefício financeiro dessa atividade fosse compartilhado apenas em parte pelo transportador com a montadora.

De uma maneira mais geral, o transbordo é uma boa solução para problemas de balanceamento de demanda no curto prazo, mas, no longo prazo, implica em aumentos de custos de transporte para a cadeia, devidos ao aumento do transporte fracionado. No longo prazo, a melhor solução sobre o aspecto do custo total é o aumento de capacidade de suprimento para equipará-la à demanda (PATERSON et al; 2011; ÖZDEMİR, YÜCESAN e HERER; 2013).

O transbordo é utilizado também na distribuição, sendo ainda mais aplicável nessa situação e apresentando bons resultados na melhoria do nível de serviço (GREASLEY, ASSI; 2012). O transbordo permite que o embarque de três fornecedores para o mesmo cliente seja consolidado, e apenas uma entrega seja efetuada no cliente, melhorando o nível de serviço. Para se realizar essa consolidação, necessita-se de um grande investimento em tecnologia da informação e colaboração, que pode ser mediado por um varejista (CHOPRA; 2003). Essa abordagem tem a grande vantagem de permitir a aplicação de postergação logística, evitando o estoque adicional no varejo e é percebido na operação das montadoras que possuem operação postergada. Montadoras com operações especulativas (descentralizadas) operam com rotas de entregas saindo diretamente de seus CD locais eliminando o uso de transbordo na distribuição.

Pode-se também usar o transbordo para uma coleta do cliente. Nesse caso, a ordem do cliente é despachada para um ponto de coleta, uma loja por exemplo, onde o cliente pode coletá-la pessoalmente. Muito embora a perda de conveniência seja discutível em alguns casos, existe uma sensível redução de custo de frete em função da agregação e da transferência do custo da última milha para o cliente. Um requisito importante nesse caso é um alto poder de coordenação e visibilidade para o cliente, para que não haja problemas de desinformação e perda da viagem do cliente ao ponto de coleta (CHOPRA; 2003). Uma aplicação clara configuração logística se dá no mercado on-line. Nesse mercado, é possível sustentar uma venda on-line

através de estoque de alguma loja vizinha usando transbordo. Esse tipo de transbordo seria limitado apenas pelo foco do varejo na venda na loja e pelo já mencionado custo adicional que o transbordo impõe (BENDOLY; 2004).

O transbordo pode ser usado como opção para suprimento de uma emergência, como alternativa à postergação. Portanto, é possível atender a demanda através de uma loja ao invés de manter um CD local que abastece o varejo. A principal vantagem desse método é a redução de prazo para atendimento da demanda de emergência. A desvantagem é o custo adicional de frete, que deixa de ser otimizado a partir de um ponto central (EVERS; 2001).

Dois aspectos importantes a se considerar para a viabilização de um transbordo de emergência são o custo da venda perdida e o número de lojas que participarão do processo de transbordo. Custos mais altos de venda perdida, seja na forma de margem de contribuição ou de imagem, e quantidades maiores de lojas tornam o transbordo mais viável (NEEDHAM, EVERS; 1998; TANGARAS; 1999). Caso ele seja aplicado através de colaboração entre os membros do varejo, podem existir ganhos de lucratividade na aplicação do transbordo (SLIKKER, FRANSOO e WOUTERS; 2005). Novamente, o maior desafio é a coordenação.

A maior ou menor propensão à realização de transbordo na distribuição é dada pela relação entre a lucratividade em cada mercado ou cada cliente e sua volatilidade, aliada à volatilidade da demanda. Dessa maneira, as configurações que preveem transbordo têm maior condição de adaptabilidade para variações de rentabilidade e de tamanho de mercado no curto prazo, enquanto permitem que a organização adapte sua configuração fabril ou de distribuição no longo prazo. Caso a volatilidade continue, a solução de transbordo continua sendo uma boa alternativa, pois permite rápida adaptabilidade da empresa para o atendimento da demanda, priorizando os mercados ou clientes com maiores margens de contribuição marginais (DONG, KOUVELIS e SU; 2010).

Como as concessionárias não pagam pelo frete entre elas e as montadoras não esperam que esse critério tenha grande peso na decisão de centralizar estoques.

#### 2.2.4 Nível de serviço

Apesar do termo nível de serviço ser usado por Reid (1987) apenas no sentido de disponibilidade de estoque, o termo nível de serviço logístico tem significado amplo e é retratado na literatura através de diversas dimensões ou elementos (MARCHESINI, ALCANTRA; 2012). Apesar da disponibilidade de estoque ser reconhecida como um dos critérios mais importantes do nível de serviço (COLLINS, HENCHION, O'REILLY; 2001), a distribuição física é uma parte importante da percepção e satisfação do cliente e possui três dimensões: disponibilidade de estoque, tempo e qualidade (MENTZER; GOMES; KRAPPFEL, 1989). Portanto, parece ser necessário que se expanda o conceito de nível de serviço usado por Reid (1987) definindo o nível de serviço como sendo a quantidade de vezes que o pedido do cliente é atendido dentro do tempo acordado com a qualidade que o cliente espera.

Logo, pode-se dividir o nível de serviço em três dimensões: relacional, operacional e custo. Dentro da dimensão relacional, encontram-se os critérios: nível de resposta, segurança e empatia pelas necessidades do cliente. Na dimensão operacional, encontram-se os critérios: disponibilidade do produto, condições nas quais o produto se encontra, confiabilidade de entrega e velocidade de entrega. Existem evidências que apoiam o fato de que a dimensão relacional é a que mais tem relação direta com a satisfação dos clientes, como fatores diferenciadores (STANK at al, 2003).

Entretanto, quando se analisa a dimensão operacional em conjunto com o marketing, existem indícios que apoiam a relação entre o nível de serviço e os critérios disponibilidade, qualidade da entrega e comunicação. O critério qualidade da entrega compreende a entrega do material livre de danos e nas quantidades corretas. O critério comunicação compreende, por sua vez, a informação da data de entrega prestada durante a colocação do pedido e a informação sobre a disponibilidade do pedido, e também a informação avançada sobre cancelamentos (EMERSON, GRIMM; 1996).

Também é importante ressaltar que o nível de serviço pode variar de acordo com o cliente e com o segmento de atuação da empresa. Uma das primeiras pesquisas que visava representar a qualidade do serviço em cinco categorias foi conduzida por Parasuraman, Zeithaml e Berry (1985). Essa pesquisa foi atualizada

por vários autores à medida que novas perspectivas sobre qualidade e outras áreas econômicas foram sendo acrescentadas. Seguindo essa pesquisa, chegou-se a indícios de que a qualidade no contato pessoal, os procedimentos de pedido e o método de correção de falhas ocorridas com o pedido estão relacionados com a satisfação do cliente, e que esses critérios seriam suportados por: tamanhos de lotes, qualidade da informação, acurácia do pedido, condição do pedido, qualidade do pedido e o tempo de atendimento (MENTZER, FLINT, HULT; 2001). Nota-se, entretanto, que nenhum desses critérios, com exceção do tempo de atendimento, relaciona-se com o sistema de gestão da informação sobre a demanda.

O tempo de atendimento pode se apresentar como um critério importante, seja por uma questão de redução de inventário no varejo, seja pela simples velocidade no atendimento (COLLINS, HENCHION, O'REILLY; 2001). O tempo de atendimento é uma medida central de desempenho do sistema logístico e falhas no seu cumprimento podem gerar impactos negativos para as marcas e para os provedores de serviço, dependendo do apreço que os clientes têm por eles (OFLAÇ, SULLIVAN, BALTACIOGLU; 2012).

É importante considerar também a qualidade com a qual a gestão da informação será feita, caso ela seja centralizada ou descentralizada. Em muitas cadeias de varejo onde ocorrem promoções de preço, a qualidade da atividade de previsão de demanda e a colaboração no compartilhamento de informações e planejamento de vendas constituem causas importantes para a disponibilidade do produto ao consumidor (ETTOUZANI, YATES, MENA; 2012).

Os ciclos de entrega e de pedido também são importantes causas de faltas de estoque no varejo e o conhecimento localizado desses critérios pode influenciar no nível de serviço (EHRENTHAL, STÖLZLE; 2013).

As opções das empresas para lidar com as demandas vindas dos clientes estão vinculadas a condições ambientais que podem variar com o passar do tempo. Isso obriga as empresas a manterem alternativas de suprimentos que sejam adaptáveis a essas mudanças ambientais. Dentro desse raciocínio, a gestão localizada da informação de demanda pode trazer o benefício de um maior conhecimento das características locais e, portanto, trazer uma maior adaptabilidade à cadeia, com reações mais rápidas a mudanças ambientais melhorando o nível de serviço (BORGSTRÖM, HERTZ; 2011).

### 2.2.5 Custo de frete

Bowersox e Closs (1996) conceituam o transporte como sendo a função capaz de posicionar o estoque geograficamente. Os três critérios essenciais do transporte são: custo, velocidade e consistência.

É importante falar nos tipos de frete para entender a lógica do custo de frete. Existem duas modalidades de frete, seja para modal marítimo ou rodoviário. O primeiro é o modal de *Full Container Load* (marítimo) ou *Full Truck Load* – FTL (rodoviário). Nesse modal, o embarcador compra o espaço todo da unidade de carga, seja um container ou um caminhão. Nessa modalidade, o risco de não encher todo o compartimento de carga é do embarcador e, portanto, o custo por unidade transportada é menor. A outra modalidade é a *Less than Container Load* ou *Less than truckload* - LTL. Nessa modalidade, o embarcador irá pagar apenas pelo volume da unidade de carga que usar. Por isso, o risco de não encher a unidade de carga é do transportador e, portanto, o custo por unidade transportada é maior. De uma maneira geral, as montadoras praticam a modalidade LTL em suas cadeias de distribuição de peças.

Diante dessa íntima relação entre volume e custo de frete, uma opção usada em muitos seguimentos onde o custo de frete tem alta representatividade no custo total é tentar transformar a distribuição em uma operação do tipo FTL com múltiplas paradas. Os problemas de otimização de roteirização com pedidos mínimos de cada cliente são considerados NP-Hard e, portanto, não podem ser resolvidos por programas computacionais comerciais como, por exemplo, os *solvers* (NGUYEN et al.; 2014).

O uso de colaboração entre vários embarcadores para um ponto de *cross-docking* para que as cargas sejam consolidadas e então sigam para o cliente é uma outra abordagem para o problema de ganhos de escala. Essa abordagem oferece reduções de custo para níveis intermediários de demanda. As demandas muito baixas não conseguem preencher uma rota de entrega nem quando consolidadas. As demandas muito altas podem seguir através da modalidade FTL e, portanto, não necessitam de consolidação (NGUYEN, DESSOUKY e TORIELLO; 2014). A montadoras, no entanto, praticam a colaboração apenas de maneira indireta usando poucos provedores de transporte. Essa prática deve deixar o valor gerado a partir dessa prática nas mãos das transportadoras, que podem ou não retornar esse valor

para as montadoras através de reduções de preço, dependendo de sua escala e da competição gerada nas compras feitas pelas montadoras.

Pode ser construída uma configuração que prevê o uso do *crossdocking* em conjunto com decisões de alocação de estoque. Nessa configuração, não existe um CD central e todos os produtos chegam ao *crossdocking* para serem realocados para as lojas de acordo com políticas de estoque previamente definidas. Existem estudos que apontam para uma tendência em se aumentar o estoque nas lojas quando essa atividade é aplicada. Isso deve ocorrer pelo efeito de desagregação da previsão de demanda, já debatida nos tópicos anteriores. Esse fato é justificável, pois o efeito de aumento de estoque é tanto maior quanto maior o número de lojas (WALLER, CASSADY e OSMENT; 2006).

Quando o *cross-docking* é misturado ao conceito de postergação, há três variantes possíveis de distribuição: distribuição por *cross-docking* antes da ocorrência da demanda (pré-c), armazém convencional e distribuição por *cross-cocking* depois que a demanda aconteceu (post-c). A primeira alternativa leva vantagem sobre as outras duas para demandas estáveis e *lead-times* curtos. Para altas variações de demanda e *lead-times* longos, o post-c apresenta melhores tempos de reação, mas apresenta custos maiores. Essa é exatamente a alternativa apontada no parágrafo anteriores (YAN, TANG; 2009).

De uma maneira geral, pode-se dizer que, enquanto os custos de produção fixo e variável aumentam quando se pratica a postergação em função da perda de escala, o custo de frete se reduz. Isso acontece em função da agregação do fluxo de transporte entre fábrica e CD, além de um ganho volumétrico. É demonstrável através de programação linear que, enquanto os custos de produção e lucro são melhores para organizações que praticam postergação, o custo de frete é melhor para organizações que praticam MTS, desde que as incertezas de demanda sejam baixas (GUERICKE et al; 2012). Esse aspecto, no entanto, não deverá pesar na decisão de centralizar ou não os estoques sob a ótica das montadoras, pois elas não pagam diretamente pelos custos de frete de materiais entre as montadoras e suas lojas.

A principal atividade praticada pelas empresas de transporte é a roteirização. Esse método impõe alguns desafios nas empresas, pois às vezes ela impõe rotas longas que fazem com que os motoristas fiquem muito tempo fora de

casa, trazendo problemas práticos com retenção de pessoal. Torna-se necessário criar táticas que possam lidar tanto com as questões de otimização como com as questões de custo. Geralmente a abordagem de minimização de custos ao invés da minimização de distâncias costuma trazer melhores resultados globais (TAYLOR, WHICKER; 2010; TAYLOR, WHICKER e DUCOTE; 2009). A incerteza de demanda influencia grandemente nos resultados ótimos de roteirização (POWELL, TOWNS e MARAR; 2000).

Ao lado da questão de custos, o transporte é responsável pela maior parte de uma das variáveis mais importantes para a reposição de inventário: o *lead time*. O transporte não é apenas responsável por uma quantidade de tempo dentro do *lead time*, mas também pela sua variabilidade. Quanto maior a confiabilidade do *lead time*, menor sua variabilidade, e menor será a quantidade de ciclos em que haverá falta de produtos, desde que os parâmetros para a reposição por ponto de pedido estejam ajustados para uma disponibilidade dentro do ciclo acima de 70% (TYWORTH, SALDANHA; 2014).

Os fluxos de frete estão intimamente ligados à distribuição de fábricas e CDs (LINDSEY et al.; 2014). O frete de *inbound* tem uma grande participação no gerenciamento de inventário das fábricas, assim como a distribuição tem grande participação no nível de serviço e custos de inventário de fornecedores e clientes.

O transporte é responsável por uma das maiores porções das emissões de gases de efeito estufa nas empresas. Em uma sociedade cada vez mais ciente da necessidade de levar as necessidades do planeta em consideração na atividade econômica, as empresas são pressionadas a buscar alternativas de redução. Verifica-se que a necessidade de redução de emissão de gases influencia não somente o modal de transporte por meio do frete, mas também os custos do produto. Isso faz com que o desafio de redução de emissões para taxas de retorno menores seja muito alto (HOEN et al.; 2011).

### **2.2.6 Escopo para a tomada de decisão**

A decisão sobre qual o nível de inventário a adotar deveria ser feita segundo modelos normativos, entre eles, o modelo de *Economic Order Quantity* (EOQ), conforme a equação 1:

Equação 1: Fórmula EOQ

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times U \times S}{h \times C}}$$

Fonte: Dubelaar, Chow e Larson (2001)

Onde:

U = vendas anuais ou demanda

S = custo por pedido ou custo de pedir

h = custo de se manter estoque

C = custo unitário

Nessa fórmula encontra-se um viés interessante. Quando se colocam as variáveis de uma maneira ampla, trocando demanda por venda (demanda dita de outra maneira), percebe-se que o inventário é na realidade a variável dependente e está em função da venda, a variável independente. Existem pesquisas que corroboram a grande correlação entre essas variáveis (DUBELLAR, CHOW, LARSON; 2001; ROUMIANTSEV, NETESSINE; 2007). Ao considerar uma cadeia de suprimentos dita “empurrada” ou especulativa como a presente em uma grande quantidade das áreas de peças das montadoras, seria possível supor que, na realidade, o tamanho do inventário seria determinado pelo quanto a empresa espera ter de receita ou lucro. As montadoras que optam pela postergação conseguem operar de maneira “puxada” carregando inventários menores.

Encontram-se algumas pesquisas que apoiam o argumento de que as decisões sobre políticas de estoque não estão sujeitas apenas às teorias determinísticas (DE LEEUW, HOLWEG e WILLIAMS, 2011; CARDOSO et al; 2014). De fato, os dados de produção de veículos na Europa mostram que as decisões do que produzir e do que estocar priorizam muito mais o balanceamento das fábricas do que a demanda do cliente.

A tomada de decisão dos gestores exerce um papel muito importante na definição sobre se uma empresa irá ou não praticar a postergação. Em última análise, depende muito de quais objetivos serão passados para a organização e pelos gestores e qual o comportamento desses gestores em relação ao mercado (KISPERSKA-MORON, SWIERCZEK; 2011).

Duas questões são centrais dentro do escopo de tomada de decisão: a incerteza e a aversão ao risco do gestor de cadeia de suprimentos. Verifica-se, por



exemplo, que mesmo que a aversão ao risco do gestor não altere a estrutura principal de organizações mistas de produção (que praticam a especulação para produtos semiacabados e a customização apenas na fase final de atendimento da ordem do cliente), ela pode alterar o suprimento quantitativamente, alterando as quantidades dentro desse modelo (REIMANN; 2012).

Decisões ligadas à empresa como um todo, como as decisões feitas sobre a manufatura, como tamanho de lote, *lead time de produção entre outras*, e a capilaridade da rede de varejo, também afetam as decisões sobre inventário (CACHON, OLIVARES; 2010). Outras pesquisas apontam para a forte relação entre o valor das ações da empresa e a publicação de informações que mostram excesso de inventário, seja na própria empresa ou em seus clientes (HENDRICKS, SINGHAL; 2009, LAI; 2005). Isso reforça o fato de que o escopo de tomada de decisão deve ser amplo para poder propiciar um melhor direcionamento da aplicação dos diferentes tipos de postergação.

É importante ainda avaliar essas decisões de compra de material do ponto de vista da cadeia de suprimentos. Nesse caso, a decisão de realizar a postergação pode vir pelo lado do fabricante ou do varejista. Essa decisão enfocaria, portanto, uma otimização local. Nesse caso, poderia haver a transferência de inventário para os demais elos da cadeia (CAVUSOGLU, CAVUSOGLU E RAGHUNATHAN; 2011). Nesse âmbito, o escopo da tomada de decisão é bastante relevante para a decisão de se realizar a postergação. Cadeias onde existe maior coordenação entre os elos podem favorecer o desenvolvimento de fluxos logísticos postergados.

De uma maneira geral, a indústria automobilística possui alguma coordenação na cadeia já que a prática de gerenciamento de inventário do varejo pelo fornecedor é uma prática amplamente praticada nessa indústria. Esse fato apoia a aplicação de estruturas descentralizadas, já que o custo adicional de inventário causado por essas estruturas é neutralizado pela maior coordenação da demanda pela cadeia.

A seção a seguir inicia a discussão sobre postergação de forma.

### 2.3 Postergação de forma

A postergação de forma é diretamente relacionada a uma função de manufatura. No entanto, a postergação de manufatura pode se tornar um motivo para se realizar a postergação logística. Nesse contexto a função mais premente dos CDs, geralmente o mais próximo ao cliente, seria o de realizar alguma função de manufatura postergada (BAKER; 2007). Por esse motivo, a postergação de forma será considerada dentro do processo decisório para se realizar a descentralização de distribuição. No caso das montadoras, é comum a aplicação de embalagens de venda, montagem de kits de serviço e aplicação de etiquetas nos centros de distribuição de pós-vendas.

A postergação de forma é usada quando se tem o mesmo produto base, que é enviado em estado semiacabado para ser finalizado em uma instalação mais próxima ao cliente (SU, CHANG, FERGUSON; 2005). Quando o inventário é guardado na forma de matéria-prima, tem-se a postergação de compras. Quando ele é guardado na forma de componentes, tem-se a postergação de produção e quando o produto é desenhado apenas quando o cliente o pedir, tem-se a postergação de desenvolvimento (YAN YEUNG et al.; 2007). O critério mais importante para a justificativa da postergação de forma é o *valor do produto*. O segundo critério mais importante nessa decisão é a *incerteza da demanda*. No caso de postergação de montagem e manufatura, o critério mais importante é o *custo de transporte*, uma vez que a postergação permite a possibilidade da criação de linhas de transferência do tipo carga completa entre manufatura e armazém, aumentando o aproveitamento cúbico do veículo (ZINN, BOWERSOX; 1988; KISPERSKA-MORON, SWIERCZEK; 2010). As variáveis referentes ao produto também podem impactar a decisão de postergação. Questões como complexidade dos produtos base e suas variações, assim como a quantidade de produtos diferentes, podem impactar custos de inventário e montagem na etapa final da cadeia. Eles são fatores preponderantes para estratégias de customização em massa, sendo também importantes, por exemplo, para a aplicação em comércio eletrônico, na qual se busca por inventários baixos e alta capacidade de resposta (YANG, BURNS, BACKHOUSE; 2004; SCHULZE, LI; 2009). Portanto, os critérios relativos à *variedade e tecnologia dos produtos* também impactam a decisão de postergação (VAN HOEK; 1998). De maneira análoga, processos contínuos de fabricação (ex. indústria química) possuem

menos possibilidade de produzir postergações que indústrias discretas (ex. metal mecânica). Vê-se então que a *tecnologia do processo de fabricação do produto*, na forma de proliferação e do tempo para sua execução, também são critérios importantes na decisão de postergação de forma (WANKE, ZINN; 2003; SU, CHANG, FERGUSON; 2004; MA, WANG, LIU; 2001; KISPERSKA-MORON, SWIERCZEK; 2010).

Importante dizer que mesmo quando se analisa a indústria que possui processos contínuos de fabricação, a postergação é possível e os critérios para a postergação de forma são parecidos aos da indústria com processo discreto (FERREIRA; ALCÂNTARA, 2013). O Quadro 5 mostra o resultado de um estudo de caso em 6 diferentes indústrias com vários produtos alimentícios no Brasil. O resultado dessa pesquisa mostra que, excetuando-se pela sazonalidade do produto e prazo de validade, que são questões bastante ligadas à indústria de alimentos e não se apresentam na indústria automobilística, os fatores que obtiveram médias acima de 3 (alta contribuição do fator para o nível de postergação da empresa) para as empresas pesquisadas são os mesmo que os mostrados anteriormente como sendo fatores direcionadores da postergação. Ressalte-se o fato de que a modularização do processo não foi mencionada por não fazer sentido para os pesquisados, tendo em vista que esse termo é específico de indústrias com processo discreto (FERREIRA; ALCÂNTARA, 2013a).

Quadro 5: Médias das notas dos direcionadores da postergação em empresas de alimentos

Dimensão	Fatores	Empresas						Média das Notas	% Desvio Padrão
		S1	S2	S3	T1	T2	T3		
Mercado	Incerteza da demanda	3	2	3	2	3	4	2,83	27%
	Varição da demanda	2	2	2	2	3	2	2,17	19%
	Demanda para customização	3	3	3	3	2	3	2,83	14%
	Segmento de mercado	2	2	2	2	2	2	2,00	0%
	Consumidores exigentes	0	1	0	2	1	2	1,00	89%
	Concentração de clientes (no exterior)	4	4	4	0	0	0	2,00	110%
	Adoção da estratégia pelos concorrentes	3	4	4	0	0	4	2,50	79%
Produto	Tipo do produto (sazonal)	4	4	4	4	4	4	4,00	0%
	Preço	2	2	2	2	2	2	2,00	0%
	Marcas e versões do produto (diferentes)	3	3	4	3	3	4	3,33	15%
	Varição de tamanho produto/embalagem	3	3	3	3	3	3	3,00	0%
	Varição de peso do produto (aumento)	4	4	4	3	3	3	3,50	16%
	Formulação específica do produto	3	3	3	2	2	1	2,33	35%
	Periféricos específicos	0	0	0	0	0	0	-	0%
	Modularidade/comunalidade	0	0	0	0	0	0	-	0%
	Padronização	3	3	2	3	3	2	2,67	19%
	Modelos intercambiáveis	0	0	0	0	0	0	-	0%
	Sequenciamento de peças	0	0	0	0	0	0	-	0%
	Complexidade e customização final (média)	2	2	2	3	2	3	2,33	22%
	Ciclo de vida	1	2	2	3	2	2	2,00	32%
Prazo de validade	2	3	3	3	3	4	3,00	21%	
Estágio do ciclo de vida (maturação)	1	1	2	2	1	2	1,50	37%	
Processo	Processo modular	0	0	0	0	0	0	-	0%
	Processos de manufatura flexíveis	2	2	1	2	2	1	1,67	31%
	Complexidade tecnológica do processo	1	1	1	1	1	2	1,17	35%
	Reengenharia do processo de negócio	0	0	0	0	0	1	0,17	245%
	Planejamento de capacidade	1	2	3	2	2	2	2,00	32%
	Economia de escala	2	2	3	2	2	3	2,33	22%
	Custo da produção	4	4	3	4	4	4	3,83	11%
	Lead time	2	2	2	2	2	2	2,00	0%
	Desacoplamento do processo	2	2	3	2	2	2	2,17	19%
Tecnologia de processo	0	0	0	2	3	2	1,17	114%	
Logística	Custo de estoque	3	4	4	4	3	4	3,67	14%
	Custo de armazenagem	3	4	4	4	3	4	3,67	14%
	Custo de transporte/distribuição	3	4	4	4	3	4	3,67	14%
	Custo de vendas perdidas	2	2	2	2	2	3	2,17	19%
	Infraestrutura de transporte	2	2	2	2	3	2	2,17	19%
	Serviço ao cliente	2	2	2	2	2	2	2,00	0%
	Tempo de entrega (30 a 40 dias)	3	3	3	2	2	3	2,67	19%
	Frequência de entrega	2	2	2	2	2	2	2,00	0%
	Incerteza de tempo de ressuprimento	1	1	1	1	2	1	1,17	35%
Formas de acondicionamento do produto	4	4	4	3	4	4	3,83	11%	
Cadeia de suprimentos	Colaboração interfuncional	2	2	2	2	2	2	2,00	0%
	Colaboração com clientes/fornecedores	2	2	3	1	2	1	1,83	41%
	Resposta rápida dos fornecedores	0	0	0	0	0	0	-	0%
	Políticas governamentais	0	0	0	0	0	0	-	0%
	Treinamento e gestão da mudança	0	0	0	0	1	0	0,17	245%
	Medição de desempenho	1	1	1	1	1	1	1,00	0%
Liderança	Estratégia da organização	2	3	2	2	3	2	2,33	22%
	Comprometimento	3	3	3	3	3	3	3,00	0%
Tecnologia	E-commerce	0	1	1	0	1	0	0,50	110%
	Infraestrutura de tecnologia da informação	3	3	3	3	3	2	2,83	14%

Fonte: Adaptado de Ferreira e Alcântara (2013a)

Segundo Sampaio (2003), o critério comprometimento se relaciona com a constância de propósito da administração da empresa em seguir no caminho da postergação. Dessa maneira, esse critério relaciona-se ao escopo de tomada de

decisão para postergação. Esse critério foi discutido dentro do tópico de postergação de local.

Ademais, a coordenação de diversos elementos da cadeia de suprimentos, necessária para garantir que os recursos e os materiais relevantes para a conclusão do produto cheguem juntos com a necessidade do cliente, pode ser uma tarefa árdua. Portanto, a capacidade das empresas de dividir e usar as *informações de demanda* também é um critério importante para a decisão do uso da postergação de forma (VAN HOEK; 1998; YAN YEUNG at al.; 2007).

O Quadro 6 fornece um resumo dos critérios levantados como sendo relevantes para a postergação de forma.

Quadro 6: Resumo dos critérios relevantes para a postergação de forma

Postergação de Forma	Valor do Produto
	Incerteza de demanda
	Custo de transporte (ver seção 2.2)
	Variedade e tecnologia dos produtos
	Tecnologia do processo de fabricação do produto
	Gestão da informação da demanda

Fonte: Dados da pesquisa

As subseções seguintes apresentam cada um desses critérios detalhadamente.

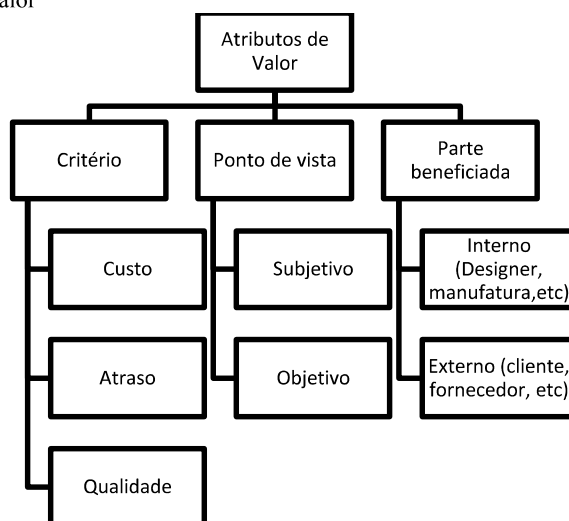
### 2.3.1 Valor do Produto

A primeira etapa no relacionamento entre o valor do produto e a postergação é a separação conceitual entre o preço do produto e seu valor. O preço do produto é o valor monetário que é cobrado pelo varejo ou por outra etapa da cadeia para a aquisição de um produto. Já o valor desse produto é medido pelas características, funções, qualidade ou outros critérios desse produto pelas quais os consumidores estão dispostos a adquiri-lo. Por exemplo, consistência e previsibilidade podem gerar valor para o consumidor em um mercado de varejo onde a disponibilidade de produto em certos períodos do ano são a chave para motivar os consumidores à compra desse produto. Verifica-se, portanto, que o valor é criado não somente através de um produto bem fabricado, bonito ou com funções desejáveis,

mas também com disponibilidade, conveniência ou outros critérios não imputáveis ao produto físico (HITT, IRELAND e HOSKISSON; 2003). Esse fenômeno é observado, por exemplo, em brinquedos que perdem muito de seu preço depois de passado o natal. Outro exemplo são os produtos perecíveis, que têm seu preço reduzido depois do primeiro dia de oferta (LEUNG, NG; 2007). Esse fenômeno pode ainda ser observado na indústria automobilística quando o preço de transação de um veículo sobe porque ele possui confiabilidade, um design atraente ou ainda possui uma boa assistência de pós-vendas. As reduções no preço do produto são necessárias para a venda dos produtos porque o cliente deixou de ver valor neles.

O desdobramento do raciocínio acima traz uma preocupação com a visão do cliente para a customização. Um nível maior de customização traz consigo um nível maior de complexidade, não somente para a empresa, mas também para o cliente, que precisa escolher entre um rol maior de produtos. O limite para a implantação da customização é a quantidade de valor que o cliente percebe em um produto mais próximo de suas necessidades específicas ou no exato momento de sua necessidade (DAABUL et al; 2011).

Figura 6: Atributos do Valor



Fonte: Baseado em Daabul et al (2007)

Percebe-se pela Figura 6 que os atributos de valor são formados por atributos mensuráveis como qualidade, custo e tempo, mas também por questões subjetivas como o quanto um atributo é importante ou não para uma pessoa. Além

do caráter objetivo dos atributos existe um olhar subjetivo do cliente, e que, portanto, varia para cada cliente.

Pode-se dizer que produtos customizados em sua forma tenham preços maiores, não por terem custos superiores de produção necessariamente, mas por oferecerem maior valor ao cliente.

Uma outra variável importante do valor do produto customizado é o custo do produto comum da plataforma desse produto. Pode-se observar que a oportunidade de postergação aumenta à medida que o valor da plataforma do produto diminui (GRAMAN; 2010). Talvez esse fenômeno possa ser observado porque plataformas mais baratas podem oferecer melhores condições para que se tenha custos marginais maiores com o emprego de níveis maiores de postergação para um mesmo preço final. Esse raciocínio oferece implicações gerenciais importantes para o desenvolvimento da postergação de forma.

É importante destacar a influência do preço do produto na curva de demanda para produtos com alta elasticidade de demanda (MANKIW; 2001). Demonstra-se, por exemplo, que é possível aumentar o lucro quando se oferece um desconto para o elo a jusante da cadeia para que este faça pedidos antecipados de produtos com alta variabilidade de demanda e sazonalidade (CAI, et al.; 2010). Através desse mecanismo, é possível gerenciar a demanda de um produto para evitar que ela ultrapasse a capacidade de uma cadeia de ofertá-lo. Dessa maneira, caso o *lead time* de produção seja alto, preços mais altos podem ser administrados com o intuito de evitar a falta do produto no mercado, gerando insatisfação e migração do cliente para a concorrência. Pode-se também usar níveis de preço e promoção para estimular a demanda, permitindo que faltas de produto aconteçam e aumentando o lucro líquido (LUO; 1997).

Os fabricantes de cadeias MTO com características de monopólios, sob circunstâncias de elasticidade de preços e com demanda estocástica, acumulam estoque de componentes ou módulos para evitar desabastecimento. Verifica-se também que decisões de preços, para esses fabricantes, servem para balancear a receita esperada para um nível de custos operacionais, assim como a integração das políticas de preços, de inventário e operacional reduzem a incerteza de demanda. É possível demonstrar ainda que, para essas cadeias, as abordagens de maximização de lucro são melhores que as abordagens de minimização de custos (LIN, WU; 2013).

Pode-se concluir, então, que a política de preço das empresas influencia a demanda e as políticas de inventário. Para operações com baixos custos marginais de produção, variações de demanda e custos de oportunidade, modelos MTS com variações de preço são preferíveis a modelos MTO sem essa possibilidade. Esse argumento apoia a utilização de descentralização de estoques para montadoras que não utilizam artifícios comerciais em suas cadeias de distribuição, propiciando a baixa variabilidade de demanda e baixos custos marginais de produção que são exigidos ao MTS.

Isso acontece porque os custos do tempo de resposta menor não podem ser compensados por preços maiores aos consumidores (MIEGHEM, DADA; 1999). É importante ressaltar que, em modelagens feitas de problemas do tipo “o problema do jornaleiro”, a alocação de lucro para jogos de postergação de quantidade e variação no preço distribuem o lucro de maneira desigual dentro da cadeia (GRANOT, YIN; 2008).

### **2.3.2 Incerteza da demanda**

Pode-se dividir a demanda em dois tipos: demanda dependente, quando a demanda de um item depende da demanda de outro (por exemplo, numa linha de montagem de carros, a montagem das rodas depende da quantidade de carros vendidos), e demanda independente, quando a demanda do item não depende de nenhum outro, mas depende do mercado em que ela está inserida. Considerando que os itens com demanda dependente estão atrelados a outros itens, é inegável que em algum ponto da cadeia de composição do produto as demandas independentes irão prevalecer. Tipicamente, bens acabados e embarcados para os clientes possuem demanda independente de qualquer outro item (GAITHER; FRAZIER, 2002).

A cadeia de suprimentos de peças de reposição segue uma demanda independente porque está sujeita às variações do mercado; tipicamente com oscilações estocásticas. Estas oscilações trazem mais incerteza ao planejamento e controle de inventário, o que influencia demasiadamente a decisão de centralização de estoques na cadeia de reposição de peças para veículos.

A demanda independente impõe uma decisão de como se deve realizar a atividade de previsão de demanda (DE LEEUW, VAN GOOR, VAN AMSTEL; 1999) e pode-se tratá-la sob duas dimensões: tempo e nível de agregação. Caso as



decisões sejam de curto prazo, essas previsões carregam níveis de incertezas e, portanto, erros menores. As previsões de mais longo prazo carregam incertezas e erros maiores, dada a maior dificuldade de ver todas as variáveis que impactam a previsão em futuros mais longínquos. Nota-se que as decisões de capacidade, seja na construção de fábricas ou armazéns, são as que necessitam ser feitas com maior tempo de antecedência devido ao tempo inerente para efetivá-las (CORREA; CORREA, 2008).

A segunda dimensão do planejamento de demanda independente é o nível de agregação. É demonstrável que quanto maior o nível de agregação da demanda, menor será o erro inerente à previsão, assim como o contrário também é verdadeiro (CORREA, CORREA; 2008; CHOPRA; 2003). Desse modo, quando se faz a previsão de demanda para cada item do portfólio de produtos em separado, tem-se um erro alto nas previsões enquanto que, caso façamos previsões para a linha completa de produtos, o erro será menor (CORREA, CORREA; 2008).

Portanto, caso a centralização de estoques venha em conjunto com a centralização da previsão de demanda, é esperado que haja um impacto positivo sobre o nível de serviço ou sobre o custo total de inventário.

Sob uma demanda estocástica, pode-se esperar que modelos de otimização sugerem a criação de capacidade adicional na fábrica. Isso ocorre porque o investimento inicial é anulado pela redução dos custos operacionais devido ao aumento de flexibilidade (SCHÜTZ, TOMASGARD e AHMED; 2009).

É demonstrável através de programação linear que os lucros são maiores para empresas com perfil MTS apenas para incertezas baixas, e para essas organizações os lucros se anulam para variações altas de demanda. O custo de produção atua de maneira similar. Para incertezas baixas, os custos de organizações MTS são melhores. Esses custos vão se deteriorando à medida que a incerteza vai aumentando (GUERICKE et al; 2012; LIN, WANG; 2011; CHOLETTE; 2009). Como a incerteza de demanda das montadoras no mercado de pós-vendas é alto, seria esperado que esse critério apoiasse a centralização de estoques.

Che, Narasimhan e Padmanabhan (2010) concordam com essas conclusões e mostram uma alternativa adicional para lidar com a incerteza de demanda reduzindo o tempo de espera do cliente. Os autores observaram que, em alguns setores, as empresas lidam com o risco de perda de vendas no caso da

postergação criando linhas de produto de entrada, mais simples e mais baratos. Assim, caso o cliente não deseje esperar pelo modelo mais completo, ele pode adquirir o modelo mais simples, e que possui custos de produção menores. Esse artifício ajuda a nivelar a demanda na manufatura.

Existem configurações mistas. Pode-se fabricar os produtos até seu ponto de desacoplamento de maneira especulativa, antes das vendas. Para uma descentralização de estoques, esse desacoplamento faz sentido à medida que atividades de montagem e composição dos produtos finais podem ser efetivados ao longo do transporte. Além disso, às vezes transportar partes ou sub-montagens e finalizar em pontos nos destinos finais tem um custo menor de transporte. Assim que os pedidos dos clientes começam a chegar, os produtos vão sendo customizados de acordo com a demanda final, com o aproveitamento dos ganhos de lucratividade e custos de produção para produtos com incertezas altas de demanda. Isso é feito com o uso da capacidade adicional à capacidade de produção do produto semiacabado. Dessa maneira, existem evidências que mostram que se pode reduzir o impacto da incerteza de demanda no custo do produto criando uma dependência maior do custo do produto semiacabado e do nível de capacidade de produção adicional estabelecida para a customização nesse custo (REIMANN; 2012). Infelizmente essa solução seria inviável para as montadoras uma vez que as autopeças não possuem condições de serem customizadas ao longo da cadeia.

Lee (2002) propõe uma solução diferente para diferentes tipos de incerteza de demanda. É importante notar que a postergação não é aplicada sempre, de maneira automática. Cada tipo de incerteza suscita um tipo diferente de cadeia de suprimento, como se vê no Quadro 7.

Quadro 7: Configurações de cadeia de suprimentos para diferentes níveis de incertezas

	<b>Baixa incerteza de demanda (produto funcional)</b>	<b>Alta incerteza de demanda (produto inovador)</b>
<b>Fonte de suprimento estável</b>	Cadeia de suprimento eficiente. Foco na redução de custos. Altos ganhos de produtividade. Just-in-time, automação, economias de escala, layout por produto. Distribuição direta manufatura – cliente (postergação máxima) visando redução do número de passos na cadeia logística.	Cadeia de suprimento de rápida resposta. Aplicação agressiva de postergação de forma através da aplicação de BTO. Compartilhamento de informação.
<b>Fonte de suprimento em desenvolvimento</b>	Cadeia de suprimento executada através de Gerenciamento de risco. MTS com múltiplos pontos de estocagem para gerenciamento de incertezas. Desenvolvimento de múltiplas fontes de suprimento. Compartilhamento de informações entre os elos.	Cadeias de suprimentos ágeis. Uso de cadeias mistas com pontos de desacoplamento entre demanda de produtos semiacabados e acabados. Aplicação de postergação de forma (customização) e local. Altíssimo compartilhamento de informação.

Fonte: Baseado em Lee (2002)

Nota-se no Quadro 7 que as cadeias de distribuição mais postergadas, e, portanto, mais centralizadas, aplicam-se para maiores incertezas de demanda, ao contrário de cadeias mais descentralizadas (especulativas), que se aplicam a demandas com baixa incerteza ou produtos mais funcionais.

Entretanto, Iyer, Deshpande e Wu (2003) propõem algo diferente: aplicar a postergação para lidar com variabilidade de demanda. Eles propõem a postergação da demanda em si. Dessa maneira, sempre que houvesse uma demanda acima da capacidade, o fornecedor pagaria pela postergação dessa demanda para um período no futuro. Como conclusão, o fornecedor poderia buscar capacidade adicional para lidar com a demanda extra postergada, se fosse o caso, reduzindo seu investimento em capacidade. Um axioma lógico dessa afirmação seria o fato de o cliente estar disposto a trocar o produto ou serviço por uma compensação financeira no curto prazo. A indústria automobilística aplica esse artifício ao aprovar, por exemplo, aluguel de veículo extra ao cliente enquanto o seu veículo encontra-se em reparo.

A gestão das incertezas em ambientes de postergação de local, seja na distribuição ou na manufatura, é feita através de uma gestão agressiva do compartilhamento das informações entre os elos da cadeia e a escolha de parceiros adequados. Normalmente, a postergação de local em ambientes com incertezas de demanda impõe níveis maiores de inventário para os elos superiores da cadeia (montadoras), assim como excesso de capacidade ociosa ou estoques intermediários

para lidar com as variações de demanda (GUNASEKARAN, NGAI; 2005), o que facilita a descentralização de estoques.

Não é somente a postergação de local que pode ser usada para mitigar os riscos inerentes à incerteza da demanda. A postergação de forma, seja através de modularização, seja através de diferenciação, também pode ser usada. A modularização prevê que sejam criados módulos genéricos comuns a diferentes tipos de produtos. A montagem final, o que diferencia o produto para o cliente, somente é feita quando a demanda é conhecida. No caso da diferenciação, o produto é totalmente produzido e fica estocado esperando uma pintura, a sua colocação na embalagem de venda ou apenas a colocação de uma etiqueta em uma língua diferente (CHOLETTE; 2009; ZINN, BOWERSOX; 1988).

### **2.3.3 Variedade e tecnologia dos produtos**

O produto está no centro de toda a cadeia de valor, dado que é ele o veículo para trazer valor ao cliente. Portanto, é natural que a customização em massa eficiente comece pelo desenho do produto. A elaboração de famílias comuns de produtos, ou plataformas, é um dos veículos da customização em massa para trazer reduções de escopo capazes de equiparar o custo de um produto customizado com um produzido em massa. É importante primeiramente definir todas as combinações que serão possíveis ao produto para que então as famílias sejam criadas (DAABUL et al.; 2011). As plataformas de veículos (os veículos possuem a base igual com diferenciação apenas em itens de aparência), aplicação da customização em massa para a indústria de veículos, podem trazer benefícios ao mercado de pós-vendas com a redução do número de *Stocking Keeping Unit* (SKU) e, portanto, redução no custo de inventário no longo prazo.

Os passos que servem de base para um desenho de produto postergável são: a identificação dos pontos postergáveis; a criação desses pontos no desenho do produto; o suporte gerencial de longo prazo para a postergação. Depois que se consegue desenhar um produto que permita a postergação, passa a ser importante a padronização do processo produtivo e sua modularização, a adoção de formas específicas para armazenagem e movimentação do produto e a adoção de tecnologias de informação e comunicação dentro e fora da empresa (FERREIRA, ALCÂNTARA; 2013b).

A modularização do processo produtivo requer que o produto passe por uma fase de desenho e de engenharia que permita a sua aplicação (GUNASEKARAN, NGAI; 2005). A modularização é aplicada, por exemplo, na indústria de tecnologia, que possui altos custos de inventário de produto acabado e alta taxa de obsolescência devido ao tempo de ciclo de produto ser baixo (LEE, 1997).

Depois de o produto ter sido desenhado da maneira apropriada, é possível definir o ponto de desacoplamento, ou também chamado ponto de customização, assim como a política de controle de inventário dos componentes ou do produto semiacabado (ZHOU, HUANG e ZHANG; 2014). O ponto de desacoplamento é o ponto a partir do qual o produto segue processos diferentes e se diferencia. Portanto, até esse ponto a base do processo produtivo e do produto é a mesma para todos os diferentes tipos de produto. Em geral, pode-se dizer que quanto mais cedo ocorrer o ponto de desacoplamento no processo, melhores serão os custos de inventário. O ponto ótimo depende da estrutura de custos dos componentes, do *lead time* de reposição e dos tempos de montagem (MA, WANG e LIU; 2002).

Quando os componentes de um produto são comuns, consegue-se a troca de inventário de produto acabado por inventário de componentes com redução global do custo de inventário total. Isso porque, sendo os componentes todos comuns para qualquer produto, fica mais difícil de haver falta de produto acabado por falta de componentes. Sendo o inventário de componentes mais barato que o de produtos acabados, a redução de custo de inventário acontece. Simulações aplicadas ao mercado de computadores mostram ganhos de 30% no inventário total. Quando as empresas assumem esse método, a melhoria contínua do processo de previsão de demanda dos componentes passa a ser ainda mais importante dada a ocorrência concomitante de dois fatores: a perda do efeito de agregação da demanda e o efeito de movimentação do risco conseguido com a postergação. Esse mesmo estudo mostra reduções adicionais de aproximadamente 15% no custo total de inventário para cada redução de 10 pontos percentuais no erro da previsão de demanda. Esse efeito fica tanto maior quanto maior a quantidade de variações de produtos acabados. O estudo mostra que, com um erro de 30% da previsão de demanda, existe um aumento de aproximadamente 25% no inventário total quando se aumenta em 10 vezes a quantidade de produtos em um ambiente postergado. Esse aumento é de 40% para

um ambiente MTS, muito em função do aumento de inventário de produtos acabados. No entanto, praticamente não existe aumento de inventário total caso haja o aumento na quantidade de produtos em um ambiente ATO com apenas 10% de erro do processo de previsão de demanda (CHENG et al.; 2002).

Uma análise mais ampla, feita por Labro (2004), sob a ótica contábil de acordo com a lógica ABC de custos e considerando desde o desenvolvimento do produto, mostra impactos negativos advindos da criação de produtos com componentes comuns que podem contrapor os ganhos de inventário. Segundo essa pesquisa, componentes mais comuns ficam mais complexos e, portanto, mais caros, pois deixam de ser específicos. Da mesma maneira, a pesquisa oferece indícios de que a literatura mostra que os impactos na cadeia de fornecedores também podem ter resultados desconhecidos e não necessariamente positivos do ponto de vista de custos. Encontram-se estudos de caso na literatura que parecem apoiar o fato de que a customização ou a modularização aumentam a complexidade na cadeia de suprimentos e por isso aumentam os custos (HUANG, LI; 2008). Huang e Li (2008) ainda argumentam que o tamanho do mercado é importante porque economias de escala podem ser conseguidas mesmo por empresas que praticam a postergação, se elas estiverem inseridas em mercados muito grandes.

Song e Zhao (2009) argumentam que os benefícios em reduções de inventário poderiam não acontecer, já que eles dependeriam do *lead time*, do custo do componente e das regras de alocação do inventário (FIFO ou MFIFO). Para que a comunicação possa surtir os resultados em redução de inventário, o *lead time* de suprimento deve ser idêntico quando se compara um ambiente com componentes comuns com outro com componentes diferentes. E ainda, para que o resultado positivo seja conseguido, deve-se aplicar a regra de MFIFO.

Alfaro e Corbett (2003) mostram mais situações em que a comunicação pode não ser uma boa alternativa, apesar de reconhecê-la como uma ferramenta para redução do risco por agregação de demanda. Eles argumentam que os estudos em geral consideram o efeito positivo da agregação de demanda, mas sob a presença de políticas de estoque ótimas. Eles concluem que, até um certo nível de inventário, o efeito de agregação da demanda de produtos acabados é positivo, mas que a partir desse ponto passa a ser melhor buscar pela otimização do inventário

como um todo. Alertam ainda que o efeito de agregação pode ser negativo caso a política de inventário não seja ótima, apoiando os argumentos de Song e Zhao (2009).

A variedade de produto também é uma ferramenta competitiva importante quando um produtor em massa compete com um customizado. Pode ser verificado que, dentro de um ambiente competitivo, o produtor em massa reduzirá a variedade ofertada para poder lidar com a competição do produtor customizado (ALPTEKINOGLU, CORBETT; 2008).

#### **2.3.4 Tecnologia do processo de fabricação do produto**

Talvez a etapa mais demandada da cadeia de valor em um ambiente de postergação seja a manufatura. Uma grande variedade de produtos traz a necessidade de diversos processos produtivos. Ainda que se aplique o conceito de modularização, são necessárias variações de processo produtivo.

Paradoxalmente, os ganhos de escala e eficiência de manufatura que possibilitam a produção barata dos produtos é conseguida através de fábricas concentradas em um ou em pouquíssimos produtos muito semelhantes (SKINNER; 1974).

Da mesma maneira que o produto, uma das maneiras de se obter flexibilidade na manufatura em um ambiente customizado é criar processos de produção que possam ser facilmente reorganizados e rearranjados de maneira que se altere o layout com a variação dos produtos, reduzindo-se assim os investimentos para troca de produto. É importante não perder o foco no cliente, enfocando apenas as reduções de custo (DAABUL et al; 2011; FREDRIKSSON, GADDE; 2005). Isso é muito difícil na indústria automobilística que em geral prefere arranjos físicos que estejam alinhados com a necessidade de alto volume a um baixo custo.

É importante considerar a configuração do produto no layout da fábrica. O ponto de desacoplamento deve ser considerado, pois até esse ponto o produto tem a mesma base e, portanto, muito provavelmente terá o mesmo processo produtivo. A partir dele começa a customização e, portanto, perde-se os ganhos de escala. Ter um layout que minimize o deslocamento de recursos entre as diversas variações pode ser uma boa tática para evitar desperdícios e minimizar a duplicação completa desses recursos.

Forza, Salvador e Trentin (2008) oferecem uma visão mais ampla das alterações no processo de manufatura além da mudança no processo fabril em si. Segundo eles, seriam possíveis 3 tipos de postergações: i) a eliminação do processo de previsão de demanda; ii) o atraso do processo de previsão de demanda; iii) a finalização do processo de configuração detalhada do produto depois do pedido do cliente. Cada tipo possui um impacto diferente nos indicadores de operação: custo de manutenção de inventário, *lead time* de entrega, custos de processamento, custos de transporte, qualidade e flexibilidade de configuração do produto. O resumo do impacto de cada tipo de postergação de forma nos indicadores operacionais é apresentado no Quadro 8.

Quadro 8: Impactos operacionais da postergação de forma

<b>Desempenho operacional</b>	<b>Tipo I</b>	<b>Tipo II</b>	<b>Tipo III</b>
Custo de manutenção de inventário	<i>Reduz:</i> efeito positivo da agregação de demanda e redução no risco de obsolescência	<i>Reduz:</i> efeito positivo da agregação de demanda, janela de previsão de demanda e melhoria da capacidade de aprendizado	<i>Aumenta:</i> Aumenta o custo do produto em estoque em função do aumento do valor agregado. <i>Sem impacto</i>
<i>Leadtime</i> de entrega	<i>Sem impacto</i> <i>Aumenta:</i> Aumenta a quantidade de atividades para atendimento do pedido	<i>Sem impacto</i> <i>Aumenta:</i> Aumenta a quantidade de atividades para atendimento do pedido	<i>Reduz:</i> Redução da quantidade de passos para atendimento do pedido
Custo de processamento	<i>Aumenta:</i> Redução do tamanho de lote e duplicação de ativos fixos	<i>Aumenta:</i> duplicação de ativos fixos	<i>Aumenta:</i> duplicação de ativos fixos
Flexibilidade para especificação de produto	<i>Sem impacto</i>	<i>Sem impacto</i>	<i>Aumento:</i> Informações de customização são requeridas para que o pedido seja completado
Custo de transporte	<i>Aumento:</i> Redução no tamanho médio dos despachos de produtos acabados <i>Redução:</i> Mudança no tipo de item embarcado	<i>Redução:</i> Mudança no tipo de item embarcado	<i>Redução:</i> Mudança no tipo de item embarcado
Qualidade	<i>Redução:</i> Garantia de qualidade é mais complicada quanto mais a jusante está a finalização do produto	<i>Redução:</i> Garantia de qualidade é mais complicada quanto mais a jusante está a finalização do produto	<i>Redução:</i> Garantia de qualidade é mais complicada quanto mais a jusante está a finalização do produto

Fonte: Adaptado de Forza, Salvador e Trentin (2008)



Outra mudança substancial em uma manufatura postergada é a necessidade de coordenação de curto, médio e longo prazos, não só entre as atividades dentro da fábrica como entre a fábrica e seus fornecedores. É comum encontrarmos processos sem coordenação dentro de um produtor em massa. Isso se deve muito em função da grande especialização das atividades. Já em um ambiente customizado, a necessidade de mudanças mais rápidas na linha para conteúdos com cargas de trabalho diferentes exige uma coordenação maior para que não haja interrupção do fluxo (FREDRIKSSON, GADDE; 2005).

Uma das ferramentas para lidar com ambientes MTO ou ATO é a manufatura enxuta, da qual um dos principais objetivos é reduzir tempo desde da colocação da ordem até a entrega do produto. De fato, existe uma grande correlação entre empresas que aplicam a manufatura enxuta e aplicam também o MTO (DEMETER, MATYUSZ; 2011).

### **2.3.5 Gestão da Informação de demanda**

Este critério diz respeito à gestão da informação para alocação de estoques, que pode ser tanto centralizada, quando uma autoridade central faz a reposição de todos os estoques, centrais ou locais, como descentralizada, quando cada unidade local faz a gestão do seu próprio estoque localmente, demandando material de uma localidade central ou de um fornecedor (DE LEEUW, VAN GOOR, VAN AMSTEL; 1999). Cada uma dessas duas alternativas tem comportamento diferente sob a presença de postergação. É demonstrável que, para cadeias com custo baixo de manufatura, o sistema de informação descentralizada é bem diferente de sistemas com informação centralizada, mostrando que esse último pode ser substancialmente melhor sob essas circunstâncias (GRANOT, YIN; 2008; HSIEH, WU e HUANG; 2008).

A gestão da demanda falha quando existe uma falta de entendimento dos gestores sobre a natureza dessa demanda. Isso não lhes permite identificar a maneira correta de competir, escolhendo entre uma cadeia de suprimentos eficiente ou ágil. Na primeira, o objetivo final é coordenar adequadamente o fluxo de materiais, reduzindo os estoques e, na mesma medida, melhorando o atendimento ao cliente. Já na cadeia de suprimentos ágil, o objetivo é reagir prontamente às variações

na demanda, posicionando os estoques e a capacidade produtiva de uma maneira que a empresa se proteja das incertezas da demanda (RITZMAN, KRAJEWSKI; 2004).

O gerenciamento da demanda ocorre quando a empresa se preocupa em entender o quê e quando será vendido aos clientes individualmente e usa as informações provenientes desses clientes para reduzir as incertezas inerentes a esse processo (LAMBERT, COOPER; 2000). Essa capacidade é muito difícil de ser conseguida para as montadoras, que não vendem apenas para os milhares de consumidores para também para os vários reparadores independentes. A capacidade de gerar e atualizar programas de entrega acurados é primordial para as empresas poderem lidar com a alteração de demanda no curto prazo. Portanto, a qualidade da informação do cliente ao fornecedor para que esse último possa programar sua fábrica e construir os inventários de maneira correta é uma questão central.

Três tipos de informações principais podem ser compartilhados pelo cliente com seu fornecedor: previsão de vendas dos produtos do cliente; programação de produção futura do cliente e programas de embarque dos componentes do fornecedor com quantidades e datas para os embarques. Para cada uma dessas três opções de compartilhamento de informações, três dimensões são possíveis: período firme de programação, quando o cliente se compromete a não mais mudar o programa; frequências fixas para revisão de programa; e horizonte de planejamento, que é o tempo total de visibilidade da necessidade que o cliente irá fornecer para seu fornecedor (KRAJEWSKI, WEI e TANG; 2005). Apesar de utilizar a lógica do compartilhamento da previsão de vendas com seus fornecedores, as montadoras não têm nenhuma dessas três lógicas aplicadas com seus concessionários, o que em última análise, deixa toda a variabilidade de demanda para ser absorvida pela própria montadora.

A qualidade do histórico e o tempo que esse histórico se faz disponível são importantes. Gaur, Fisher e Raman (2005) encontraram indícios que suportam o fato de que a relação entre a demanda real e a prevista, junto com outras duas variáveis, explicam 97,2% das variações de giro de inventário, um dos principais custos do mercado de varejo. Isso mostra o impacto de se fazer uma boa previsão de demanda nos resultados das empresas (REXHAUSEN, PIBERNIK, KAISER; 2012).

Um outro fator importante, que influencia a previsão de demanda, é o *lead time*. Existem pesquisas que mostram reduções de 50% do erro na previsão de

vendas com reduções semelhantes no *lead time* de suprimento. A isso se dá o nome de resposta rápida. Pode-se usar postergação de forma para se atingir a resposta rápida. O programa de produção agregado é gerado para os módulos de posse da informação agregada de demanda. Mais tarde, quando as condições de mercado estão mais claras, define-se a demanda de cada produto, quebrando-se a demanda agregada. Essa prática diminui o erro da previsão de venda pelos efeitos de agregação e redução do *lead time*. Entretanto, pesquisas de programação linear apontam para o fato de que o seu resultado depende de outros fatores.

Assim, a aplicação da resposta rápida somente seria mais lucrativa que o modelo tradicional de produção para produtos com custos de diferenciação baixos, custo de estoque alto, alta incerteza de demanda ou baixa capacidade de produção (ZHANG, SHOU e CHEN; 2013). Cavusoglu, Cavusoglu e Raghunathan (2011) concordam com esse resultado, mas acrescentam que não se pode olhar o compartilhamento de informações em conjunto com a postergação de manufatura apenas sob a ótica de reduções de custo de inventário e produção do lado da manufatura. Eles afirmam que existem indícios de que essas alternativas podem tanto beneficiar como prejudicar o varejista. Observaram ainda que o compartilhamento de informações entre varejista e manufatura é muito delicado e nem sempre fácil. Também afirmam que é muito difícil que um varejista compartilhe voluntariamente suas informações de demanda com a manufatura caso essa já tenha adotado a postergação. Sob essa ótica, o compartilhamento de informações pode tanto incentivar a postergação como conflitar com ela.

Muito embora existam evidências de reduções relevantes de inventário através da implantação de postergação de forma na indústria de alimentos, a gestão da demanda constitui um fator relevante para a conclusão final se a postergação vale ou não a pena. A gestão da demanda constitui um fator favorável à postergação de manufatura quando ela permite a eliminação do impacto de toda a flutuação e incerteza de demanda do processo produtivo. Na mesma medida, constitui-se em fator não favorável à postergação quando sua aplicação aumenta o desvio-padrão e, por consequência, o estoque de segurança em função do aumento significativo da quantidade de itens (WONG et al; 2011). Essa conclusão parece apoiar as conclusões de De Leeuw, van Goor e van Amsterl (1999) e reforçar a gestão de demanda como um fator relevante na decisão sobre a postergação.

O efeito chicote foi descoberto em 1961 e mostra como problemas de falta de divisão da informação, de lotes de compra, de racionamento e jogos na cadeia de suprimentos podem causar super-estocagem a montante da cadeia de suprimentos. Esse efeito acontece quando pequenas variações de demanda do lado do varejista geram altas variações do lado oposto, a montante da cadeia (LEE; 2002). Verifica-se que lotes de compra muito maiores que a média de demanda, assim como níveis baixos de compartilhamento de informações, favorecem o aparecimento desse efeito (HUSSAIN, DRAKE; 2011). Portanto, caso a gestão da demanda seja feita em níveis, como no caso da descentralização do estoque, é esperado que ocorra o efeito chicote em algum nível caso medidas não sejam tomadas.

Verifica-se que a principal prática para se evitar esse efeito é o compartilhamento de informações. Essa prática é responsável pelo aumento da lucratividade na cadeia através de políticas comerciais conjuntas ou até da gestão conjunta do inventário (LEE; 2002). Em circunstâncias em que as margens totais são baixas, por exemplo, em produtos de baixo valor agregado, existe uma vantagem significativa em se obter toda a informação sobre a demanda de mercado (GRANOT, YIN; 2008).

É importante ressaltar que o compartilhamento de informações é relevante tanto a montante como a jusante da cadeia. A informação do pedido do cliente pode ser usada na logística de distribuição para a priorização e o estabelecimento de metas de entrega. Nesse caso, clientes que estão mais longe da manufatura ou estão com os pedidos mais atrasados poderiam ter seu transporte agilizado através de um modal mais rápido. Isso faria com que o custo geral fosse otimizado, utilizando-se transporte urgente apenas quando o cliente fosse realmente beneficiado (HOLWEG, MIEMCZYK; 2002). As montadoras, de uma maneira geral, em suas operações de pós-vendas têm sistemas de gerenciamento de estoque do tipo *Vendor Management Inventory* (VMI) que ajudam a minimizar o impacto do efeito chicote na cadeia.

Podem ocorrer problemas em uma cadeia de distribuição de múltiplos níveis quando os estoques são desbalanceados em virtude da variabilidade da demanda. Nesse caso, os custos de inventário aumentam e o nível de serviço cai. Portanto, existem evidências que apoiam o fato de que a decisão acerca do método

de gestão da informação para alocação é influenciada pelo custo de inventário total do sistema e pelo nível de serviço (REID; 1987).

A subseção a seguir inicia a discussão sobre postergação de tempo.

## 2.4 Postergação de tempo

O movimento dos materiais através da cadeia de distribuição pode ocorrer apenas no momento do pedido do cliente, ou anteriormente a ele. No primeiro caso, aplica-se a postergação de tempo, para a qual não existe nenhum método de previsão de demanda para distribuição, uma vez que o material se movimenta contra pedido. No segundo caso, aplica-se a especulação de distribuição e os movimentos dos materiais são feitos com base em processos de previsão de demanda que possuem alguma complexidade (SU, CHANG, FERGUSON; 2005). Pode-se dizer também que o primeiro método é “puxado”, pois ele não considera as quantidades de reposição das manufaturas, e sim a demanda do cliente. Já o segundo método é dito “empurrado”, uma vez que a produção ou as compras excedem as necessidades do cliente (BALLOU; 2006). Quanto maior o horizonte firme para os pedidos dos clientes, ou quanto maior a postergação de tempo, maior será o desempenho do sistema de suprimentos em função da redução de incerteza no processo de previsão de demanda (GALLEGO, ÖZER; 2001). As práticas da indústria nesse quesito estão dispersas. Algumas montadoras aplicam o modelo “empurrado”. Já outras, notadamente as japonesas, aplicam o modelo “puxado”.

Dada a ausência de preparação da cadeia de distribuição exposta através da inexistência de um método de previsão de demanda, é esperado que os critérios *flexibilidade e visibilidade dos pedidos* dos clientes sejam importantes para a decisão de postergação de tempo (WANKE, ZINN; 2003). De maneira análoga, caso a *demanda seja muito variável e incerta*, ela tenderá a gerar muito risco de obsolescência e altas variações, tornando-se, portanto, outro critério importante na decisão (ZINN; BOWERSOX; 1988; WANKE, ZINN; 2003; BAILEY, RABINOVICH; 2006).

Também é importante considerar que o atraso no envio do material para um local próximo ao cliente exige que um estoque maior seja mantido mais próximo à manufatura, para que seja possível o atendimento quando houver o pedido; característica de um sistema de estoque centralizado. Por outro lado, *o custo de*

*estocar o produto* torna-se um importante na decisão de postergação por tempo (WANKE et al.; 2006). O Quadro 9 resume os critérios pertinentes à postergação de tempo.

Quadro 9: Resumo dos critérios relevantes para a postergação de tempo

Postergação de Tempo	Flexibilidade
	Visibilidade para atendimento de pedido
	Incerteza da demanda (ver seção 2.3)
	Custo de inventário (ver seção 2.2)

Fonte: Elaborado pelo autor

A seguir, encontra-se o detalhamento de cada critério.

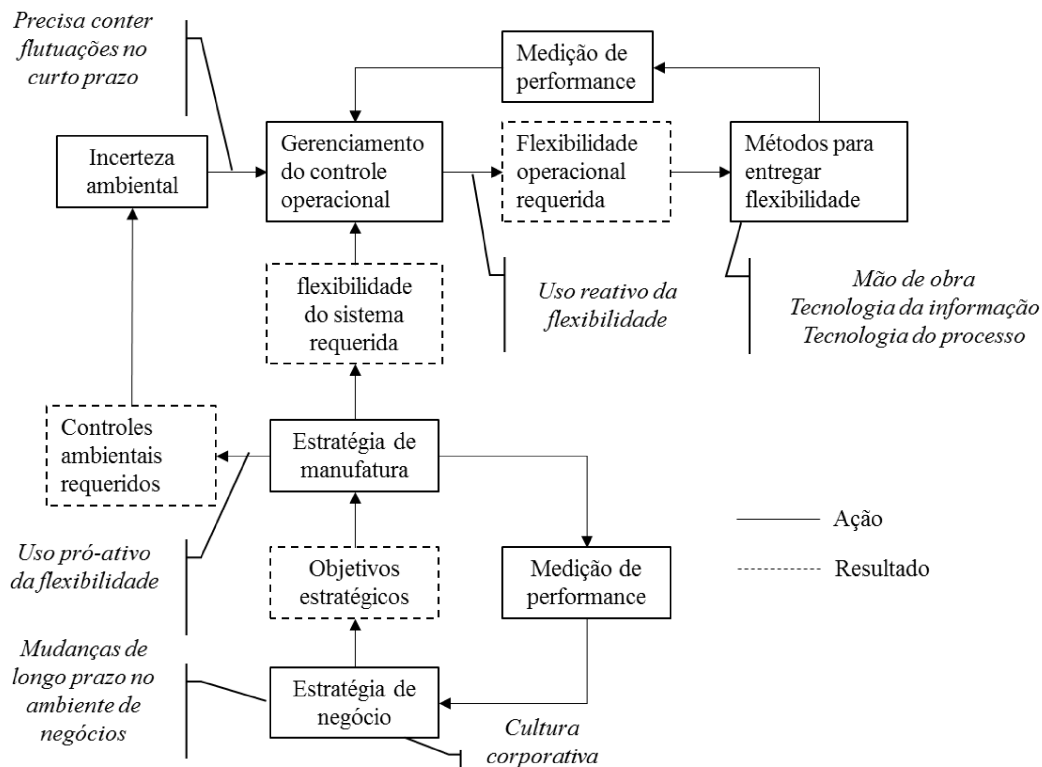
#### 2.4.1 Flexibilidade

A flexibilidade tem sido vista como uma característica importante das manufaturas desde da década de 80. Dixon (1992) mede a flexibilidade de uma fábrica usando as seguintes dimensões: variedade de produtos, capacidade de inclusão de novos produtos e modificação da linha. A flexibilidade para a variedade de produtos pode ser definida como sendo a capacidade de uma fábrica de processar uma variedade de produtos em um curto espaço de tempo sem grandes modificações nas instalações, o que sugere uma maior possibilidade de realizar centralização de estoques. A flexibilidade para a inclusão de novos produtos mede a capacidade com a qual a fábrica introduz novos produtos na fábrica. A flexibilidade para modificação pode ser definida como sendo a capacidade de uma fábrica fazer modificações em produtos existentes rapidamente para atender às expectativas de clientes. A flexibilidade pode ser usada, principalmente, como uma ferramenta de proteção para uma grande variabilidade na demanda, quando a média de demanda está próxima da capacidade produtiva (TANRISEVER, MORRICE e MORTON; 2012).

Gupta e Somers (1992) partem da mesma origem sobre a flexibilidade, argumentando que ela trata da capacidade que uma fábrica tem de se ajustar à mudança de circunstâncias. No entanto, eles aumentam o escopo de análise criando um instrumento de medição do nível de flexibilidade da fábrica com 9 critérios, reduzidos a partir de 34 características: volume, programação de fábrica, processo, produto e produção, mercado, máquina, roteamento, manuseio de materiais e

expansão. A definição de Gupta e Somers (1992) é mais completa e considera medidas internas e externas ao ambiente da fábrica e do negócio. Ela contém a definição anterior e ainda considera variáveis de custo, tempo e de mercado. Existem outros critérios de medidas principalmente focados nos ambientes internos à fábrica (PARKER, WIRTH; 1999).

Figura 7: Visão esquemática da relação entre flexibilidade e operações



Fonte: Beach et al. (2000)

Beach et al (2000) apresenta uma relação entre flexibilidade e operações (Figura 7). A necessidade de flexibilidade pode nascer da incerteza inerente ao próprio ambiente ou de uma definição estratégica. Quando ela nasce de uma incerteza do ambiente, a flexibilidade provoca uma necessidade da gerência de controlar essa incerteza operacionalmente, desenhando, reativamente, táticas operacionais baseadas em flexibilidade de mão-de-obra, informação e processos. Quando nasce de uma definição estratégica, a flexibilidade forma um conjunto de objetivos estratégicos e desenhos de manufatura, usando-se de uma cultura organizacional voltada para a inovação, que é capaz de lidar pró-ativamente com as

variações do ambiente, podendo ou não gerar outros desdobramentos táticos operacionais.

Quando aplicado à cadeia de suprimentos como um todo, o conceito de flexibilidade pode ser dividido em flexibilidade de fonte de suprimento, flexibilidade de operações, flexibilidade de distribuição e flexibilidade de informações (MOON, YI e NGAI; 2012). Como medidas objetivas da flexibilidade na cadeia de suprimento, pode-se elencar o *lead time*, os custos e a capacidade adicional requerida pela cadeia para que ela possa se adaptar às incertezas (FISCHER et al. 2014).

Um exemplo de flexibilidade para suprimento é observado quando uma empresa de alimentos tem falta de suprimentos de seu principal fornecedor diante de um problema meteorológico ou de uma praga. Diante de um problema como esse, a empresa pode desenvolver uma fonte alternativa enquanto durar o problema de seu fornecedor. A viabilidade dessa prática é dada em função da capacidade desse fornecedor de dominar o preço de atacado de seu produto e do benefício marginal conseguido pelo comprador com a mudança de fonte (XU, ZUO e LIU; 2015).

A flexibilidade apresenta, todavia, um *trade off* na eficiência operacional. Assim sendo, empresas muito flexíveis tendem a ser mais ineficientes operacionalmente principalmente por perderem ganhos de escala. As montadoras, como dependentes contumazes dos ganhos de escala, em geral, possuem baixa flexibilidade de adaptação a pequenos volumes ou a variações rápidas de ambiente, em que pese o fato de que são necessários entre 3 e 5 anos para conceber um veículo e colocá-lo em produção. Entretanto, quando a flexibilidade faz parte da estratégia empresarial, cria-se uma competição baseada em tempo compensando perdas operacionais, podendo trazer ganhos maiores para a empresa por satisfazer às necessidades do cliente de uma maneira mais completa (KORTMANN et al.; 2014).

Vanovermeire e Sörensen (2014) defendem que flexibilidade pode facilitar a cooperação horizontal no transporte. Eles argumentam que o grande desafio para desenvolver cooperação é a maneira como se faz a redistribuição dos ganhos advindos dessa cooperação. Eles argumentam que empresas que são mais flexíveis em seus parâmetros de operação, como tempo e condições de entrega, não



só facilitam a cooperação como também aumentam os ganhos para si e para o sistema.

A flexibilidade é importante para empresas que têm em seu horizonte perspectivas de crescimento ou aumento na variabilidade de produtos, com alto nível de serviço. Dessa maneira, espera-se que a flexibilidade seja um critério que apoia a descentralização de estoques.

Para as empresas flexíveis é importante poder acessar capacidade adicional rapidamente a um custo baixo, ou mesmo ter capacidade adicional ociosa para que possa maximizar seus lucros quando a oportunidade chegar. Essas empresas também devem aumentar a confiabilidade e a qualidade de seus fornecedores. Custos operacionais maiores no curto prazo são compensados por vantagens competitivas no longo prazo que propiciam tomadas maiores de parcela de mercado (DAS; 2011). Esse resultado se justifica em função do prazo necessário para adequações de capacidade. Empresas que possuem capacidade de antemão reagem mais rápido e, no pior cenário, podem vender a capacidade adicional para outras empresas a custos altos.

#### **2.4.2 Visibilidade para atendimento do pedido**

A visibilidade tem sido tratada de maneira genérica pela literatura. Muito tem se pesquisado de como o compartilhamento de informações é importante para a gestão da cadeia de suprimentos. O compartilhamento de informações tem sido uma iniciativa importante para minimizar o impacto do efeito chicote causado pela incerteza de demanda ao longo da cadeia. No entanto, apenas o compartilhamento de informações não se configura em visibilidade. Para que se tenha uma maior visibilidade é importante que o compartilhamento de informação relevante aconteça em tempo, com qualidade, entre parceiros que colaboram e de maneira única. A maneira como o compartilhamento de informações é implantada na cadeia de suprimento deve, portanto, ser única e não reproduzível pela concorrência para que haja uma verdadeira visibilidade de informações (BARRAT, OKE; 2007).

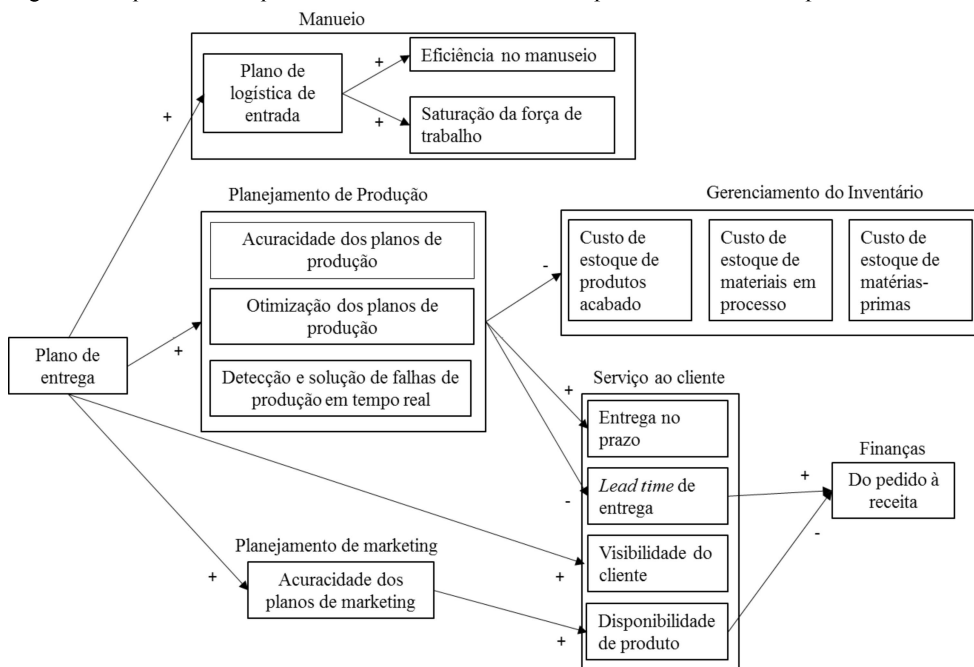
É importante notar que o excesso de informações pode trazer confusão e, ao invés de melhorar o tempo de resposta da empresa, o piora (WILLIAMS et al.; 2013). Assim uma grande quantidade de status intermediários de material em trânsito pode apenas trazer custos maiores de transação sem, entretanto, prover assertividade

de quando o material será recebido no destino. A visibilidade deve, portanto, ser desenhada com ferramentas organizações internas e integradas, capazes de responder de maneira organizada e sincronizada às informações que são recebidas.

De uma maneira geral, existem indícios que apoiam o fato de que o aprimoramento da visibilidade de informações para o atendimento dos pedidos causa um impacto positivo no fluxo de transporte de recebimento desses pedidos e nos planos de produção, além de melhorar a acuracidade dos planos de marketing (vide Figura 8). Uma melhora na acuracidade dos planos de produção causa a redução dos inventários e melhora do nível de serviço. Todos esses fatores podem afetar as estratégias de centralização e descentralização dos estoques, pois quanto maior a visibilidade de informações na cadeia de autopeças, melhor será o controle dos estoques e mais fácil a tomada de decisão de alocação desses estoques, principalmente quando se considera a grande quantidade de SKUs disponíveis na cadeia.

A Figura 8 traz os impactos que podem ser resultado de uma visibilidade eficiente para o atendimento dos pedidos

Figura 8: Esquema dos impactos no aumento da visibilidade para atendimento dos pedidos



Fonte: Caridi et al. (2014)

A Figura 8 mostram que vários tipos de planejamento influenciam positivamente no gerenciamento de inventário e serviço ao cliente. Caridi et al.

(2014), por meio de modelos de decisão multicritério, demonstraram que um aumento da visibilidade na cadeia de suprimentos, apesar de gerar um alto investimento, é capaz de minimizar o risco de demanda, reduzindo assim o custo da cadeia de suprimentos (NOORAIE, PARAST; 2015).

A indústria automobilística possui, em geral, grande integração eletrônica com sua rede de concessionárias.

### 3 APOIO À TOMADA DE DECISÃO MULTICRITÉRIO

#### 3.1 Introdução

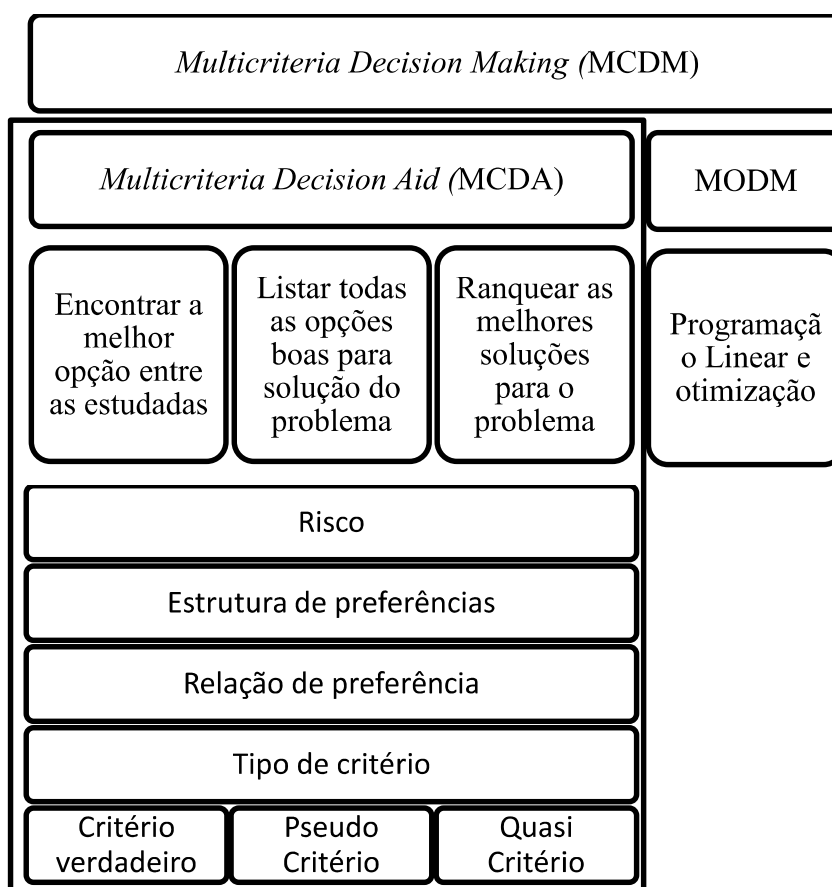
No caso da indústria automobilística, a grande quantidade de fornecedores espalhados por todo o mundo à montante, e uma distribuição nacional à jusante, com clientes localizados por todo território brasileiro, trazem grandes desafios, oportunidades e riscos para suas malhas de distribuição, especialmente a de peças de reposição. Essas malhas de distribuição, enquanto participantes das cadeias de suprimento modernas, podem ainda ser custosas e de necessitar de grandes prazos para seus desenvolvimentos.

Uma decisão precisa ser tomada sempre diante de um problema ou de uma oportunidade com mais de um curso de ação possível e plausível (GOMES; GOMES, ALMEIDA; 2009). Portanto, a necessidade de se tomar uma decisão não necessariamente é gerada a partir de um problema, mas pode ser gerada apenas pelo sentimento de que algo precisa ser feito em relação a uma situação qualquer (BELTON e STEWART; 2002).

Problemas que requerem decisão geralmente envolvem múltiplos objetivos, de maneira que os tomadores de decisão podem buscar maximizar ou minimizar mais de um objetivo de uma só vez. Esses objetivos podem ser conflitantes. Os problemas podem envolver incerteza, de modo que os desdobramentos ou ganhos de um certo curso de ação não são totalmente conhecidos. Associada a essa incerteza está a atitude do tomador de decisão em relação ao risco. Tomadores de decisão mais afeitos ao risco podem aceitar chances menores de realização de um certo ganho, estando mais dispostos a correrem riscos maiores. Embora, esta dissertação não tenha foco no estudo sobre o risco de uma decisão, muitos critérios foram estudados dentro da temática da indústria automobilística que impoem muitas incertezas. Ainda, os problemas que requerem decisão podem possuir grande complexidade, já que as alternativas podem ser apresentadas em grandes quantidades e podem ter uma natureza sequencial, quando uma decisão desencadeia uma série de outras alternativas possíveis. Por fim, os problemas que requerem decisão possuem mais de um interessado nos desdobramentos dessa decisão, ou *stakeholder* (GOODWIN, WRIGHT; 2004). O presente estudo apresenta uma maior simplicidade quanto ao número de alternativas e de *stakeholders*, no entanto

apresenta uma complexidade quanto às preferências dos indivíduos dada diversidade de escolha dos critérios e sua importância. É fato que o processo decisório é produto de diversas interações entre as preferências de indivíduos e grupos de influência (ENSSLIN, MONTIBELLER NETO, NORONHA; 2001). A Figura 9 apresenta a divisão das metodologias multicritério de apoio à decisão (MCDM)

Figura 9 – Resumo das dimensões dos modelos de MCDM



Fonte: Colson e Bruyn (1989)

Segundo Colson e Bruyn (1989) o método multicritério de apoio à decisão (MCDM) é a base de todo o modelo de análise de decisão. Esse método foi introduzido na década de 60 com sistemas ainda rudimentares e programação linear de objetivos baseada em técnicas de otimização (MODM) (DYER et al; 1992). Existem várias metodologias com diversas abordagens para o apoio à decisão multicritério. Elas podem ser divididas em duas linhas de estudo principais: os métodos multiobjetivo (COLSON, BRUYN; 1989), que possuem uma linha determinística quantitativa focada na criação de algoritmos interativos de

programação linear para solução de problemas com diversas funções objetivo simultâneas (GARDINER, STEUER; 1994; VANDERPOOTEN, VINCKE; 1989), ou os métodos multiatributo, cuja a quantidade de objetivos é finita e discreta (COLSON, BRUYN; 1989).

Deve-se considerar que o enfoque multiatributo (MADM), também chamado de abordagem multicritério de apoio à decisão (MCDA) (ENSSLIN, MONTIBELLER e NORONHA; 2001), não visa apresentar ao decisor uma solução para seu problema, mas apoiar o processo decisório recomendando cursos de ação de acordo com suas preferências (GOMES; GOMES, ALMEIDA; 2009), ou simplesmente encontrando uma solução que o decisor acredite ser eficiente ou preferível entre todas as outras (COLSON, BRUYN; 1989). Sendo assim, esse método pressupõe que será tomada a “melhor” decisão, entre pelo menos duas alternativas, com vários critérios envolvidos nessa decisão, por vezes contraditórios ou conflitantes. A necessidade dessa decisão não necessariamente é gerada a partir de um problema, mas pode ser gerada apenas pelo sentimento de que algo precisa ser feito em relação a uma situação qualquer (BELTON e STEWART; 2002). O Quadro 10 apresenta um resumo das abordagens e relações de preferência possíveis com o MCDM.

Quadro 10: Relações de abordagens e preferência

Abordagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método de agregação e elucidação de preferências</li> <li>• Agregação em um metacritério</li> <li>• Quando excede o nível no ranqueamento</li> <li>• Detecção progressiva das preferências</li> <li>• Possibilidade de troca entre preferências entre critérios</li> <li>• Abordagens compensatórias</li> <li>• Abordagens não compensatórias</li> <li>• Abordagens parcialmente compensatórias</li> </ul>
Relação de preferência	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>a</math> é preferível à <math>b</math>.</li> <li>• <math>a</math> é indiferente à <math>b</math>.</li> <li>• <math>a</math> é incomparável à <math>b</math>.</li> </ul>

Fonte: Colson e Bruyn (1989)

As abordagens relevantes podem ser divididas em pré-articulação das preferências ou articulação progressiva das preferências. O primeiro prevê o levantamento dos julgamentos e preferências do decisor antes que o processo comece. Essas preferências devem ser levantadas de maneira metódica e retroalimentadas aos decisores para que eles possam aprender com suas preferências.

O segundo grupo de métodos prevê a exploração sistemática do espaço de decisão, sem que para isso seja preciso levantar as preferências ou julgamentos dos decisores. Algumas vezes uma abordagem mais interativa é usada para o segundo grupo de métodos. Nessa abordagem, entrevistas e métodos computacionais são usados em fases sequenciais e geram conjuntos de soluções que são então submetidos ao decisor. Caso ele se satisfaça com a solução oferecida, o processo para. Caso contrário, ele segue para uma nova fase. Em função de suas vantagens e desvantagens em relação aos métodos de articulação progressiva, os métodos de pré-articulação são os mais comumente utilizados em casos reais. Entre esses métodos, existem três linhas de pensamento definidas: abordagens por valor, por utilidade e por ranqueamento. Na primeira linha de pensamento, são montadas funções de valor que levam em consideração as preferências relativas e pesos entre os critérios. Na segunda, leva-se em consideração a atitude do decisor ao risco em relação a cada alternativa. Na terceira linha de pensamento, também chamada de Analytical Hierarchy Process (AHP), as alternativas são priorizadas e ranqueadas umas em relação às outras (BANA E COSTA, STEWART, VANSNICK; 1997). Este é o método utilizado nesta dissertação

Esses métodos devem ter a habilidade de lidar com três tipos de decisão: (1) sob risco, quando não se tem certeza sobre eventos futuros, decorrentes ou não da decisão; (2) sob incerteza, quando as informações relevantes à decisão são desconhecidas total ou parcialmente; (3) sob imprecisão, quando fica impossível determinar com clareza o peso dos critérios e a pontuação das alternativas (LIMA JUNIOR, OSIRO e CARPINETTI; 2013).

Existem outros métodos como o ELECTRE, em todas as suas variações, elaborado pela escola francesa, o PROMETHEE e o MACBETH, ambos também de origem europeia. Esses métodos são mais recentes e apresentam algumas diferenças em relação aos métodos de pré-articulação. Eles foram desenvolvidos para melhorar dificuldades dos métodos originais, apresentando algumas pequenas variações metodológicas como, por exemplo, as mudanças feitas nas escalas de comparação para o método MACBETH (HURSON, SISKOS; 2014). Entretanto, todos esses métodos requerem a aplicação de softwares específicos o que torna sua aplicação mais complexa e menos transparente aos decisores. Em virtude dessa

pequena variação metodológica e da necessidade de softwares de aplicação, esses métodos não serão detalhados na presente pesquisa.

Para algumas aplicações, diferentes métodos MCDA apresentam diferentes resultados. A principal dificuldade, quando se leva em conta assuntos complexos e um grande número de decisores como é o caso da presente pesquisa, é chegar a um consenso em torno das alternativas a serem consideradas e os pesos que serão dados para essas alternativas e para os critérios. Por isso, métodos de reconciliação de pesos foram indicados nesses casos (BELL et al.; 2001). Apesar das dificuldades, verifica-se em diversos campos que uma contribuição significativa do MADM é prover aos decisores um melhor entendimento de suas posições acerca de alternativas e critérios relevantes às suas decisões (BELL et al.; 2001; ZOPOUNIDIS, DOUMPOS; 2002; BURNAZ, TOPCU; 2006)).

Segundo Moskowitz e Bunn (1987), os seguintes passos devem ser cumpridos para o desenvolvimento de um bom processo decisório:

- Formular e estruturar o problema de decisão; gerar alternativas; especificar objetivos e critério e enumerar cenários possíveis e seus impactos;
- Enunciar a probabilidade de cada cenário e seu resultado;
- Determinar as preferências do decisor para cada critério; determinar a curva de utilidade;
- Selecionar a alternativa que maximiza a utilidade.

O MCDA facilita a aprendizagem sobre o problema e habilita as pessoas a levarem seus valores em consideração na solução desse problema. Nesse contexto, um critério pode ser considerado como uma característica de um objeto de escolha e que pode ser avaliada objetivamente de acordo com escalas de medida (COLSON, BRUYN; 1989).

Todas as metodologias possuem o mesmo ponto de partida: a estruturação de um problema em termos de seus critérios de avaliação individuais, cada um representando uma dimensão do problema a ser estudado.

### **3.2 Abordagem multicritério baseada em valor ou utilidade**

Imagine uma função do tipo “maximizar uma variável dependente”, onde as variáveis independentes dessa função são as variáveis de decisão. Essas



variáveis pertencem ao espaço de todas as alternativas possíveis para solução dessa equação. Geralmente, esse tipo de problema oferece uma série de soluções eficientes, com base no valor que essa solução devolve ao decisor. O principal objetivo da *multi-attribute Value Theory*, ou MAVT, é ajudar o decisor a encontrar a solução mais preferível de acordo com suas preferências (KORHONEN; MOSKOWITZ; WALLENIOUS; 1992).

A abordagem MAVT é indicada devido a quatro propriedades listadas por Schuwirth, Reichert e Lienert (2012): (a) é uma teoria fundamentada no axioma da escolha racional, o que torna seus resultados defensáveis; (b) incerteza e risco podem ser considerados mais facilmente com essa teoria, usando a variante MAUT; (c) sua complexidade não aumenta com a quantidade de alternativas, dado que toda sua estruturação é feita independentemente da quantidade de alternativas; (d) esse método oferece a opção de inclusão de novas alternativas no meio do processo de avaliação sem a necessidade de se reestruturar totalmente o processo decisório.

Os problemas de MAVT podem ser divididos em dois tipos: discretos ou contínuos. No primeiro tipo, as soluções são finitas como, por exemplo, uma escolha entre um conjunto de projetos de investimento. No segundo tipo, as soluções são infinitas e pertencem a uma função, como por exemplo, no caso de uma escolha entre modelos macroeconômicos representados por funções (KORHONEN; MOSKOWITZ; WALLENIOUS; 1992).

A função de valor é uma ferramenta usada para avaliar o desempenho quantificável de cada curso de ação potencial de acordo com o sistema de valores dos decisores. Ela existe para auxiliar os decisores na articulação de suas preferências e é usada para ordenar a intensidade dessas preferências (ENSSLIN, MONTIBELLER NETO, NORONHA; 2001).

A teoria multicritério baseada em utilidade tem uma construção semelhante à teoria multicritério baseada em valor. No entanto, essa variação possibilita a consideração de incerteza ou risco no processo decisório (KORHONEN; MOSKOWITZ; WALLENIOUS; 1992). Utilidade seria definida como a preferência do decisor por uma alternativa “ $x$ ” qualquer, dado que existe uma probabilidade “ $p$ ”, sendo  $p < 1$ , que essa alternativa ocorra (KEENEY, RAIFFA; 1993).

Essa teoria traz consigo a definição de comportamento em relação ao risco. Esse comportamento pode ser trabalhado da seguinte maneira: seja a

consequência  $x'$  e uma consequência menos preferível  $x''$  com igual probabilidade de ocorrência. A consequência esperada para a loteria entre essas duas consequências é  $x''' = (x' + x'') / 2$ . Pode-se então dizer que o decisor é avesso ao risco se ele escolher qualquer uma das duas alternativas ao invés da loteria (KEENEY, RAIFA; 1993)

Em virtude da consideração de risco e/ou probabilidade, os métodos matemáticos usados para sua aplicação são mais complicados, assim como os questionários usados para levantar as funções de utilidade a partir das preferências dos decisores (DYER et al; 1992).

As principais críticas, segundo Colson e Bruyn (1989), a esse método são:

- A validade da função de utilidade esperada, que expõe o comportamento ao risco através de uma função probabilidade, não foi evidenciada cientificamente, nem é similar a qualquer outro processo;
- A construção da função utilidade requer questionários extensos;
- Não há certeza sobre a estrutura de preferências;
- Assume-se que o decisor irá se comportar de acordo com um axioma de comportamento racional, o que nem sempre acontece.

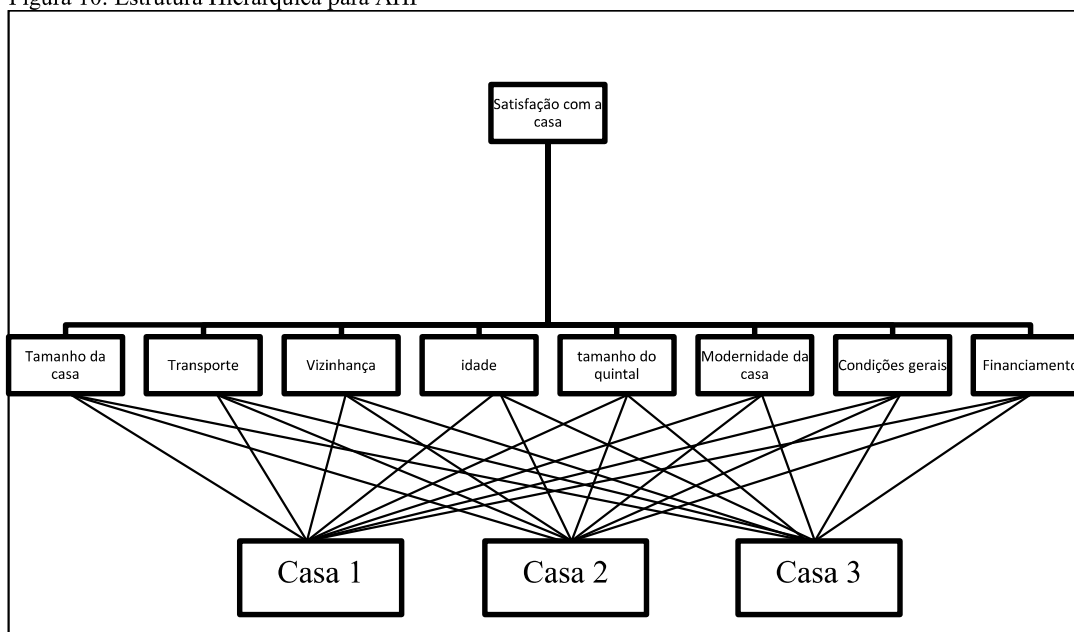
Apesar dessas críticas e de ser um campo de pesquisa ainda recente, o desenvolvimento de ferramentas computacionais interativas tem despertado um interesse crescente de pesquisadores colaborando no desenvolvimento de novos trabalhos, com foco na aplicação e na formulação dos modelos decisórios. Esses trabalhos têm contribuído para o desenvolvimento do *Multi-Attribute Utility Theory*, ou MAUT (MOSKOWITZ, BUNN; 1987). Encontram-se na literatura, por exemplo, técnicas de utilização de MAVT para as partes inferiores da estrutura de decisão e MAUT apenas para as instâncias superiores. Essas técnicas podem reduzir os tempos de entrevista com os decisores, além de oferecer a vantagem de permitir a inclusão de novas alternativas no meio do processo decisório, sem prejuízo das estruturas já desenvolvidas e sem provocar inconsistências com o ranqueamento reverso dessas alternativas. A agregação dos valores dos objetivos inferiores é construída com os decisores, ao invés de ser calculada através de alguma metodologia e, finalmente, a combinação de MAVT e MAUT permite a consideração de risco e incertezas no

cenário decisório geral. Apesar dos ganhos, essas técnicas ainda são demoradas para serem aplicadas (SCHUWIRTH, REICHERT, LIENERT; 2012).

### 3.3 Processo de Hierarquia Analítica

Esse processo de hierarquia analítica, AHP, prevê o uso de escalas relativas e matemática de matrizes para que sejam gerados pesos para cada critério, sendo possível ranquear cada alternativa de acordo com cada critério de maneira ascendente na hierarquia. A Figura 10 ilustra uma estrutura hierárquica voltada para AHP. Nela vemos um primeiro nível com a decisão que se deseja tomar, no exemplo abaixo, qual casa me trará o maior benefício global expresso pela minha satisfação com a casa. Aparece então um segundo nível com os critérios relevantes para essa decisão e em seguida vêm as alternativas, no exemplo abaixo, três alternativas de casa.

Figura 10: Estrutura Hierárquica para AHP



Fonte: Saaty (1990) pág. 14

Os decisores são chamados a criar escalas relativas do tipo “o quanto a opção A é mais preferível que a opção B”, criando uma matriz quadrada de preferências. A aplicação desse método se dá em duas fases: construção da hierarquia e avaliação (VARGAS; 1990). Na primeira fase, os decisores montam a hierarquia

dos critérios e listam as alternativas para cada critério. Na segunda fase, as matrizes de preferências são montadas e é feito o ranqueamento das alternativas.

Uma vez que os pesos de cada critério são encontrados através do cálculo do *eigenvetor*, a multiplicação desses pesos gera as preferências, mostrando a decisão final (SAATY; 1990). Outros métodos de ranqueamento foram testados pelo autor além do método de *eigenvetor*, entre eles o método dos mínimos quadrados. O método do *eigenvetor* foi o único que se comportou de maneira adequada quando algum nível de inconsistência das preferências do decisor foi encontrada. É importante mencionar que tais inconsistências são normais por ocasião da aplicação prática dos modelos decisórios (SAATY; 1990).

As alternativas, critérios e preferências são organizados hierarquicamente de uma maneira a decompor os elementos de um problema complexo, simplificando a busca pelas relações de causa e efeito (SAATY; 1994). Por isso, o correto uso de técnicas de agrupamento e separação dos critérios em ordem de grandeza é tão importante para garantir a homogeneidade, assegurando a qualidade do resultado (SAATY; 1993; SAATY, SHANG; 2011). É importante, durante a etapa de escolha dos critérios, que nenhum critério relevante para a discussão permaneça oculto, uma vez que isso pode alterar o resultado final da decisão. Existem construções de estruturas que consideram os “fatores escondidos”, ainda que eles não sejam conhecidos dos decisores ou mesmo declarados por eles, dentro dos critérios analisados na decisão. Isso pode ajudar a realizar uma espécie de teste de sensibilidade, mostrando como fatores ocultos poderiam alterar a decisão final (OZDEMIR, SAATY; 2006).

Há duas maneiras de organizar o problema hierarquicamente: a primeira de cima para baixo, e a segunda, ao contrário. No primeiro método, a hierarquia é organizada a partir do problema, passando pelos atores, suas preferências e critérios até chegar às alternativas. A segunda começa com as alternativas possíveis, subindo então para os critérios até chegar aos decisores e seus objetivos (SAATY; 1994).

Existem dois tipos de escalas: as relativas e as absolutas. A primeira valoriza um estímulo de maneira relativa em relação a outro estímulo. A segunda escala valoriza um estímulo de maneira a compará-lo com valores ou experiências

anteriores do decisor. A escala relativa não deve ser usada quando se sabe que as alternativas são independentes entre si (SAATY; 2006).

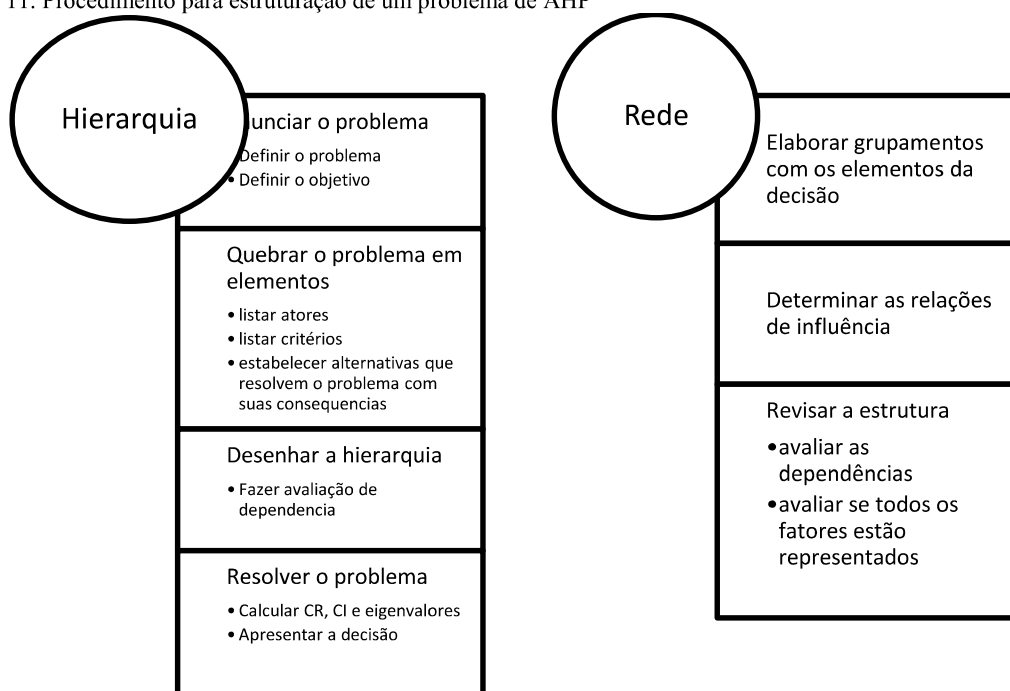
Segundo Vaidya e Kumar (2006), os passos gerais para aplicação do método AHP são:

1. Enunciar o problema;
2. Avaliar os objetivos e listar todos os atores e os resultados obtidos a partir desses objetivos;
3. Identificar os critérios que influenciam o comportamento dos decisores;
4. Construir a hierarquia, com objetivo, critérios e subcritérios, além das alternativas;
5. Comparar cada elemento e seu nível calibrando-os dentro da escala;
6. Realizar os cálculos de eigenvalor, índice de consistência, razão de consistência e valores normalizados para cada critério/ alternativa;
7. Repetir o procedimento até que o CI e o CR estejam dentro de parâmetros aceitáveis. Obter a decisão.

Saaty e Shih (2009) concordam em parte com essa construção de hierarquia, mas oferecem uma outra maneira de se estruturar um problema com AHP. Para eles, existe a necessidade de se escolher entre uma estrutura hierárquica ou uma estrutura em rede. O primeiro tipo de estrutura, a hierárquica, caracteriza-se por uma maneira estratificada de se organizar pessoas, ideias ou coisas, onde cada elemento faz parte de um todo. A única exceção é o elemento no topo da hierarquia, que se caracteriza como sendo a sua razão de ser, seu objetivo. Um exemplo desse tipo de estrutura é o conjunto formado por galáxias, planetas, organismos e células, onde uma estrutura faz parte da estrutura mais acima. A estrutura em rede caracteriza-se como sendo um conjunto de agrupamentos, não dependentes entre si, mas que se influenciam mutuamente por relações de causa e efeito. Essa estrutura ainda se subdivide em duas: rede única ou rede múltipla.

Pode-se, portanto, organizar os procedimentos para a montagem de um problema de AHP, oferecidos pela literatura, conforme a Figura 11.

Figura 11: Procedimento para estruturação de um problema de AHP



Fonte: Vaidya e Kumar (2006); Saaty e Shih (2009)

Uma das grandes vantagens do AHP é o uso de escalas relativas para o cálculo das preferências, o que elimina o viés do decisor, já que a consistência das opiniões dos decisores pode ser verificada matematicamente e corrigida se necessário (SAATY; 2003). Outra possibilidade é a de usar escalas não lineares para a medição dos critérios do problema (SAATY; 1994). Esse método prevê que as alternativas estejam disponíveis ao começo do processo. Aqui elas não são construídas em função das preferências dos decisores, e sim apenas ranqueadas. A ferramenta provê ainda grande flexibilidade, podendo ser usada em conjunto com outras ferramentas, como programação fuzzy, por exemplo (VAIDYA, KUMAR; 2006).

As grandes desvantagens desse método são a matemática avançada, que não permite seu uso em casos reais sem um pacote de software adequado, e um de seus axiomas, que prevê que os decisores devem ter listados todos os critérios e alternativas relevantes para essa decisão, dando um caráter mais normativo ao processo decisório (VARGAS; 1990). Outros autores apontam ainda a difícil interpretação da maneira como o método coloca os pesos, o uso de escalas de preferência que implicitamente indicam uma distância continua entre as alternativas ou critérios e ainda a existência de um 0 natural, o uso de escalas quantitativas para sentimentos qualitativos ou semânticos e o uso da metodologia de *eigenvetor* como

metodologia de cálculo do coeficiente de consistência como fraquezas do método AHP (BELTON e STEWART; 2002).

As principais condições para o uso desse método são: que as comparações sejam feitas para critérios de natureza comum (comparação de maçã com abacaxi prevê uma comparação dentro do grupo frutas; já a comparação de maçã com automóvel não pode ser feita) e que os critérios comparados sejam de no máximo 9 para que a consistência das comparações seja boa (SAATY; 1990; SAATY; 1993). É importante também que as alternativas sejam independentes. Assim a ausência de uma não influencia a maneira como se dá notas para as outras alternativas. Pode-se considerar comparações acima de 9 elementos agrupando-se os critérios ou alternativas com pesos mais próximos (SAATY, SHANG; 2011).

Caso haja algum tipo de dependência entre as alternativas, a maneira como se ranqueia as alternativas passa a ser muito importante (SAATY; 2006). As preferências devem ser recíprocas. Esse axioma prevê que se um decisor prefere a alternativa A “x” vezes mais que a alternativa B, então B é “1/x” mais preferível que A. Por fim, é previsto que a hierarquia deve representar o universo total de expectativas dos decisores em relação a uma decisão (VARGAS; 1990).

É possível também considerar dois tipos de incertezas usando AHP: a incerteza sobre a ocorrência de um evento e a incerteza sobre o julgamento expressado pelo decisor. O segundo tipo de incerteza pode ser mais facilmente equacionado com o uso de intervalos e distribuição de probabilidades. Pode-se usar também o apoio de simulação e do teste de Kolmogorov-Smirnov. Uma vez que o *eigenvalor* é estabelecido de maneira empírica, é possível avaliar a probabilidade de reversão da melhor decisão obtida a partir do modelo (SAATY, VARGAS; 1987).

Existe também a possibilidade de consideração de pesos estocásticos nas matrizes de comparação. Essa variação na metodologia original permite a criação de matrizes de comparação para processos decisórios com grande número de decisores, em que o consenso em torno de apenas uma alternativa se torna improvável. Nessas condições, seria inevitável ter os julgamentos com grandes variações entre os decisores. Essa variação permite a utilização do AHP, mesmo nessas condições (RAMANATHAN; 1997; BASAK, 1998). É possível usar lógica *fuzzy* para encontrar pesos para critérios faltantes, com a presença de grande incerteza ou dependentes entre si (KUO, LIANG; 2011; KAHRAMAN et al; 2014).

O método AHP, no entanto, tem recebido muitas críticas desde seu lançamento, apesar de ser um dos métodos mais usados. A principal delas veio de Bana e Costa e Vansnick (2008), que apontam falhas na lógica principal do método: o ranqueamento das alternativas baseado no *eigenvetor* principal. De acordo com os autores, essa metodologia às vezes fere a condição de preservação de ordem sem que essa falha seja identificada pelo coeficiente de razão de consistência. Ainda segundo os autores, essa é uma condição crítica para qualquer método que use ranqueamento de alternativas como método de solução.

Uma outra crítica que o método sofre advém da possibilidade de ocorrer reversão do ranqueamento caso alguma alternativa irrelevante à decisão seja acrescentada ou retirada depois da hierarquia ter sido montada e calculada (DYER; 1990). Embora esse seja um aspecto indesejado do método, é importante notar que esse problema advém do descumprimento de duas das condições de sua utilização: a independência das alternativas e dos critérios e a necessidade de se levantar todos os critérios e alternativas relevantes à decisão antes que o processo de levantamento dos pesos seja feito. Para que se evite esse efeito indesejado, o pesquisador que estiver usando o software *Expert Choice* e tiver que enfrentar alternativas dependentes deve selecionar o modo distributivo no programa. Esse modo fará as devidas compensações matemáticas para corrigir o fato da dependência entre as alternativas (MILLET, SAATY; 2000).

É importante, para a utilização do AHP, buscar realizar a escolha do método adequado para cada caso, das alternativas realmente relevantes para a decisão e que possuem diferenças consideráveis para os critérios listados (PÉREZ, JIMENO e MOKOTOFF; 2006) além de seguir adequadamente os axiomas do método.



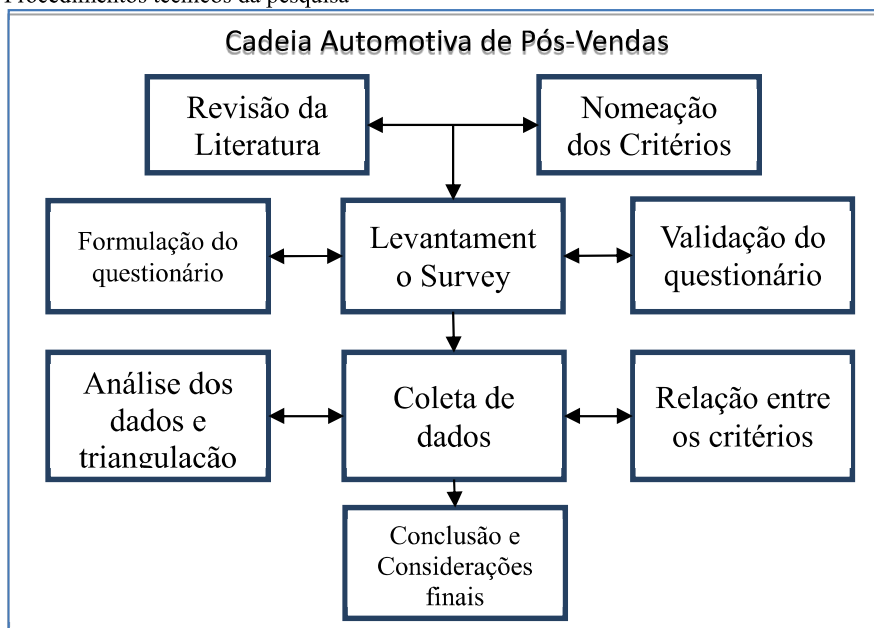
## 4 METODOLOGIA

A pesquisa se configura como sendo descritiva na medida em que busca evidências na literatura e nas práticas das empresas de quais são os critérios relevantes de decisão para centralização de estoque. A pesquisa também tem um caráter descritivo à medida que usa o levantamento de dados (ou *survey*) para mostrar a relação entre os critérios investigados e a decisão de centralizar ou não os estoques de peças de reposição. Malhotra e Grover (1998) indicam o uso de *surveys* para pesquisas exploratórias e explicativas. Portanto, a pesquisa teve um enfoque quantitativo na medida em que busca quantificar a importância entre os critérios de decisão, e qualitativo, na medida em que observa e descreve o fenômeno de quais critérios influenciam a tomada de decisão em centralização de estoques na cadeia automobilística – a partir da visão das redes de concessionárias.

### 4.1 Procedimentos da pesquisa

A metodologia desta pesquisa foi dividida em quatro grandes partes: (1) apresentação da revisão da literatura e a definição dos critérios pertinentes à decisão de centralização ou descentralização; (2) desenvolvimento da *survey* eletrônica por meio de um pré-teste e posterior aplicação aos gestores das concessionárias; (3) dados coletados na *survey* foram analisados com técnicas estatística e validados para a montagem da árvore; (4) desenvolvimento da decisão sob a luz da árvore montada com a justificativa do método usado e sua aplicação. A Figura 12 exibe, de forma esquemática, o resumo das principais etapas da pesquisa.

Figura 12: Procedimentos técnicos da pesquisa



Fonte: Dados da Pesquisa

Primeiramente foi apresentada uma revisão de literatura com foco nos critérios de decisão de postergação e as respectivas influências nas estratégias de centralização/descentralização dos estoques.

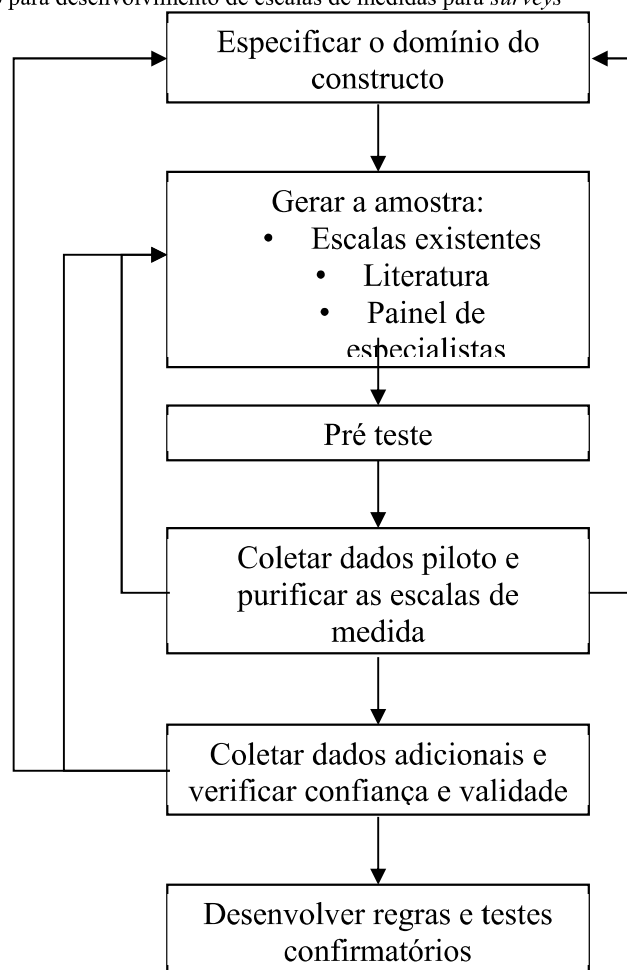
A revisão de literatura e a investigação de quais critérios poderiam ser relevantes para a cadeia automotiva de pós-venda serviram de base para a pesquisa descritiva, junto aos gerentes das concessionárias. A pesquisa descritiva foi feita via survey. Essa escolha justifica-se na medida em que a pesquisa busca pela percepção direta das pessoas que fazem parte da cadeia automobilística com relação ao problema apresentado e por apresentar uma baixa necessidade de aprofundamento no fenômeno estudado (GIL; 2002). Neste caso, procurou-se entender a visão dos gestores que estão diretamente envolvidos na decisão de alocação de estoques sem necessariamente investigar com profundidade o porquê dessa decisão. A quantidade de pesquisas que usam o método de *survey* vem crescendo desde a década de 90 (RUNGTUSANATHAM et al., 2003). Esse tipo de pesquisa tem sido usado principalmente com objetivos descritivos e relacionais, sendo a primeira totalmente adaptada ao objetivo da presente pesquisa.

As boas práticas metodológicas da pesquisa do tipo *survey* são: unidades de pesquisa bem definidas e apresentadas; análise de confiança dos dados

apresentados; validades dos constructos de pesquisa; triangulação de dados (RUNGTUSANATHAM et al., 2003). Malhotra e Grover (1998) indicam quatro erros clássicos na aplicação de *surveys*: (a) erros de medida, sendo esse o mais comum dos erros e geralmente causado por instrumentos de pesquisa incompletos ou incorretos; (b) erros de amostra que dizem respeito ao fato de possuir a população correta para esclarecimento do evento estudado e de que a amostra estudada representa adequadamente a população toda; (c) erro de validação interna que são causados quando a variável dependente é explicada por mais de uma variável independente, mas apenas uma das variáveis independentes está sendo estudada; (d) erro estatístico, causado por relações de dependência estatísticas fracas ou erro no tamanho da amostra.

A Figura 13 mostra a sequência metodológica para a criação de instrumentos de medida para uma *survey*.

Figura 13: Método para desenvolvimento de escalas de medidas para *surveys*



Forza (2002) elenca os seguintes cuidados como necessários para que se melhore a qualidade do resultado da pesquisa, quando uma pesquisa é conduzida em formato de *survey*: todos os constructos devem ser bem definidos e nomeados; a relação entre esses constructos deve ser bem definida, discutida e apresentada; caso seja necessário buscar por alguma relação, isso deve ser bem explicado e estar claro; uma definição clara das fronteiras dentro das quais o fenômeno pode ser observado.

Malhotra e Grover (1998) concordam com Rungtusanatham et al. (2003) quando dizem que uma boa triangulação de dados e uma boa definição da unidade de análise fazem parte das boas práticas para uma *survey*, pois eliminam vieses de respondentes que não tem conhecimento adequado para responder ao questionário e aumentam a confiança nos resultados apresentados pela pesquisa. A pesquisa da rede de concessionária em mais de uma marca de automóveis apoia a necessidade metodológica de triangulação dos dados. O indicador Alpha de Cronbach foi calculado para avaliação da coerência das respostas. Com esse objetivo, foram feitas comparações das médias das notas de cada critério entre as marcas.

Foram aplicadas três *surveys*: a primeira para a validação de quais critérios seriam aplicáveis ao caso real da distribuição de autopeças para o mercado de reposição; a segundo para a ponderação dos critérios validados; e uma terceira para ponderação das alternativas em relação a cada critério, satisfazendo os passos descritos para levantamento da árvore de decisão. A primeira *survey* foi conduzida com 120 concessionárias de 26 marcas de automóveis, caminhões e máquinas agrícolas em várias cidades do Brasil. Os questionários foram aplicados entre setembro de 2015 e março 2016, através da aplicação de questionário estruturado via e-mail ou pessoalmente. A importância, para o negócio da concessionária, de cada critério levantado na literatura foi perguntada durante a entrevista. A escala de avaliação variou de 5, extremamente importante, até 1, nada importante. A nota 4 é a primeira nota acima de 3 (indiferente) e indica que o critério avaliado é importante para o negócio e por isso será usada como nota de corte.

A primeira *survey* teve uma amplitude maior em virtude da necessidade de que ela tinha a função de validar os conceitos. Portanto, para que essa validação contasse com validade interna mais representativa, a amostra foi maior. Para que se evitassem os erros de medidas e de amostras durante a aplicação da primeira *survey*, foram entrevistados os concessionários de diversas marcas e os

formulários foram pré-testados e validados antes de serem executados. A unidade de análise escolhida foram os representantes das concessionárias (na maioria gerentes). O profissional mais indicado para responder o questionário foi o Gerente de peças, sempre que foi possível, tendo em vista que sua função depende diretamente da distribuição de peças da montadora, o que reduzirá o erro de unidade de análise. Não foi esperado erro de validação na aplicação dessa primeira etapa, tendo em vista que não existiu a necessidade de se buscar por relação entre os critérios. Critérios que não receberam notas mínimas não foram incluídos na pesquisa considerando que não foram validados pelos gestores.

A validação dos critérios se deu pela literatura, pelas notas dadas durante as entrevistas com os gerentes de peças e pela análise do alfa de Cronbach. O alfa de Cronbach é calculado a partir da relação entre as variâncias das respostas para cada critério versus a variância das respostas para cada sujeito. Dessa maneira, quanto maior a diferença entre a variância das respostas para cada critério e a variância das respostas para cada sujeito, melhor será a consistência interna da escala. A Equação 2 ilustra o cálculo do índice:

Equação 2: Alpha de Cronbach

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \times \left[ \frac{\sigma_{\tau}^2 - \sum_{i=1}^k \sigma_i^2}{\sigma_{\tau}^2} \right]$$

Fonte: Almeida, Santos e Costa (2010)

Onde:

k = quantidade de critérios

$\sigma_{\tau}^2$  = é a variância das respostas de cada sujeito

$\sigma_i^2$  = é a variância das respostas para cada critério

Com o formulário de coleta de dados feito, iniciou-se o pré-teste com 5 entrevistados com o objetivo de validar o entendimento da explicação de cada critério. Melhorias foram feitas ao formulário de acordo com os comentários dos entrevistados no pré-teste (vide Apêndice A). O acesso aos respondentes se deu através da entidade de classe das concessionárias ou por visita pessoal no estabelecimento da concessionária.

Análises estatísticas descritivas ou indutivas dos dados gerados a partir da primeira survey foram usadas para análises desses dados visando o objetivo

final de montagem da árvore de decisão para descentralização de uma cadeia de distribuição segundo a perspectiva do cliente.

A aplicação de técnicas de análise multivariada para tratamento dos dados, tais como análise fatorial, análise de agrupamento, análise discriminante, entre outros métodos estatísticos visando facilitar esse agrupamento dos critérios não foi possível, tendo em vista a falta de normalidade dos dados. O agrupamento dos indicadores seguiu a lógica definida pela literatura pela lógica descrita pela listagem dos objetivos-meio e objetivos-fim apresentada por Keeney (1992).

Em seguida, foi montada uma árvore de decisão inicial, usando os critérios relevantes que receberam notas acima de 4 (critério importante) considerando para tal, os erros causados pelo tamanho da amostra escolhida.

Após a definição da árvore de decisão, passou-se para a definição dos pesos de cada critério. Foram conduzidas 5 entrevistas estruturadas (segundo questionário) para levantamento dos pesos relativos de cada critério. Todos os entrevistados tinham posições de alta gerencia ou de diretoria dentro das concessionárias. Todos os respondentes tinham ainda mais de 10 anos de experiência no mercado de reposição de autopeças, tendo passado por diversas empresas em suas carreiras. Essa característica foi considerada para que os respondentes tivessem um amplo entendimento do negócio de peças.

Todas as concessionárias escolhidas para essa fase tinham acima de 50 funcionários, sendo que 4 das 5 concessionárias tinham faturamento acima de R\$2.4 milhões, mostrando a complexidade dessas organizações. As entrevistas foram presenciais. Os entrevistados foram questionados sobre a importância relativa entre os critérios em comparações dois a dois. As respostas foram preenchidas na planilha constante do Apêndice B. Os pesos utilizados seguiram a escala de preferência de Saaty (1990) e estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Escala de Preferências usadas para ponderação dos critérios

ESCALA	DESCRIÇÃO
1	Ambos os Critérios têm igual importância
2	Valor intermediário
3	Um dos critérios é moderadamente mais importante que o outro
4	Valor intermediário
5	Um dos critérios é mais importante que o outro
6	Valor intermediário
7	Um dos critérios é muito mais importante que o outro
8	Valor intermediário
9	Um dos critérios é extremamente mais importante que o outro

Fonte: Saaty (1990)

De acordo com a escala da Tabela 1, os números ímpares determinam a escala de importância, começando a partir de “igualmente importante” até “extremamente importante”. Ainda de acordo com a escala, os números pares são valores intermediários entre os valores adjacentes da escala (HAFIZAN et al.; 2016).

Dada a característica da pesquisa torna-se impossível a realização de uma reunião entre todos os decisores de maneira a obter o consenso sobre suas opiniões. De fato, a variedade de opiniões, para efeito da presente pesquisa, é um instrumento importante “*per se*”. Entretanto, permanece a necessidade de se obter um conjunto único de pesos para cada critério. A agregação matemática das opiniões dos decisores pode ser usada quando se tem muitos decisores que não chegaram ao consenso. O método do *geometric mean method* (GMM) possibilita essa agregação e tem a vantagem de manter o princípio da reciprocidade. Como desvantagem, esse método não mantém o princípio de Pareto já que não representa a opinião de nenhum dos decisores (ABBA et al.; 2013).

Uma planilha elaborada por Goepel (2015) foi usada para cálculo da agregação dos pesos dos respondentes usando-se GMM. Foram feitas entrevistas sucessivas até que o coeficiente de consistência (C.R.) total tivesse caído abaixo de 10%, validando, portanto, o conjunto final de pesos de acordo com o critério estabelecido em Saaty (1990)

De posse dos pesos para cada critério pôde-se apresentar a árvore multicritério de apoio à decisão em sua configuração final.

Por fim, deu-se início a ponderação das alternativas em função da árvore levantada. O objetivo dessa fase foi a de trazer a sugestão final de qual a melhor estratégia de alocação de estoques para o tipo de negócio estudado. Para o cumprimento dessa fase foi desenvolvido um novo formulário (terceiro formulário) constante do apêndice C. Esse formulário foi respondido por gerentes de peças de concessionárias e profissionais da área de programação de materiais de montadoras. Todos os profissionais tinham mais de 10 anos de experiência e mais de 35 anos de idade, tendo ocupado sempre cargos nessa área em grandes empresas.

Todos os critérios fim foram listados e definidos aos respondentes. Foi listado também o efeito de cada critério para uma configuração centralizada e também para uma estrutura descentralizada. Por último, foi perguntado aos entrevistados qual efeito ele preferia dentro de uma decisão onde um efeito exclui o outro. Diante da escolha e da ponderação de importância manifestada pelo entrevistado, foi feita a ponderação de cada alternativa, centralização ou descentralização de estoques, em relação a cada critério. Após as entrevistas, os pesos foram ponderados usando GMM e passados ao software *Super Decision*.

#### **4.2 Caracterização da população e amostra**

A população pesquisada se caracterizou como sendo de gerentes de peças da rede de concessionárias, sempre que foi possível o contato com esse profissional. O gerente de peças, dentro de uma concessionária, é o executivo responsável pelo gerenciamento de todo o inventário do concessionário. Ele é responsável por suprir a venda no balcão de peças da concessionária, a venda para a oficina e a venda para o varejo. O primeiro tipo de venda é aquele que o cliente, pessoa física ou jurídica, dirige-se ao balcão de vendas dentro da concessionária em busca de uma peça. A segunda venda é feita sempre que o veículo de um cliente, pessoa física, entra na oficina para um reparo que necessita de peça de reposição. A terceira venda é aquela onde a concessionária faz a venda de peças para o reparador independente, pessoa jurídica, que possui um carro sendo reparado dentro de sua oficina independente. É o gerente de peças também quem mantém todo o relacionamento do departamento de peças com a montadora no sentido de gerenciar pedidos, faltas de estoque da montadora, previsões de entrega e problemas de qualidade de entrega com dos centros de distribuição da montadora.



Todas as associações de concessionárias foram convidadas para participar da pesquisa. Em adição, as concessionárias de todas as marcas de Sorocaba, Itú, Campinas e cidade de São Paulo receberam visitas pessoais para que fossem convidadas a preencher o questionário de pesquisa. Portanto, a amostra será dada pela taxa de retorno dos questionários.

A população total de concessionárias das marcas que responderam ao questionário encontra-se na Tabela 2:

Tabela 2: Total de concessionárias em território nacional das marcas pesquisadas

Marcas	Qtde de concessionárias	% por marca	% acumulada por marca
VOLKSWAGEN	613	14%	14%
FIAT	589	13%	27%
CHEVROLET	567	13%	40%
FORD	384	9%	49%
HYUNDAI	240	5%	54%
RENAULT	208	5%	59%
HONDA	195	4%	63%
MITSUBISHI	177	4%	67%
CITROEN	169	4%	71%
NISSAN	163	4%	75%
TOYOTA	141	3%	78%
CASE	127	3%	81%
PEUGEOT	118	3%	84%
KIA	117	3%	86%
IVECO	99	2%	88%
SUZUKI	63	1%	90%
JEEP	62	1%	91%
CHERY	61	1%	93%
JAC MOTORS	59	1%	94%
VALTRA	59	1%	95%
CATERPILLAR	54	1%	97%
MERCEDES	49	1%	98%
AUDI	44	1%	99%
BMW	39	1%	100%
HARLEY DAVIDSON	22	0%	100%

Fonte: Dados de pesquisa

As marcas estão apresentadas em ordem decrescente de quantidade de lojas. Percebe-se uma grande predominância das concessionárias de marcas presentes no Brasil a mais tempo e, portanto, mais tradicionais. Volkswagen, Fiat, Chevrolet e Ford apresentam quase 50% do total de concessionárias em território nacional. Não

obstante, essa também são as marcas que possuem maior participação de mercado, alternando-se na liderança já a vários anos. A seguir, vem as concessionárias de marcas coreanas, europeias e japonesas que chegaram ao Brasil com fábricas após a abertura dos mercados na década de 90.

A distribuição de concessionárias para as cidades de Sorocaba, Itú, Campinas e São Paulo fica conforme Tabela 3:

Tabela 3: Total de concessionárias para as cidades que fizeram parte do recorte da pesquisa

Marcas	Qtde de concessionárias na zona de pesquisa	% por marca (Região pesquisada)	% acumulada por marca (Região pesquisada)
CHEVROLET	60	13%	13%
FIAT	45	10%	23%
VOLKSWAGEN	44	10%	33%
HYUNDAI	37	8%	41%
HONDA	30	7%	48%
FORD	28	6%	54%
RENAULT	25	6%	59%
CITROEN	24	5%	65%
NISSAN	19	4%	69%
TOYOTA	18	4%	73%
MITSUBISHI	15	3%	76%
JEEP	15	3%	79%
KIA	12	3%	82%
MERCEDES	11	2%	85%
BMW	11	2%	87%
SUZUKI	10	2%	89%
AUDI	10	2%	91%
PEUGEOT	9	2%	93%
CHERY	9	2%	95%
JAC MOTORS	9	2%	97%
IVECO	5	1%	98%
VALTRA	2	0%	99%
CATERPILLAR	2	0%	99%
HARLEY DAVIDSON	2	0%	100%
CASE	1	0%	100%
<b>Total</b>	<b>961</b>	<b>100%</b>	<b>-</b>

Fonte: Dados da Pesquisa

Verifica-se, pela Tabela 3 que a região pesquisada representa 21,7% do total de concessionárias disponíveis no território nacional. Curiosamente, a ordem verificada na Tabela 2 é alterada quando se analisam as cidades presentes no recorte da pesquisa: Sorocaba, Itú, Campinas e São Paulo. A Chevrolet, líder de participação

no mercado para a Grande São Paulo já a vários anos, assume o primeiro lugar na quantidade de lojas e a Ford perde duas posições, para Hyundai e Honda, respectivamente.

Na Tabela 4 encontram-se a quantidade de respostas por marca para a região pesquisada:

Tabela 4: Quantidade de concessionárias que responderam por marca

Marcas	Qtde de Respostas	% das respostas	% acumulada de respostas
CHEVROLET	33	28%	28%
RENAULT	12	10%	38%
NISSAN	8	7%	44%
FORD	6	5%	49%
HYUNDAI	6	5%	54%
VOLKSWAGEN	6	5%	59%
CITROEN	5	4%	63%
JEEP	5	4%	68%
TOYOTA	5	4%	72%
FIAT	4	3%	75%
HONDA	4	3%	78%
BMW	3	3%	81%
MITSUBISHI	3	3%	83%
AUDI	2	2%	85%
CATERPILLAR	2	2%	87%
CHERY	2	2%	88%
JAC MOTORS	2	2%	90%
KIA	2	2%	92%
PEUGEOT	2	2%	93%
VALTRA	2	2%	95%
CASE	1	1%	96%
Grupo Wirtgen	1	1%	97%
HARLEY DAVIDSON	1	1%	98%
IVECO	1	1%	98%
MERCEDES	1	1%	99%
SUZUKI	1	1%	100%
<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>100%</b>	

Fonte: Dados da Pesquisa

Verifica-se pela Tabela 4, que o total de respostas representa 12,5% do total de concessionárias na região pesquisada e 2,7% do total de concessionárias presentes em território nacional. As marcas Chevrolet e Renault encontram-se melhor representadas em função do apoio encontrado nas respectivas associações de

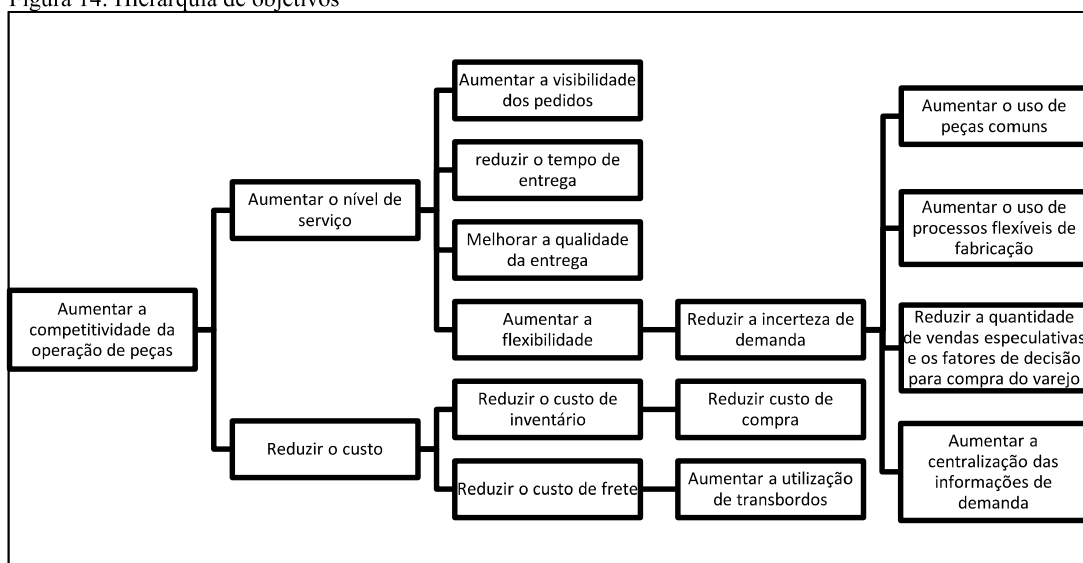
classe. As demais marcas com abrangência na região pesquisa, apesar de apresentarem variação de sua posição na Tabela 3 versus a Tabela 4, possuem representação significativa.

### 4.3 Estruturação do problema

De acordo com a sequência de estruturação da árvore de decisão proposta em Felice e Petrillo (2012), segue a enunciação do problema. A oportunidade estudada pode ser enunciada da seguinte maneira: “*Qual a melhor decisão para alocação de estoques em uma cadeia de distribuição de autopeças sob a ótica da rede de concessionárias?*”.

A primeira etapa a ser seguida na estruturação de um problema de decisão é estruturar o que se espera com a decisão a ser tomada, estruturando os objetivos da solução do problema (KEENEY; 1992). No caso do presente estudo, apresentaram-se duas alternativas bem definidas e mutuamente excludentes: centralizar estoques ou descentralizá-los. A definição de objetivos-meio e objetivos-fim foi feita perguntando-se por que o objetivo é importante. Se a resposta se remeter a um outro objetivo, o primeiro é um objetivo-meio. Caso ele se remeta ao cerne da decisão, ele é um objetivo-fim (KEENEY; 1992). A Figura 14 ilustra o resultado dessa análise.

Figura 14: Hierarquia de objetivos



Fonte: Dados da pesquisa

O objetivo fundamental de aumentar a competitividade da operação de peças atende a todos os requisitos propostos por Keeney (1992). É essencial na medida em que traz uma razão fundamental para que a decisão seja importante e interessante. É controlável na medida em que é gerido apenas por aspectos internos à cadeia estudada. É completo à medida que inclui todos os aspectos da operação de peças e abrange todos os conceitos levantados na revisão da literatura. É mensurável e operacional pois é medido através de indicadores de desempenho e dá condições de ser acompanhado sem a aplicação de recursos exagerados para toda a empresa que mantenha adequadamente registros de negócio transacionais. Pode ser decomposto, já que a hierarquia traz sua quebra, e não é redundante. Conciso e facilmente inteligível já que traz uma linguagem tradicional de negócios. A estrutura hierárquica foi preferida à estrutura de rede por permitir um transporte mais simples para a metodologia AHP que é hierarquizada.

O próximo passo, segundo Felice e Petrillo (2012), é a listagem dos atores que influenciam essa decisão. De uma maneira ampla vários atores fazem parte dessa decisão, entre eles os acionistas das empresas, montadoras e concessionárias, funcionários e gestores dessas empresas, os governos e por fim os consumidores finais. Tendo em vista os argumentos já apresentados nas etapas anteriores dessa pesquisa e o fato da pesquisa ter como objetivo principal “*investigar a decisão de localização de estoques sob a ótica dos concessionários*”, apenas os gerentes de peças das concessionárias serão considerados como atores relevantes nessa decisão.

A próxima etapa relevante é a definição dos critérios relevantes para a decisão de centralização. A revisão da literatura foi primordial para a definição desses critérios, assim como para a definição de suas escalas de medida. O Quadro 11 faz a relação entre critério e sua definição, visando a normalizar o entendimento de cada critério para aplicação durante a pesquisa, assim como apresentado no Apêndice A.

Quadro 11: Relação de critérios de decisão, constructos e escalas de medida

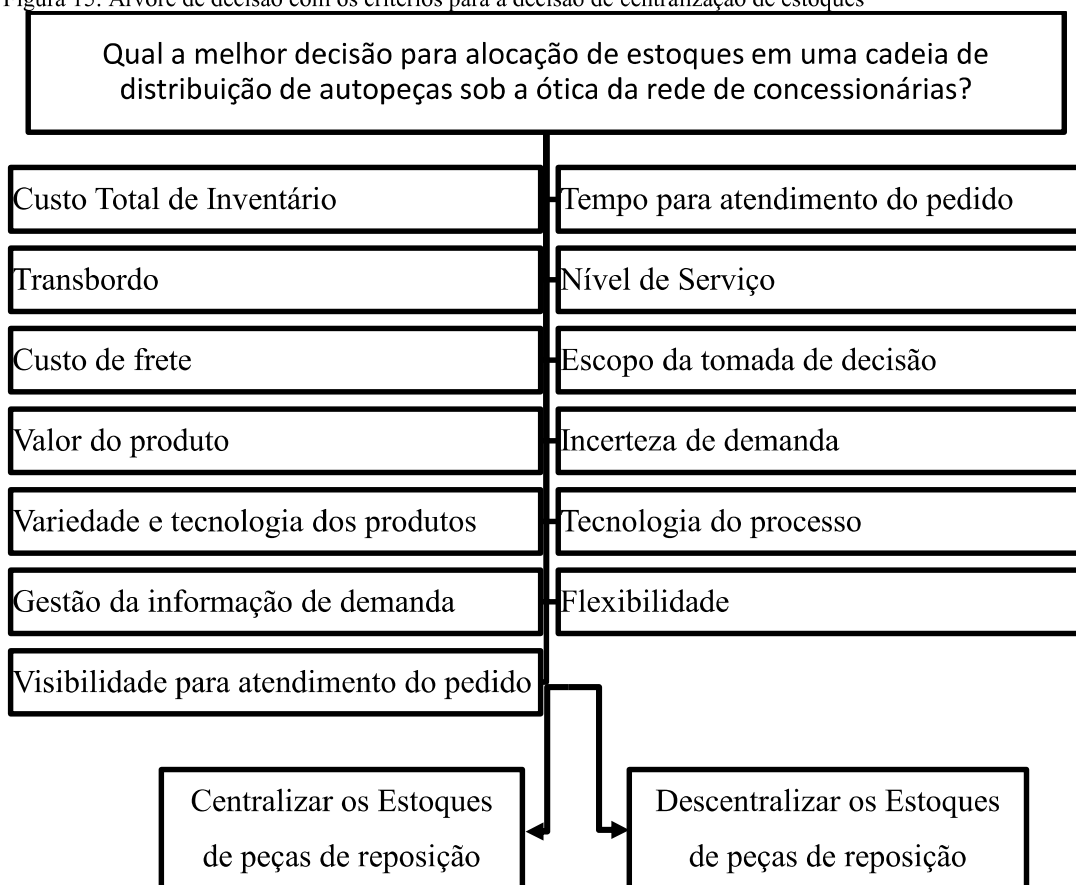
<b>Critério</b>	<b>Definição do Constructo</b>	<b>Autores</b>
Custo total de inventário	Custo financeiro causado pelo valor de todo o estoque da concessionária	BALLOU, 2006; CORRÊA, CORRÊA, 2008; BAKER, 2007; BLACKBURN, 2012; ROUMIANTSEV, NETESSINE, 2007
Tempo para atendimento do pedido	Tempo decorrido entre a data de colocação do pedido e a sua	CORREA; CORREA, 2008; GRIFFIS et al; 2012; OFLAÇ, SULLIVAN e

	disponibilidade para a concessionária.	BALTACIOGLU, 2012; KRAJEWSKI, WEI e TANG, 2005; HUQ et al. 2006
Transbordo	Possibilidade de adquirir material em outras concessionárias do mesmo grupo/outras concessionárias	PATERSON et al, 2011; ÖZDEMIR, YÜCESAN e HERER, 2013; GREASLEY, ASSI, 2012; BENDOLY, 2004; DONG, KOUVELIS e SU, 2010
Nível de serviço	A montadora entrega a peça certa, dentro do prazo estabelecido e com qualidade adequada	MARCHESINI, ALCANTRA, 2012; OFLAÇ, SULLIVAN, BALTACIOGLU, 2012; ETTOUZANI, YATES, MENA, 2012; EHRENTHAL, STÖLZLE, 2013
Custo do Frete	Custo devido a movimentação de material vindo da montadora, incluindo cobranças de taxas para pedidos emergenciais ou agilização de pedidos.	NGUYEN et al., 2014; NGUYEN, DESSOUKY e TORIELLO, 2014; YAN, TANG, 2009; GUERICKE et al, 2012; TAYLOR, WHICKER, 2010; TYWORTH, SALDANHA, 2014; HOEN et al., 2011; LINDSEY et al., 2014
Escopo da tomada de decisão	Decisão de compra (repor/aproveitar oportunidade de mercado)	DE LEEUW et al., 2011; CARDOSO et al, 2014; KISPERSKA-MORON, SWIERCZEK, 2011; REIMANN, 2012
Valor do produto	Características, qualidade e apresentação das peças que as torna adequadas aos clientes das concessionárias.	HITT, IRELAND e HOSKISSON, 2003; LEUNG, NG, 2007; DAABUL et al, 2011; GRAMAN, 2010; CAI, et al., 2010; LUO, 1997; LIN, WU, 2013; GRANOT, YIN, 2008
Incerteza de demanda	Quantidade de variação da demanda em torno da média	GUERICKE et al, 2012; LIN, WANG, 2011; CHOLETTE, 2009; CHE, NARASIMHAN E PADMANABHAN, 2010; REIMANN, 2012;
Variedade e tecnologia dos produtos	Quantidade de produtos que possuem o mesmo produto base (plataforma)	DAABUL et al., 2011; FERREIRA; ALCÂNTARA, 2013b; ZHOU et al., 2014; HUANG, SONG E ZHAO, 2009
Tecnologia do processo	Processos internos da montadora, tecnologia para separar os pedidos e organizar seu centro de distribuição.	DAABUL et al, 2011; FREDRIKSSON e GADDE, 2005; FORZA, SALVADOR E TRENTIN, 2008; DEMETER, MATYUSZ, 2011
Gestão da informação de demanda	Gestão que a concessionária faz da sua demanda.	REXHAUSEN et al., 2012; ZHANG et al., 2013; CAVUSOGLU et al., 2011; WONG et al, 2011; LEE, 2002; HUSSAIN, DRAKE, 2011
Flexibilidade	Flexibilidade com a qual a montadora atende aos pedidos da empresa cliente/se adapta a manifestações de demanda	TANRISEVER et al., 2012; FISCHER et al. 2014; XU, ZUO e LIU, 2015; KORTMANN et al., 2014; VANOVERMEIRE E SÖRENSEN, 2014; DAS, 2011
Visibilidade para atendimento do pedido	Disponibilidade de tecnologia para troca de informações rápida e únicas que sejam úteis a ambas empresas para rastrear e monitorar os pedidos	BARRAT, OKE, 2007; WILLIAMS et al., 2013; CARIDI et al., 2014; NOORAIE, PARAST, 2015

Fonte: Dados da pesquisa

A árvore de decisão, seguindo a estruturação hierárquica característica do método AHP segundo Saaty (1990), ficou como na Figura 15:

Figura 15: Árvore de decisão com os critérios para a decisão de centralização de estoques



Fonte: Dados de pesquisa

Foram feitos ajustes na descrição dos critérios no instrumento de pesquisa. Isso se fez necessário para que o entendimento dos entrevistados fosse facilitado reduzindo problemas de entendimento em relação à linguagem usada. Portanto, o critério *nível de serviço* será dividido nos critérios *assertividade da entrega, qualidade da entrega e relacionamento*. Em adição o critério *escopo de tomada de decisão* será dividido nos critérios *tipo de compra e nível hierárquico*. Essa divisão ampara-se na literatura apresentada.

#### 4.4 AHP: avaliação dos critérios fim e meio e tomada de decisão

É primordial que o processo decisório correto fosse escolhido, dependendo da situação que se apresenta ao decisor (PÉREZ, JIMENO e MOKOTOFF; 2006). Para isso, foi necessário algum rigor metodológico para a execução dessa escolha.

O processo AHP é um dos processos decisórios estruturados mais usados na análise e organização de decisões complexas incluindo as que possuem

fatores conflitantes (KAHRAMAN et al.; 2014). O processo AHP ainda é tido como um processo flexível e que gerencia tanto critérios quantitativos, quanto critérios qualitativos (FELICE, PETRILLO; 2012). Portanto, esse método foi o escolhido para o desenvolvimento dessa pesquisa devido a seu melhor comportamento para lidar com um grande número de decisores, com uma melhor condição para ponderar notas estocásticas e devido ao fato de lidar melhor com alternativas previamente definidas.

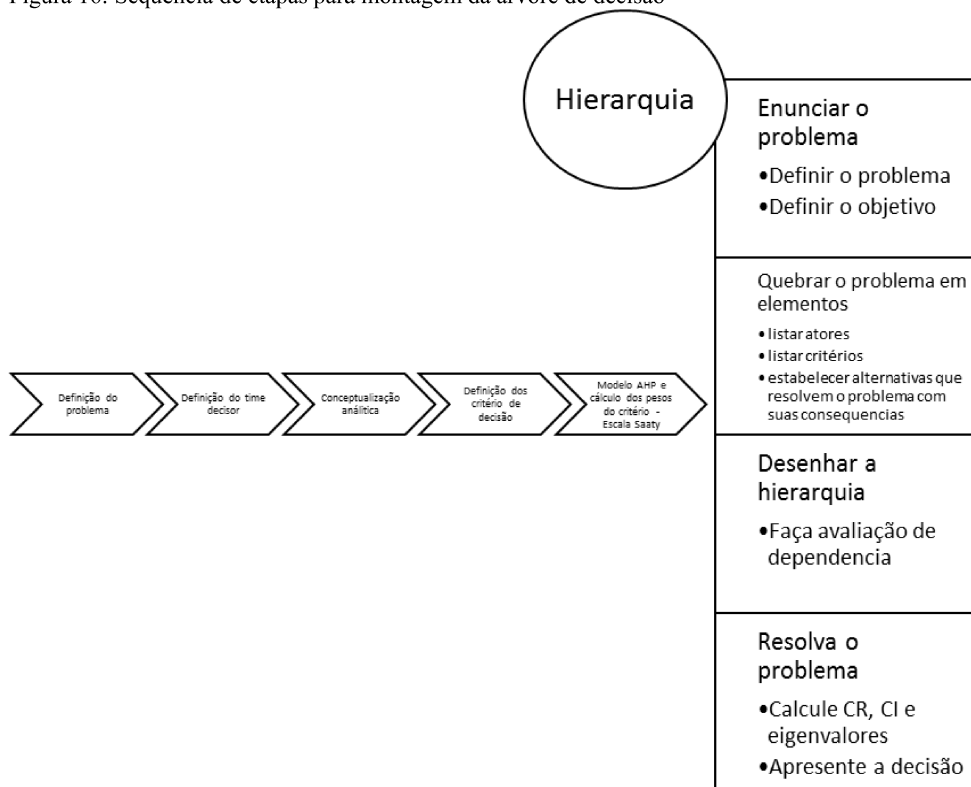
Apesar dessa escolha, vale ressaltar que alguns cuidados deverão ser observados na estruturação do problema. O primeiro deles é a verificação de dependência dos critérios que serão escolhidos. Nesse caso, o método distributivo foi utilizado como contingência. O fato de haver apenas duas alternativas bem definidas também mitigou o risco de ranqueamento reverso. A metodologia de ranqueamento foi observada de maneira rigorosa assim como a reversibilidade das preferências.

A listagem dos pesos também foi considerada como dado estocástico. O grande número de decisores trouxe dispersão aos julgamentos dos pesos. Para a mitigação desse ponto, foi usado o método Geometric Mean Metric (GMM) previsto em Kahraman et al (2014), Abba et al. (2013) e Hafizan et al. (2016).

A estrutura hierárquica foi usada seguindo o princípio da parcimônia. Essa estrutura é mais simples, permite o uso do software *Super Decision* de maneira direta e é aplicável ao problema estudado. Os passos apresentados por Felice e Petrillo (2012) foram usados para montagem da árvore de decisão. Isso justifica-se por essa sequência de estruturação já ter sido testada e por estar alinhada com as melhores práticas encontradas na literatura. O detalhamento desses passos encontra-se na Figura 16.



Figura 16: Sequência de etapas para montagem da árvore de decisão

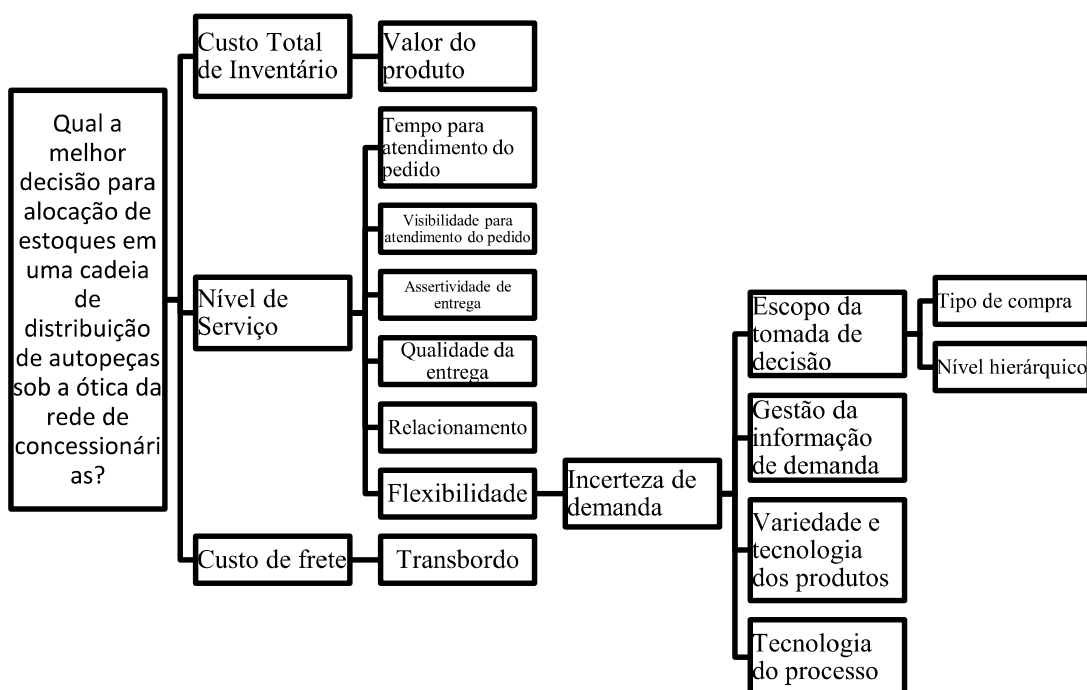


Fonte: Baseado em Felice e Petrillo (2012) e nos dados da pesquisa

O problema possui uma grande quantidade de critérios relevantes para a decisão. Percebe-se que nem todos os critérios mostrados durante a revisão da literatura são totalmente independentes e/ou excludentes. Por exemplo, o nível de serviço impacta no custo de inventário e o processo de fabricação impacta no custo de inventário, apenas para listar algumas das dependências. A conjunção de uma grande quantidade de decisores com uma grande quantidade de critérios traz complicações relevantes para a condução dos questionários. É importante notar que todos os critérios listados vieram de uma extensa revisão da literatura. Esse procedimento descritivo de listagem de critérios pode gerar o risco da presença de critérios escondidos. Em contrapartida, a construção de critério em conjunto com os decisores se tornaria inexecutável do ponto de vista de cronograma, tendo em vista a quantidade de *stakeholders* relevantes.

Os procedimentos realizados para a mitigação da existência de critérios escondidos foi a separação dos critérios entre subcritérios e critérios fim. No caso da oportunidade estudada nessa pesquisa, a relação entre critério e subcritério ficaria conforme a Figura 17:

Figura 17: Separação de critérios-fim e critérios-meio



Fonte: Dados da pesquisa

Os critérios foram arranjados de maneira a preservar a hierarquia dos objetivos aos quais eles se referem, além de respeitar o que foi apresentado pela literatura. Os subcritérios de nível de serviço foram definidos segundo a revisão de literatura feita por Marchesini e Alcântara (2012). O transbordo foi considerado como subcritério do custo de frete considerando que o principal impacto da execução ou não do transbordo, segundo a literatura apresentada no detalhamento desse critério, é sobre o custo de frete. Da mesma maneira, a “gestão da informação de demanda”, a “variedade e tecnologia dos produtos”, o “escopo da tomada de decisão” e a “tecnologia dos processos” são apontadas, pela literatura pesquisada, como fatores para se realizar uma boa gestão da incerteza de demanda. Vale ressaltar, que a criação de um critério mais genérico chamado de “custos totais” poderia agrupar os critérios “custo de inventário” e “custo de frete”. Essa opção não foi usada pois um agrupamento dessa natureza poderia ferir a metodologia empregada para a construção da árvore inicial, já que o custo total não aparece na literatura como um critério relevante para a decisão de centralização de estoques. O “valor do produto” foi agrupado com custo do inventário, uma vez que o valor do produto representa

mais da metade do custo de inventário desse produto considerando produtos manufaturados.

Os índices alpha de Cronbach e de consistência (C.R) foram usados para se averiguar a consistência das respostas de uma maneira mensurável.

O número de alternativas é baixo e bem definido. São apenas duas alternativas claramente independentes e mutuamente excludentes: estoque centralizado ou estoque descentralizado. Essa característica deverá agilizar a fase final da aplicação do processo decisório.

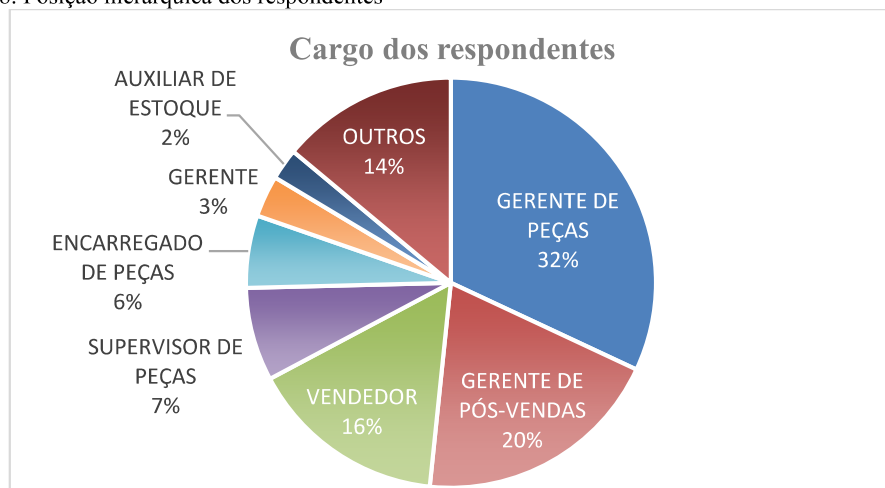
Os 4 entrevistados para a ponderação das alternativas para cada critério da árvore são todos gestores da área de cadeia de suprimentos de suas empresas e responsável pela programação de materiais com seus fornecedores. Tem idades entre 30 e 40 anos e apresentam pelo menos 5 anos de experiência na área que ocupam. As entrevistas ocorreram pessoalmente.

## 5 APRESENTAÇÃO DOS DADOS

### 5.1 Perfil da amostra

Os entrevistados foram gerentes das concessionárias distribuídos em diversas áreas, como mostra a Figura 18:

Figura 18: Posição hierárquica dos respondentes

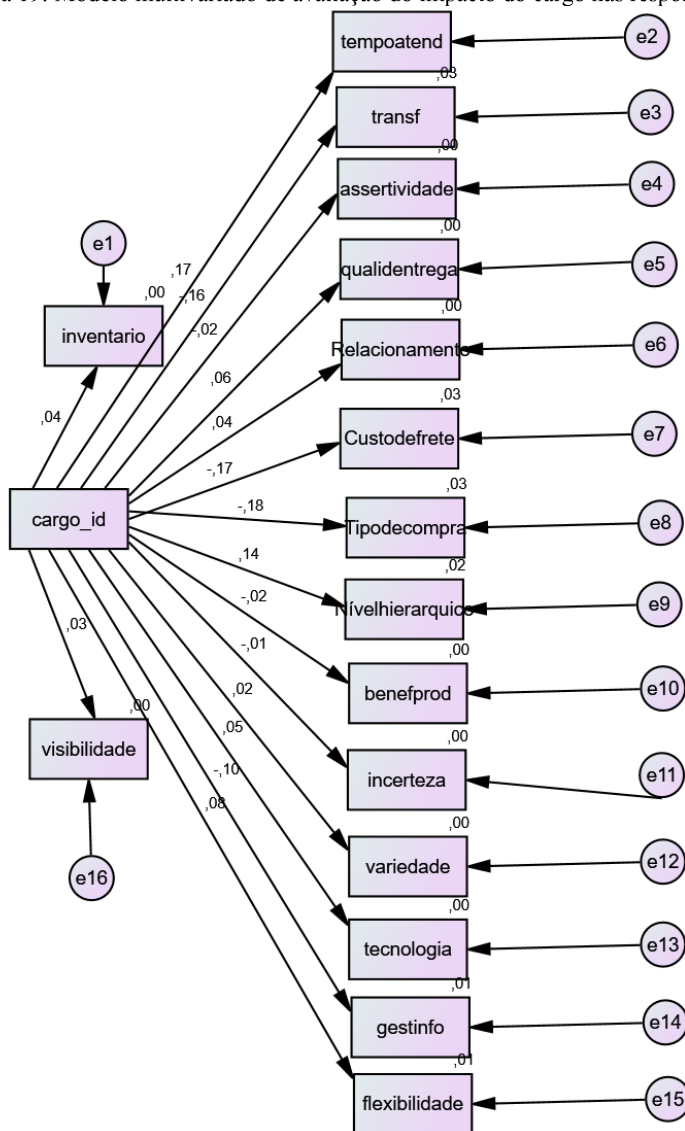


Fonte: Dados da Pesquisa

Verifica-se pela Figura 18 que 55% dos respondentes atuavam como gerentes, muito embora apenas 32% atuavam como gerentes de peças especificamente. Importante notar que a estrutura organizacional das concessionárias vem passando por mudanças, buscando ajustar-se à necessidade de um maior foco no cliente no Pós-Vendas. Neste sentido, o papel dos gerentes de Pós-Vendas, responsáveis pelas áreas de Serviços de peças, têm grande importância e poder para resolver o problema dos clientes mais rapidamente.

O fato de aproximadamente metade dos respondentes possuir a posição de gerente de Peças ou de Pós-Vendas configura-se, todavia, em uma limitação em relação ao pressuposto inicial de entrevistar-se apenas os gerentes de peças em função do seu entendimento sobre o negócio. Ou seja, o cargo do entrevistado poderia de alguma maneira influenciar nas respostas, criando algum viés nesse sentido. Uma análise dos resultados (vide Figura 19), por meio de uma regressão múltipla, não demonstra qualquer relação de tendência entre o cargo do entrevistado e suas respostas.

Figura 19: Modelo multivariado de avaliação do impacto do cargo nas respostas



Fonte: Dados de Pesquisa

A Tabela 5 mostra os resultados detalhados da regressão.

Tabela 5: Resultados da análise multivariada com os pesos da regressão

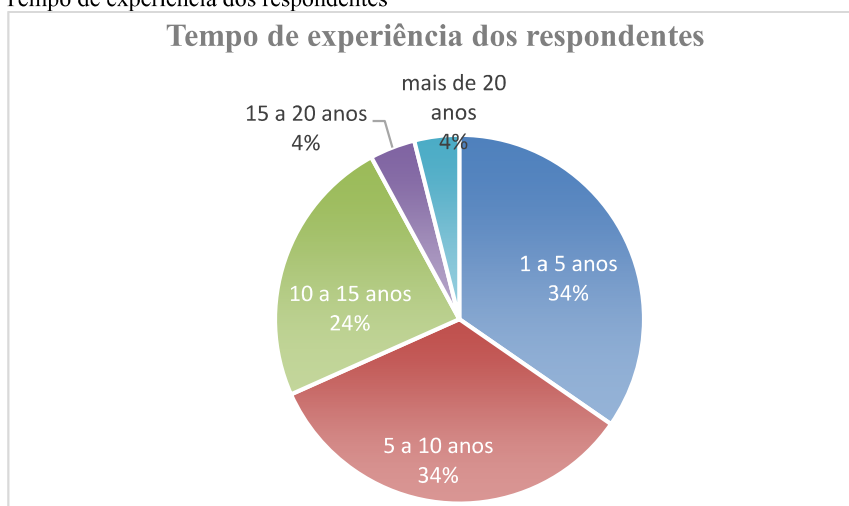
<b>Variável independente</b>	<b>Variável dependente</b>	<b>Peso padronizados</b>	<b>Erro Padrão</b>	<b>t-student</b>	<b>P-valor</b>
Custo do inventário	Cargo	0,005	0,012	0,463	0,644
Visibilidade do pedido	Cargo	0,004	0,014	0,301	0,763
Tempo de atendimento	Cargo	0,017	0,009	1,920	0,055
Transferência entre concess.	Cargo	-0,031	0,018	-1,782	0,075
Assertividade de entrega	Cargo	-0,002	0,009	-0,182	0,856
Qualidade de entrega	Cargo	0,006	0,009	0,692	0,489
Relacionamento	Cargo	0,007	0,015	0,466	0,641
Custo de frete	Cargo	-0,043	0,023	-1,910	0,056
Tipo de compra	Cargo	-0,030	0,014	-2,052	0,040
Nível hierárquico	Cargo	0,021	0,014	1,548	0,122
Valor do produto	Cargo	-0,001	0,007	-0,188	0,851
Incerteza de demanda	Cargo	-0,001	0,015	-0,063	0,950
Variedade de produtos	Cargo	0,003	0,016	0,180	0,857
Tecnologia de processo	Cargo	0,009	0,015	0,570	0,569
Gestão da informação de demanda	Cargo	-0,014	0,012	-1,117	0,264
Flexibilidade de entrega	Cargo	0,011	0,012	0,914	0,361

Fonte: Dados de pesquisa

Percebe-se, que os pesos padronizados e os p-valores para todas as relações encontram-se muito abaixo dos valores críticos, 0,7 e 0,05 respectivamente. Isso indica que não existe nenhuma relação entre as variáveis cargo do entrevistado e cada um dos critérios. Em adição pode-se observar na Figura 20 que os valores de  $R^2$  também estão bem abaixo dos valores críticos de 0,7. Portanto, o único viés esperado em função de nem todos os entrevistados possuírem posição gerencial é o viés causado pela falta de entendimento do negócio como um todo, sendo essa a principal limitação da pesquisa causada pela população pesquisada.

Os respondentes tinham em média 10,64 anos de experiência em suas posições. Do total, 69% dos respondentes tinham até 10 anos de experiência em seus cargos, mas 4% dos respondentes tinham mais de 20 anos de experiência (vide Figura 20).

Figura 20: Tempo de experiência dos respondentes



Fonte: Dados da pesquisa

A Tabela 6 exibe, através da regressão múltipla, os valores de  $R^2$  e p-value acima dos valores críticos. Ou seja, não foi encontrada relação da idade dos respondentes com nenhum dos critérios.

Tabela 6: Resultados da análise multivariada com os pesos da regressão

Variável independente	Variável dependente	$R^2$	p-value
Custo do inventario	Idade	-,038	0,686
Visibilidade do pedido	Idade	-,022	0,818
Tempo de atendimento	Idade	,034	0,711
Transferência entre concess.	Idade	,086	0,353
Assertividade de entrega	Idade	,078	0,402
Qualidade de entrega	Idade	,082	0,376
Relacionamento	Idade	,229	0,011
Custo de frete	Idade	,107	0,244
Tipo de compra	Idade	-,015	0,868
Nível hierárquico	Idade	,173	0,057
Benefício do produto	Idade	,174	0,056
Incerteza de demanda	Idade	,141	0,125
Variedade de produtos	Idade	,060	0,514
Tecnologia de processo	Idade	,119	0,198
Gestão da informação de demanda	Idade	,092	0,317
Flexibilidade de entrega	Idade	,037	0,69

Fonte: Dados da pesquisa

A amostra constituiu principalmente as marcas Chevrolet (27,5% das respostas), seguida da Renault com 10,0%, e da Nissan com 6,7%. Ford, Hyundai, Volkswagen aparecem com 5% das respostas cada. A seguir, com 4,2% das respostas, seguem Citroën, Jeep e Toyota. Essas marcas totalizaram 71,7% das

respostas. A exemplo do que aconteceu com a idade e a posição dos entrevistados, não foi encontrada nenhuma relação da marca a qual a concessionária representa e suas respostas para a importância dada para cada critério. Entretanto, verifica-se pela Tabela 7, que as notas que as concessionárias japonesas deram para tópicos ligados a nível de serviço e custo de inventário foram máximas. Na contramão, concessionárias da marca Chevrolet e Volkswagen, mais voltadas para operações mais fortes de vendas de peças no mercado de varejo deram maiores importâncias a critérios mais comerciais.

Tabela 7: Média das notas por critério e por marca

Marcas	Custo de inventário	Tempo para atendimento de pedido	Transferência		Assertividade da entrega	Qualidade da entrega	Relacionamento	Custo de frete	Tipo de compra	Nível hierarquico	Benefício do produto	incerteza de demanda	Variedade dos produtos	Tecnologia do processo	Gestão da informação de demanda	Flexibilidade de atendimento	Visibilidade para atendimento do pedido
			entre concessionárias	entre concessionárias													
AUDI	4,50	5,00	3,50	5,00	5,00	5,00	3,00	3,50	3,50	5,00	3,50	2,50	4,00	3,50	5,00	5,00	
BMW	5,00	5,00	2,00	4,00	4,00	3,33	3,33	3,33	4,33	5,00	2,33	4,33	4,00	2,33	4,33	4,00	
CASE	5,00	5,00	4,00	5,00	5,00	3,00	4,00	3,00	3,00	5,00	5,00	5,00	3,00	3,00	4,00	3,00	
CATERPILLAR	4,50	5,00	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	
CHERY	4,00	5,00	1,00	3,50	5,00	3,50	3,50	3,50	2,50	4,00	3,00	3,00	5,00	2,50	4,50	4,00	
CHEVROLET	4,48	4,76	4,27	4,79	4,88	4,58	4,18	4,67	4,24	4,91	4,36	4,55	4,48	4,79	4,42	4,55	
CITROEN	5,00	4,80	4,20	4,60	4,40	4,20	2,80	3,80	3,80	4,60	4,00	4,00	4,00	4,60	4,40	4,40	
FIAT	5,00	4,50	4,00	4,50	4,25	4,50	3,50	4,50	4,25	4,75	4,00	4,00	3,75	4,00	4,00	4,25	
FORD	4,67	4,33	4,00	4,83	4,33	4,17	2,00	4,67	3,83	4,67	3,83	4,33	3,83	4,83	4,33	4,50	
Grupo Wirtgen	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	
HARLEY DAVIDSON	5,00	3,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,00	3,00	5,00	3,00	3,00	
HONDA	5,00	5,00	3,50	5,00	5,00	4,50	3,75	4,75	4,25	4,75	4,75	4,25	4,50	4,50	4,75	4,75	
HYUNDAI	5,00	4,50	4,33	5,00	4,83	4,17	3,50	4,17	3,50	5,00	3,83	3,83	4,50	4,83	4,50	5,00	
IVECO	5,00	5,00	3,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	3,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
JAC MOTORS	5,00	5,00	3,50	5,00	5,00	5,00	4,50	5,00	5,00	5,00	4,50	3,00	3,50	5,00	3,50	3,50	
JEEP	4,40	5,00	3,60	4,80	5,00	4,40	2,80	4,60	4,60	5,00	3,40	4,60	4,80	4,40	4,40	5,00	
KIA	4,00	5,00	3,00	4,50	5,00	4,00	4,00	5,00	4,50	5,00	4,50	2,50	4,00	4,50	4,00	4,50	
MERCEDES	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,00	2,00	1,00	5,00	5,00	3,00	4,00	5,00	5,00	4,00	5,00	
MITSUBISHI	5,00	5,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,67	5,00	3,67	4,67	4,67	4,67	4,00	4,33	4,00	4,33	
NISSAN	4,63	4,88	4,38	4,88	4,88	4,75	3,63	4,75	4,38	4,50	4,00	4,13	4,38	4,88	4,25	4,50	
PEUGEOT	5,00	5,00	5,00	4,50	4,50	4,00	2,00	3,50	4,00	5,00	4,50	5,00	4,50	4,50	4,50	5,00	
RENAULT	4,75	5,00	4,58	4,83	5,00	4,17	3,42	4,67	4,08	4,75	4,33	4,50	4,50	5,00	4,33	4,42	
SUZUKI	4,00	5,00	1,00	5,00	5,00	5,00	4,00	3,00	5,00	5,00	3,00	1,00	5,00	4,00	4,00	3,00	
TOYOTA	5,00	5,00	4,40	5,00	4,80	4,60	3,20	3,20	3,20	4,20	3,80	4,60	4,20	5,00	4,20	4,20	
VALTRA	4,50	5,00	4,50	4,00	5,00	4,00	2,50	4,50	3,00	5,00	3,50	3,00	5,00	5,00	3,50	4,50	
VOLKSWAGEN	4,67	4,83	3,50	4,83	4,67	3,67	3,67	3,83	3,50	4,83	4,17	4,33	3,67	4,67	4,33	3,83	

Fonte: Dados da pesquisa

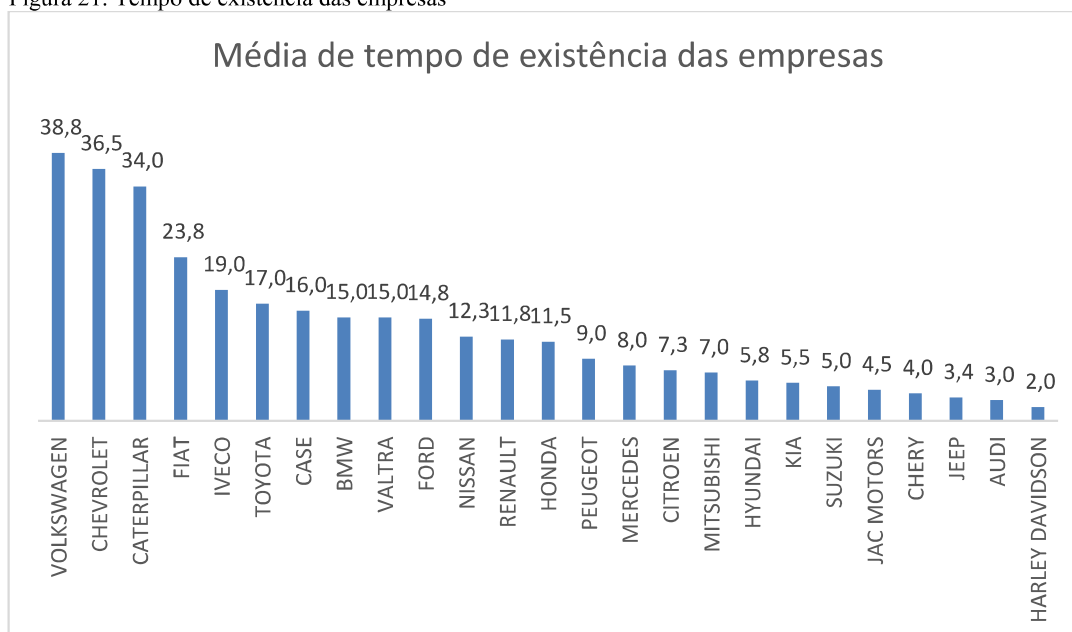
O total de respondentes representa cerca de 2,71% do total de concessionárias das marcas pesquisadas no território nacional. No entanto, esta porcentagem sobe para 12,49% quando se considera apenas as concessionárias disponíveis nas cidades de Sorocaba, Itu, Campinas e São Paulo.

As concessionárias pesquisadas estão no mercado em média a 19,78 anos, o que representa uma média alta quando se considera o tempo médio de sobrevivências das pequenas e médias empresas no Brasil. De uma maneira geral,



marcas que estão menos tempo no mercado tem as concessionárias mais jovens. Entretanto, é importante destacar que quase sempre as concessionárias fazem parte de grandes grupos que detêm concessionárias de várias marcas. Portanto, de forma agregada tem-se o resumo, como mostra a Figura 21.

Figura 21: Tempo de existência das empresas



Fonte: Dados da Pesquisa

Foram encontradas relações estatísticas entre a idade das concessionárias, o número de dias que as montadoras demoram para entregar material, o número de funcionários e o faturamento das concessionárias. Os valores de coeficiente de Pearson, P-value e covariâncias para cada relação encontram-se na Tabela 8.

Tabela 8: Relação de indicadores estatísticos para as variáveis de controle

	Número de dias para entrega	Número de funcionários	Faturamento
Idade das concessionárias	Pearson = 0,2729 P-Value = 0,0032 Covar. = 4,3867	Pearson = 0,3843 P-Value = 0,0000 Covar. = 6,8496	Pearson = 0,2548 P-Value = 0,0060 Covar. = 2,8250

Fonte: Dados de Pesquisa

Considerando que todas as variáveis são crescentes e os dados de covariância da Tabela 8 são positivos para todas as relações entre idade das concessionárias e número de dias para entrega, número de funcionários e faturamento, percebe-se que a medida que as concessionárias têm mais tempo de operação elas tendem a ter um faturamento maior e a possuírem um tempo maior para entrega de peças. De uma maneira geral, encontra-se também uma relação entre como a concessionária avalia a entrega da montadora e o número de dias que são necessários para a entrega de peças. Nesse último caso a covariância é de -0,1484, indicando que a relação é inversa, ou seja, quanto mais tempo demora a entrega pior é a avaliação geral por parte da concessionária.

Conforme os dados apresentados na Tabela 9, aproximadamente 43% das concessionárias podem ser consideradas como sendo de médio porte com número de funcionários entre 10 e 49. Metade delas tem menos que 50 funcionários. A maioria das concessionárias, 78%, tem menos de 100 funcionários

Tabela 9: Quantidade de empregados das concessionárias pesquisadas por marca

Marcas	<i>Quantidade de empregados</i>			
	1	2	3	4
	Menos que 10 funcionários	Entre 10 e 49 funcionários	Entre 50 e 100 funcionários	Mais que 100 funcionários
AUDI	0	1	1	0
BMW	0	2	1	0
CASE	0	1	0	0
CATERPILLAR	0	0	0	2
CHERY	2	0	0	0
CHEVROLET	1	7	11	14
CITROEN	0	4	0	1
FIAT	0	1	1	2
FORD	0	3	1	2
Grupo Wirtgen	0	1	0	0
HARLEY DAVIDSON	0	1	0	0
HONDA	0	2	1	1
HYUNDAI	0	6	0	0
IVECO	0	1	0	0
JAC MOTORS	0	2	0	0
JEEP	1	2	1	1
KIA	0	2	0	0
MERCEDES	0	1	0	0
MITSUBISHI	1	2	0	0
NISSAN	0	3	5	0
PEUGEOT	1	1	0	0
RENAULT	0	4	6	2
SUZUKI	1	0	0	0
TOYOTA	1	1	2	1
VALTRA	0	2	0	0
VOLKSWAGEN	0	2	4	0
Total	8	52	34	26
<b>Participação</b>	7%	43%	28%	22%

Fonte: Dados de Pesquisa

Conforme a Tabela 10, a concentração de faturamento é ainda maior, sendo que 68% das empresas possuem um faturamento mensal entre R\$ 240 mil e R\$ 2.4 milhões. Essas empresas, que atuam na área de prestação de serviço, são classificadas como de médio porte segundo SEBRAE (2003). Existem, no entanto, empresas grandes com mais de 100 funcionários.

Tabela 10: Faturamento das concessionárias por marca

<i>Faturamento médio</i>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Marcas</b>	Menor que R\$ 240 mil	Entre R\$ 240 mil e R\$ 2.4 milhões	Acima R\$ 2.4 milhões
AUDI	1	1	0
BMW	2	1	0
CASE	0	1	0
CATERPILLAR	0	1	1
CHERY	2	0	0
CHEVROLET	3	25	5
CITROEN	0	5	0
FIAT	1	3	0
FORD	1	5	0
Grupo Wirtgen	0	0	1
HARLEY DAVIDSON	1	0	0
HONDA	2	2	0
HYUNDAI	1	4	1
IVECO	0	1	0
JAC MOTORS	2	0	0
JEEP	3	2	0
KIA	2	0	0
MERCEDES	0	1	0
MITSUBISHI	1	2	0
NISSAN	3	5	0
PEUGEOT	1	1	0
RENAULT	1	9	2
SUZUKI	1	0	0
TOYOTA	0	5	0
VALTRA	0	2	0
VOLKSWAGEN	0	6	0
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>82</b>	<b>10</b>
<b>Participação</b>	<b>23%</b>	<b>68%</b>	<b>8%</b>

Fonte: Dados da pesquisa

A existência de 8% de concessionárias com faturamento maior que R\$ 2.4 milhões chama a atenção. Esse faturamento pode ser encontrado mesmo em concessionárias de marcas relativamente recentes no Brasil, como a Renault. Apesar

de existir uma dispersão para as concessionárias de todas as marcas, as concessionárias de marcas com pouco tempo de operação no Brasil como Jeep, Jac, Kia, Suzuki e Chery têm faturamentos médios abaixo de R\$ 240 mil, o que indica que esses ainda são negócios incipientes. Mesmo atuando em nichos específicos de mercado, as concessionárias que representam marcas de luxo ou de Máquinas possuem quantidade semelhante de funcionários às marcas de varejo, assim como um faturamento semelhante. Observa-se também que as marcas japonesas, famosas por usarem uma logística que privilegia o fluxo puxados de compras de peças, possuem faturamento semelhante às marcas tradicionais. Isso poderia indicar um resultado financeiro superior das concessões que representam essas marcas, tendo em vista que é esperado que seus custos de operação sejam inferiores para níveis semelhantes de faturamento à das concessionárias de marcas tradicionais.

A seguir encontra-se a avaliação de quais critérios levantados durante a revisão da literatura foram de fato validados pelos respondentes, indicando sua importância para os negócios.

## 5.2 Critérios de serviço

Esta seção objetiva avaliar quais critérios levantados durante a revisão da literatura foram de fato validados pelos respondentes, indicando sua importância para os negócios.

Foi calculada uma média de todas as respostas para cada critério. Em seguida, foram elaboradas estatísticas descritivas para o conjunto das médias calculadas para cada critério, conforme exibido na Tabela 11:

Tabela 11: Resultados das estatísticas resumos para as respostas para cada critério

	Média	Mínimo	Máximo	Intervalo	Variância
Todos os itens	4,524	4,198	4,793	,595	,051
Variância de todos os itens	,612	,220	1,044	,824	,082
Covariância de todos os itens	,114	-,024	,430	,454	,007
Correlações entre todos os itens	,198	-,047	,515	,561	,016

Fonte: Dados de pesquisa

Nota-se pela análise dos dados da Tabela 11 que a média geral das notas para cada critério foi alta (4,524) mostrando que em geral todos os critérios tem alguma relevância para o negócio. A média mínima também ficou acima de 4,

reforçando o argumento anterior. Nota-se ainda que a covariância entre as médias é próxima de zero, embora levemente positivas. Isso denota independência das médias das notas para cada critério, já que a covariância mede como uma variável varia em relação à outra. Isso apoia e, em certa medida, satisfaz a necessidade de independência entre os critérios imposta pelo processo AHP.

O resultado do alfa de Cronbach para toda a massa de dados foi de 0,732. Esse número sobe levemente, para 0,748, quando se o recalcula apenas para os critérios validados na pesquisa de campo. Considerando que ambos os números ficaram acima do limite mínimo aceitável de 0,70, as respostas foram consideradas validadas (HAIR et al., 2005). Deve-se considerar, no entanto, que ambos resultados se apresentaram como limítrofes.

O próximo passo foi o levantamento das médias, variâncias e erros para cada critério, com o objetivo de validá-los ou não. A Tabela 12 mostra esses resultados para cada critério:

Tabela 12: Resultados avaliativos dos critérios de decisão

<b>Critério</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio-padrão</b>	<b>Moda</b>	<b>Limite inferior</b>	<b>Intervalo superior</b>
Custo de inventário	4,67	0,72	5,00	4,79	4,54
Tempo para atendimento de pedido	4,80	0,56	5,00	4,89	4,70
Transferência entre concessionárias	4,04	1,11	5,00	4,24	3,84
Assertividade da entrega	4,74	0,55	5,00	4,84	4,64
Qualidade da entrega	4,77	0,57	5,00	4,87	4,67
Relacionamento	4,33	0,95	5,00	4,50	4,17
Custo de frete	3,61	1,44	5,00	3,86	3,36
Tipo de compra	4,37	0,91	5,00	4,53	4,20
Nível hierárquico	4,01	0,87	4,00	4,16	3,85
Benefício do produto	4,79	0,46	5,00	4,87	4,71
Incerteza de demanda	4,10	0,91	4,00	4,26	3,94
Variedade dos produtos	4,21	1,01	5,00	4,39	4,03
Tecnologia do processo	4,28	0,97	5,00	4,46	4,11
Gestão da informação de demanda	4,61	0,76	5,00	4,74	4,48
Flexibilidade de atendimento	4,33	0,73	5,00	4,46	4,20
Visibilidade para atendimento do pedido	4,46	0,87	5,00	4,61	4,30

Fonte: Dados da pesquisa

Nota-se que apenas custo de frete teve uma média abaixo de quatro e se distancia da moda, o que para a escala de likert de 1-5 não revela um resultado

estatisticamente válido. Apesar disso, esse critério recebeu uma grande quantidade de notas 5, como percebe-se pela moda. Outro caso semelhante é o da transferência entre as concessionárias, que apesar de uma média bem próxima a 4, recebeu grande quantidade de notas 5. Os critérios nível hierárquico e incerteza de demanda tiveram suas notas mais frequentes ao redor de 4 e esse efeito é apoiado pela média próxima à 4.

Os dois critérios que tiveram as maiores variabilidades em torno da média foram custo de frete, com 40%, e transferência entre as concessionárias, com 27%.

As colunas “limite inferior” e “limite superior” indicam o erro máximo da média da amostra em relação à média estimada de toda a população. Esses limites foram construídos com intervalo de confiança de 95% e indicam a faixa dentro da qual a média da população deve estar localizada com 95% de confiança estatística (TRIOLA; 1999) para o tamanho da amostra usado na pesquisa. Percebe-se que 4 critérios tiveram o limite inferior abaixo da nota 4: transferência entre concessionárias, custo de frete, nível hierárquico e incerteza de demanda. Isso indica que, caso existisse uma possibilidade de entrevistar-se todas as concessionárias em território nacional, a média de suas notas para esses quatro critérios poderia ficar abaixo de 4.

Esse resultado é corroborado pelo fato de que as concessionárias não pagam pelo frete do material que compram das montadoras, logo esse custo é da montadora. Em adição, as concessionárias não têm sistemas complexos de gerenciamento de demanda e previsão de vendas, o que limita a sugestão de compra de seus sistemas transacionais. Dessa maneira, qualquer funcionário bem treinado pode fazer o pedido de compra com a montadora. Importante mencionar ainda que várias concessionárias indicaram, durante entrevistas pessoais, que as montadoras as quais são representadas pelas concessionárias mantêm sistemas de reposição automática, tirando das concessionárias a responsabilidade pela programação de materiais. Foi notado também que várias concessionárias não tem a possibilidade de colaborar para transferir peças entre si.

A nota 4 foi usada como nota mínima de corte para considerar o critério como relevante para a árvore de decisão final, pois é a primeira nota na escala que indica a importância do critério. Dessa maneira, todos os critérios cujos limites

inferiores de erro da média amostral sejam superiores à 4 serão considerados para a árvore final.

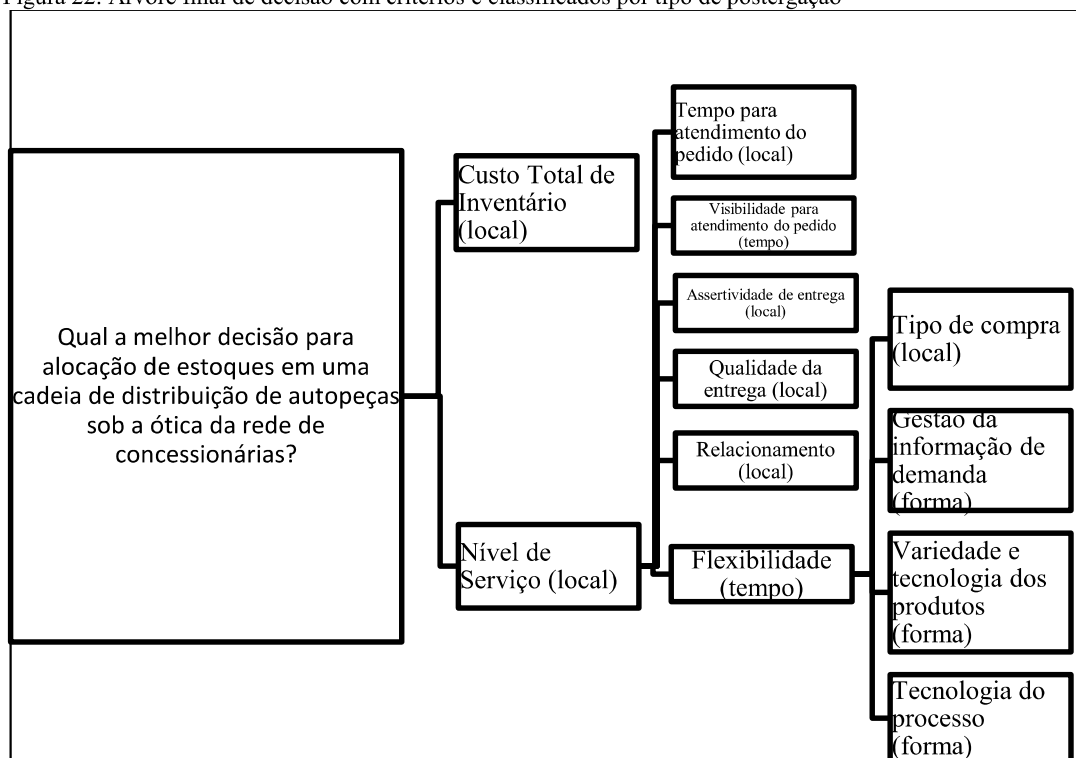
### 5.3 Apresentação da Arvore de Decisão

A árvore de decisão foi montada com base na revisão de literatura e na percepção dos entrevistados.

#### 5.3.1 Apresentação dos critérios validados pela pesquisa de campo

De forma a manter todos os critérios validados pelos entrevistados na etapa anterior e usando a estrutura desenvolvida para os objetivos-meio e objetivos fim, a estrutura da árvore de decisão fica como na Figura 22.

Figura 22: Árvore final de decisão com critérios e classificados por tipo de postergação



Fonte: Dados da pesquisa

A árvore descrita na Figura 22 é a mesma que a árvore descrita na Figura 17, sendo alguns critérios excluídos por não atingirem a nota mínima de 4. São eles: transferência entre concessionárias; custo de frete; nível hierárquico e incerteza de demanda.

O subcritério “tipo de compra” tomou lugar do critério “escopo de tomada de decisão”, tendo em vista que a eliminação do subcritério “nível hierárquico” impossibilitou a composição de ambos em um único critério. Com a eliminação do critério custo de frete a transferência entre os concessionários, um dos objetivos-meio deixou de ser considerado, permanecendo apenas nível de serviço e custo de inventário. O subcritério valor do produto deixou de ser considerado por ser o único subcritério de custo de inventário, não apresentando, portanto, valor para a análise.

Lembrando que os critérios estão organizados como na figura 22, pois eles representam objetivos-meio e objetivos-fim que se relacionam de acordo com essa estrutura, conforme já visto durante a metodologia.

Segue-se então a etapa de ponderação dos pesos.

### 5.3.2 Apresentação dos pesos dos critérios

Três conjuntos de ponderação foram feitos: um para o conjunto de subcritérios; um segundo para o conjunto de critérios fim; e um terceiro conjunto para os subcritérios definidos para o critério flexibilidade. Isso se justifica na medida em que existe a necessidade de respeito à hierarquia dos critérios.

O Quadro 12 ilustra essas quebras:

Quadro 12: Separação dos critérios para ponderação

<i>Critério Fim</i>	<i>Subcritérios</i>	<i>Subcritérios de Flexibilidade</i>
Custo de Inventário	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valor do Produto</li> </ul>	
Nível de Serviço	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionamento</li> <li>• Qualidade de entrega</li> <li>• Assertividade da entrega</li> <li>• Visibilidade da ordem</li> <li>• Tempo de entrega</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexibilidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de compra</li> <li>• Gestão da informação de demanda</li> <li>• Variedade e tecnologia de produto</li> <li>• Tecnologia do processo</li> </ul>

Fonte: Dados da pesquisa

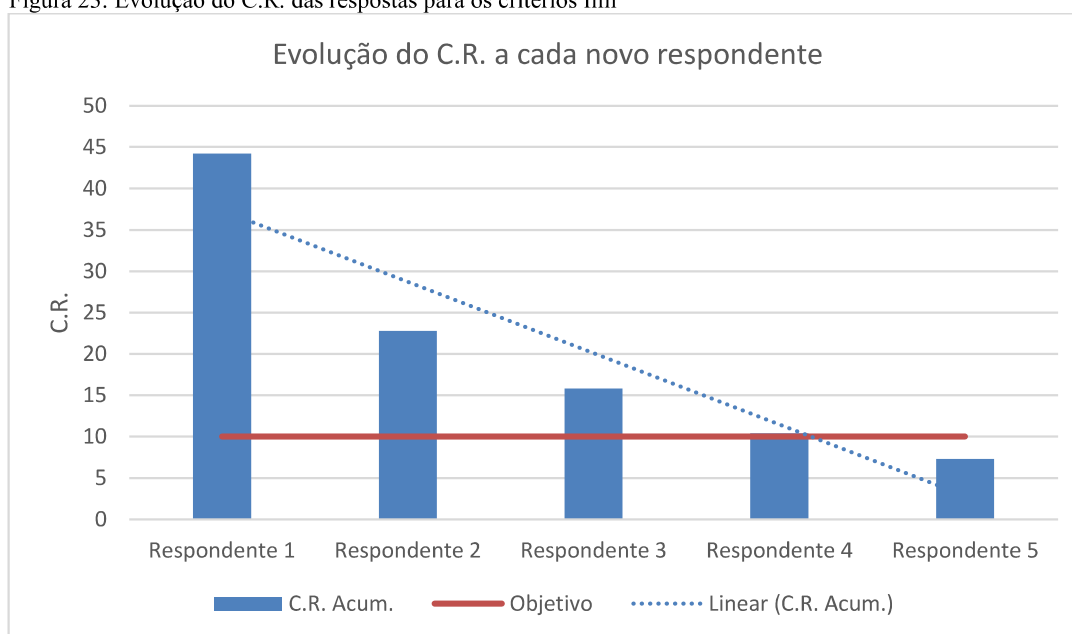


Conforme descrito na metodologia, o cálculo do C.R. foi usado como corte para o número de entrevistas. Assim que o C.R. total ficou abaixo de 10%, as entrevistas cessaram.

Não foi gerado gráfico para a ponderação dos subcritérios, tendo em vista que o C.R. se apresentou sempre abaixo de 10%. Isso pode ser explicado pelo fato das comparações, nesse caso, envolverem apenas dois critérios.

Vê-se, através da Figura 23, o comportamento acumulado do C.R. a cada novo respondente para os critérios fim.

Figura 23: Evolução do C.R. das respostas para os critérios fim



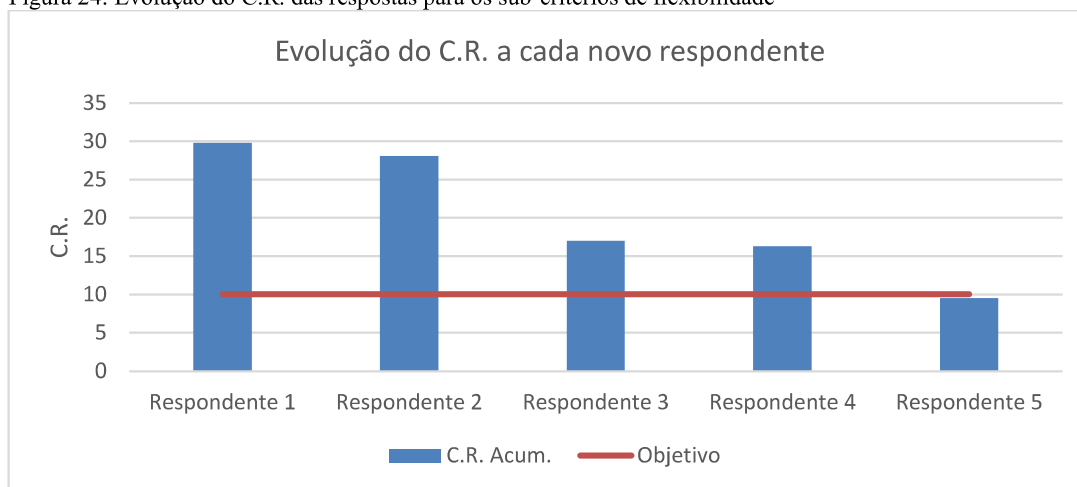
Fonte: Dados da Pesquisa

O gráfico da Figura 23 é acumulativo. Logo a primeira coluna representa o C.R. total das respostas para a primeira entrevista. A segunda coluna representa o C.R. acumulado para a primeira e a segunda entrevistas, e assim por diante até a 5. Percebe-se, através da observação da linha de tendência, que a taxa de melhora do C.R. após cada resposta é quase linear.

Esse grupo de critérios comparou basicamente os critérios de nível de serviço entre si conjuntamente com o critério valor do produto, que servia como critério fim para o custo de inventário.

A Figura 24 mostra a evolução para as avaliações dos sub-critério do critério flexibilidade

Figura 24: Evolução do C.R. das respostas para os sub-critérios de flexibilidade



Fonte: Dados de pesquisa

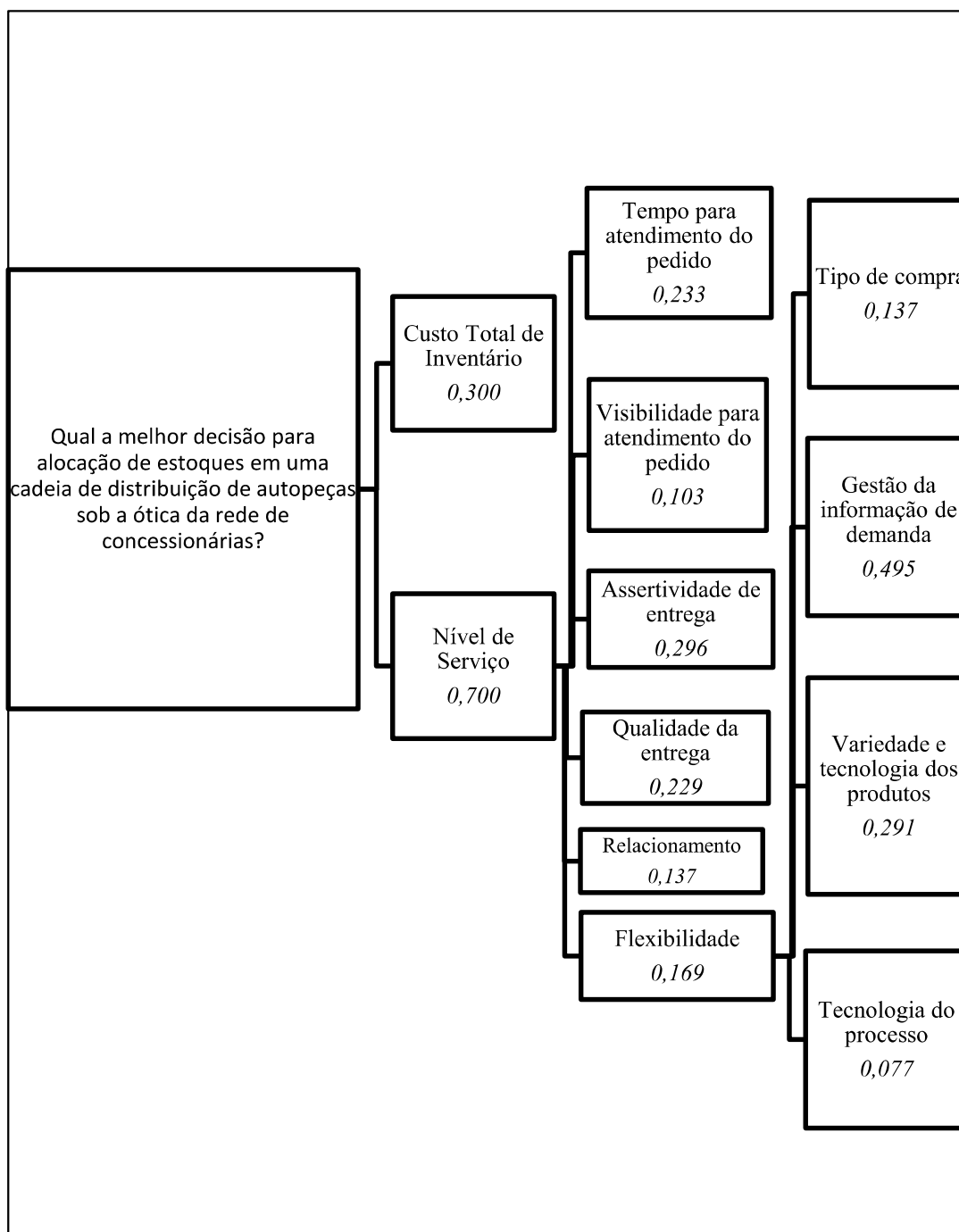
A análise da Figura 24 mostra 3 patamares claros para a evolução do C.R. para as ponderações feitas para os sub-critérios da flexibilidade. Isso denota uma evolução mais lenta em direção à consistência, podendo significar uma maior dúvida dos respondentes em indicar realmente qual critério é mais importante e qual não é.

O conjunto dos critérios dessa análise dizem respeito a condições comerciais e qualidade das fontes, nesse caso das montadoras. Nem todas as concessionárias possuem práticas comerciais para venda de peças, tendo em vista, por exemplo, o caso das concessionárias japonesas que usam as peças apenas como ferramentas para realizar serviço nos veículos. Ademais, os processos e condições disponibilizados pelas montadoras tendem a ter pouca importância para as concessionárias, desde que a montadora se mostre flexível ao final da entrega. Foram analisados 4 subcritérios para flexibilidade e 7 critérios fim.

Pela análise das informações dos gráficos 6 e 7 percebe-se que o C.R. para os subcritérios de flexibilidade começou em um nível bem menor que o C.R. para os critérios fim. A convergência do indicador para o objetivo de 10% foi mais rápida para a ponderação dos critérios fim. O C.R. final também foi melhor para os critérios fim em relação à ponderação dos subcritérios da flexibilidade.

O cálculo final dos pesos e sua aplicação na árvore de decisão segue na Figura 25:

Figura 25: Árvore de Decisão Final



Fonte: Dados da Pesquisa

A análise final da árvore de decisão mostra que o subcritério mais importante dentro do critério “flexibilidade” é a “gestão da informação da demanda”. O segundo subcritério, ainda com alguma relevância é a “variedade e tecnologia de produtos”. Verifica-se que ambos os critérios influenciam indiretamente na gestão do inventário e, portanto, nos custos da empresa. A “tecnologia do processo” da montadora não recebeu tanta atenção tendo em vista que, na perspectiva das

concessionárias, as escolhas da montadora para entregar um alto nível de serviço têm menor importância que o nível de serviço em si e, portanto, não lhes cabe opinar nessa questão.

Dentro da análise dos subcritérios do critério nível de serviço, percebe-se que “assertividade de entrega” foi o que recebeu maior importância. Entregas erradas da montadora causam custos e atrasos para entrega dos veículos por parte das concessionárias. Importante notar ainda que “tempo para atendimento”, “qualidade de entrega” receberam todos uma importância similar dentro do grupo nível de serviço, o primeiro com 23,3% da preferência e o segundo com 22,9%. Logo em seguida vem o critério flexibilidade, com 16,9% da preferência. Esse resultado reforça a dimensão do nível de serviço em si. Dentro desse subgrupo a “visibilidade para atendimento do pedido” foi o critério que recebeu menor importância.

Avaliando o conjunto de critérios, percebe-se que o nível de serviço recebeu uma importância muito maior que o custo de inventário, respondendo por 70% do peso da decisão final. Isso pode denotar um foco exacerbado na competição para conquistar e manter clientes em um mercado tão competitivo. Um peso tão grande para o nível de serviço era esperado, tendo em vista que a pesquisa está sendo feita sob a ótica da concessionária, que é em tese um dos beneficiados por um nível de serviço maior por parte da montadora. É esperado que todo esse foco influencie na decisão final sobre centralização.

#### **5.4 Apresentação da decisão sobre centralização de estoques**

As alternativas foram avaliadas pelos entrevistados conforme cada critério da árvore de decisão. Os seguintes julgamentos foram obtidos quanto à centralização/descentralização de estoques.

Os julgamentos dos entrevistados, que foram colocados no modelo, encontram-se na Tabela 13:

Tabela 13: Quadro com os julgamentos sobre as alternativas

<b>CRITÉRIO/ENTREVISTADO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Tipo de compra</b>	7 (D)	7 (D)	5 (D)	9 (C)
<b>Variedade de produtos</b>	3 (C)	7 (C)	1 (D)	9 (C)
<b>Gestão informação da demanda</b>	7 (D)	3 (C)	1 (D)	9 (C)
<b>Tecnologia do processo</b>	7 (D)	9 (D)	5 (D)	9 (C)
<b>Tempo de entrega</b>	5 (D)	3 (C)	3 (C)	9 (D)
<b>Qualidade da entrega</b>	1 (C)	3 (D)	7 (D)	9 (D)
<b>Relacionamento</b>	5 (C)	3 (D)	3 (C)	9 (D)
<b>Assertividade de entrega</b>	1 (C)	9 (D)	7 (D)	9 (D)
<b>Visibilidade de pedido</b>	9 (C)	9 (D)	3 (D)	9 (D)

Nota: “C” representa Centralização de estoques e “D” Descentralização de estoques.

Fonte: Dados da pesquisa

Para cada critério, os entrevistados julgaram o grau de importância das alternativas em relação a cada critério para a centralização/descentralização. Por exemplo, o entrevistado 1, avaliou que a alternativa de descentralização de estoques possui um desempenho muito superior ao da centralização de estoques para o critério “tipo de compra”.

A Tabela 13 revela que, no geral, o entrevistado 1 votou mais vezes na centralização de estoques, e com notas maiores, evitando os julgamentos mais balanceados. Percebe-se ainda que as escolhas pela descentralização focaram mais nos subcritérios “flexibilidade”, mostrando que o entrevistado prefere modelos descentralizados de estoque para os subcritérios de flexibilidade. Foram 3 escolhas pela descentralização contra apenas 1 pelo modelo centralizado de estoques para os subcritérios de flexibilidade. Já os subcritérios do nível de serviço receberam mais escolhas pela centralização de estoques, 5 contra apenas 1 pela descentralização. Considerando a forte opção pelo modelo centralizado para os critérios “valor de produto” e “visibilidade dos pedidos”, pode-se inferir que esse entrevistado possui grande preocupação com os custos operacionais e de inventário.

Já os entrevistados 2 e 3 votaram mais pela descentralização, principalmente nos subcritérios relativos ao “nível de serviço”. O único critério que ambos os entrevistados 2 e 3, acharam que não necessitava de um alto nível de serviço foi o “tempo de entrega”. Importante dizer que esse critério é menor dentro do nível

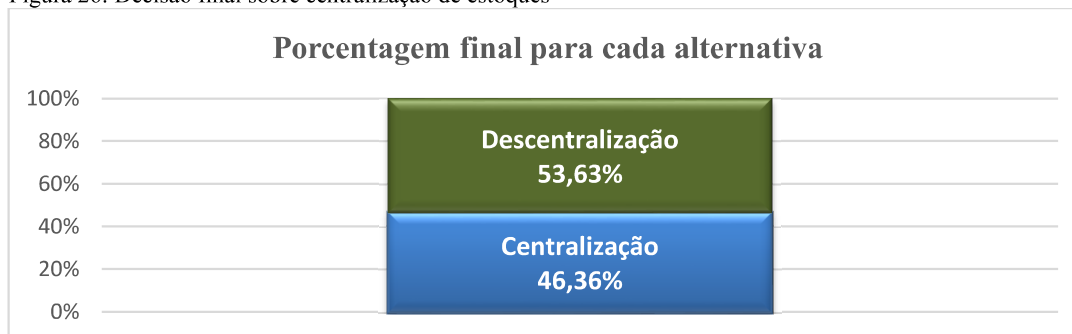
de serviço sendo que ele não gera falta de material, caso o lead time e o estoque de segurança estejam ajustados a horizonte de tempos mais longos. De uma maneira geral, excluindo-se o critério “relacionamento”, o entrevistado 3 teve a mesma percepção do entrevistado 2, ou seja, a descentralização de estoques possui um desempenho melhor para os critérios de decisão do que para a centralização de estoques.

O entrevistado 4 é o que parece ter o julgamento mais enviesado. Entretanto, é importante notar que a sua escolha teve foco na centralização dos estoques quando os critérios se referiram a critérios de flexibilidade. No entanto, o mesmo entrevistado, escolheu uma estrutura descentralizada para todos os critérios derivados do nível de serviço. Ainda assim, preferiu a estrutura mais otimizada do modelo centralizado quando teve que optar para o critério “valor do produto”, único critério para custo de inventário. Isso mostra seu foco, assim como o entrevistado 1, na estrutura de custos da empresa.

Portanto, os entrevistados 1 e 4 têm foco acentuado na gestão de custos o que pode ser fruto de um mercado competitivo como o brasileiro.

O resultado final da decisão encontra-se exposta na Figura 26:

Figura 26: Decisão final sobre centralização de estoques



Fonte: Dados da Pesquisa

Com a porcentagem de 53,63% a escolha final, na opinião dos entrevistados, foi a de descentralizar o estoque de peças de reposição para o mercado de Pós-Vendas. Verifica-se uma pequena diferença na decisão de centralizar e não centralizar os estoques. Ao investigar quais critérios contribuíram para esta decisão, percebe-se que o critério “nível de serviço” recebeu um peso de 70% na decisão de centralização de estoques contra apenas 30% do custo de inventário. Considerando que a decisão acima possui um viés em função da resposta do indivíduo número 4,

esse foi retirado do modelo de decisão. O fato desse respondente não ter sido considerado altera muito pouco a decisão que continua sendo pela descentralização dos estoques, mas agora com um percentual de 51,5%, apenas 2 pontos percentuais abaixo da decisão original e ainda marginal.

Além disso, ao decidir pela descentralização de estoques, as concessionárias indicam que o nível de serviço parece ser mais importante do que a redução de custo. A escolha do modelo descentralizado de estoques justifica-se na medida em que um melhor nível de serviço provê uma qualidade superior de serviço ao cliente, configurando-se esse um diferenciador importante em um mercado de automóveis competitivo, com grande número de competidores e produtos similares nas características construtivas. Do mesmo modo, percebe-se que para o critério “valor do produto”, único representante do “custo de inventário”, a escolha foi pelo modelo centralizado. Isso se justifica pelo fato de que o modelo centralizado é quem fornece a melhor otimização do custo de inventário, com a redução das variabilidades agregadas de demanda, reduz as incertezas reduzindo os estoques de segurança. De maneira semelhante, é a estrutura que pode fornecer melhor disponibilidade de estoques por possuir uma estrutura centralizada de gestão de demanda.

A Tabela 14 apresenta os pesos para cada alternativa considerando cada critério.

Tabela 14: Pesos das alternativas para cada critério

<b>CRITÉRIO</b>	<b>Centralização</b>	<b>Descentralização</b>
Tempo de entrega	0,47	0,53
Qualidade de entrega	0,21	0,79
Relacionamento	0,46	0,54
Assertividades de entrega	0,31	0,69
Visibilidade de pedido	0,30	0,70
Tipo de compra	0,30	0,70
Variedade de produto	0,78	0,22
Gestão da informação de demanda	0,58	0,42
Tecnologia do processo	0,29	0,71
Valor do produto	0,65	0,35

Fonte: Dados da Pesquisa

Pela Tabela 14, verifica-se que os resultados para os subcritérios do critério “flexibilidade” mostraram valores divididos: a escolha para os critérios “tipo de compra” e “tecnologia de processo” foi por uma estrutura descentralizada. Já a escolha para os critérios “variedade de produto” e “gestão da informação de demanda” foi por uma estrutura centralizada. A escolha por uma estrutura centralizada, quando se considera a variedade de produto, justifica-se porque, caso fosse possível que uma pequena variedade de peças fosse aplicada em uma grande quantidade de veículos, a estrutura centralizada seria mais fortemente indicada, sem que se perdesse tanto nível de serviço.

A gestão centralizada da demanda também oferece benefícios do ponto de vista de redução do custo de inventário e dessa maneira alinha-se com o resultado para o critério “valor do produto”. De maneira similar, quando a estrutura descentralizada foi escolhida para o critério tipo de compra, os respondentes escolheram por trabalhar com lotes menores com vistas a reduzir o inventário e aumentar a flexibilidade das operações.

Já o critério “tecnologia do processo” apoia a direção de se trabalhar com um alto nível de serviço. Dada a estrutura descentralizada para a tecnologia do processo, os respondentes escolheram trabalhar com um processo mais complexo, mas que oferece um nível de serviço superior ao cliente.

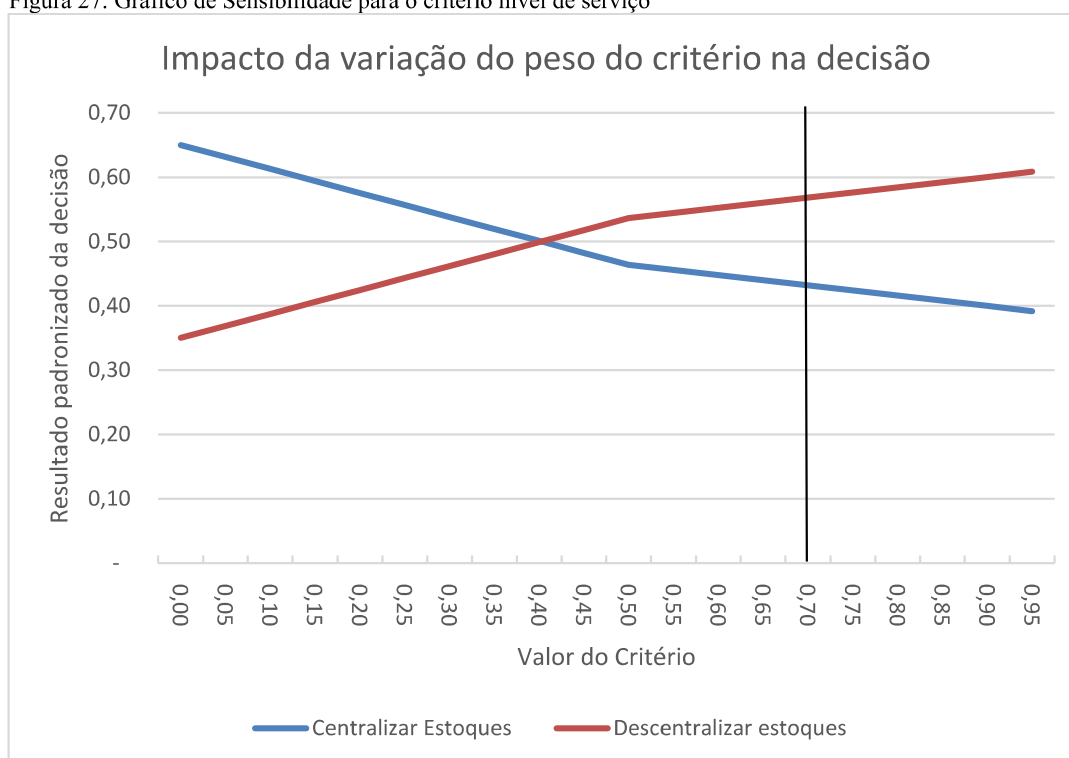
A escolha de uma estrutura descentralizada foi resultado de pesos maiores para 7 dos critérios contra apenas três notas superiores a favor do modelo centralizado de estoques.

## **5.5 Análise de Sensibilidade**

Como forma de investigar quais critérios são mais importantes para a decisão de centralização/descentralização diante de uma variação dos pesos, foram feitas análises de sensibilidade. No entanto, a análise de sensibilidade foi feita para os nós mais importantes da decisão. A análise para o critério nível de serviço está na Figura 27.



Figura 27: Gráfico de Sensibilidade para o critério nível de serviço



Fonte: Dados da pesquisa

A análise de sensibilidade do critério “nível de serviço” mostra que, apesar da decisão pela descentralização não ter ocorrido por uma grande margem, o peso dado para o critério nível de serviço precisa cair bastante para que a decisão se reverta. A linha vertical indica o peso do critério “nível de serviço” dados pelos respondentes, 0,7, e ela está bem distante do ponto de inflexão, onde a decisão se inverte, o que ocorre para um peso de 0,4. Esse fato está possivelmente ligado ao fato de uma direção muito forte dos respondentes em indicar a decisão por uma estrutura descentralizada para quase todos os critérios ligados ao nível de serviço.

Um segundo ponto relevante é o ponto de inflexão ocorrer para o peso relativamente mediano para o nível de serviço, 0,4. Isso pode indicar que a decisão pela descentralização apenas é viável caso a empresa tenha algum foco no cliente, ou caso esteja inserida em um ambiente competitivo como é o caso da indústria automobilística. O fato da decisão estar próxima ao 50% também apoia o fato que se observa no comportamento difuso do mercado, que possui algumas empresas estruturadas de maneira descentralizada e outras de maneira centralizada.

A Tabela 15 traz a comparação entre os pesos dos subcritérios de nível de serviço, com os pontos de inflexão, onde a decisão seria revertida, das curvas de sensibilidade.

Tabela 15: Comparação de pesos em pontos de inflexão dos critérios-fim de nível de serviço

<i>Crítérios</i>	<i>Peso do critério</i>	<i>Ponto de Inflexão</i>
<i>Assertividade</i>	0,30	N/A
<i>Qualidade de entrega</i>	0,23	N/A
<i>Relacionamento</i>	0,14	0,82
<i>Tempo de entrega</i>	0,23	0,80
<i>Visibilidade</i>	0,10	N/A
<i>Flexibilidade</i>	0,17	0,64

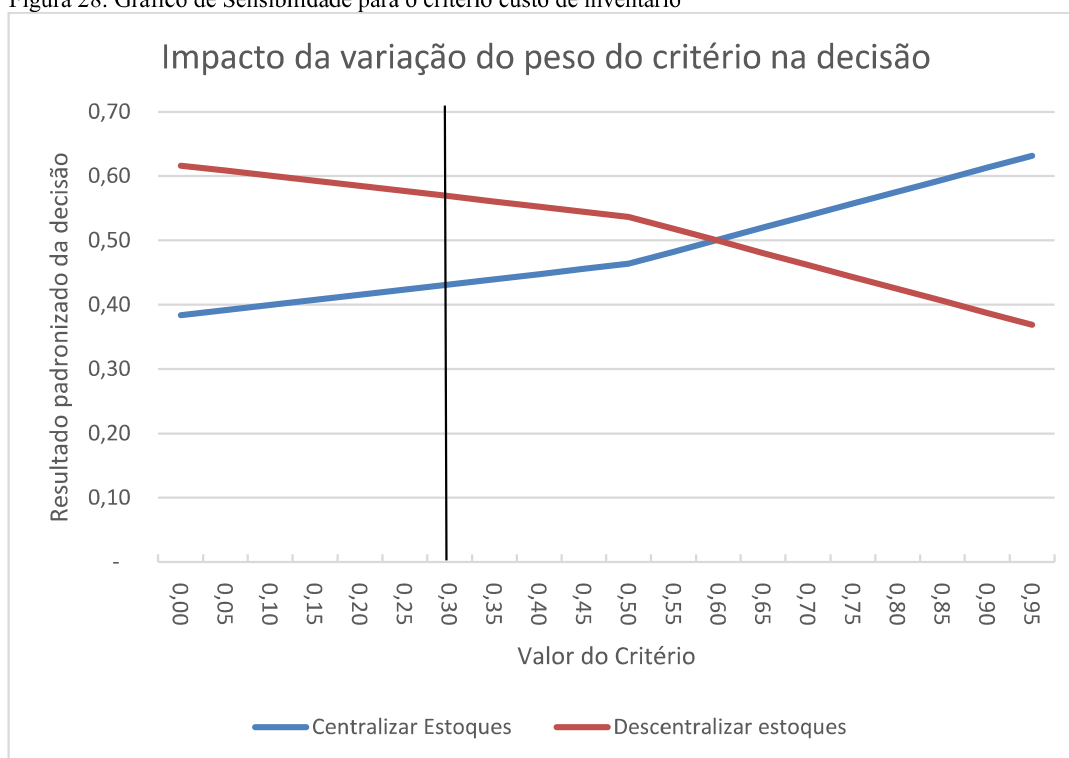
Fonte: Dados de pesquisa

Os resultados da Tabela 15 reforçam o argumento de que os critérios-fim do nível de serviço foram decisivos para a escolha pela estrutura descentralizada, pois nos casos dos critérios “assertividade”, “qualidade de entrega” e “visibilidade de pedido”, não existe peso algum que reverta a decisão pela descentralização de estoques. Já no caso dos critérios “relacionamento” e “tempo de entrega” os pesos são altos (0,82 e 0,80 respectivamente) para que a decisão seja revertida.

Percebe-se ainda que o critério mais capaz de reverter a decisão, ainda que haja uma grande variação de opinião dos decisores para isso, é o critério flexibilidade, que para um peso de 0,64 inverte a decisão. Isso apoia o fato de que uma parte dos sub-critérios de flexibilidade tiveram a escolha pela estrutura centralizada. Não existe ponto de inflexão para nenhum dos sub-critérios.

Na Figura 28 encontra-se a análise de sensibilidade para o critério custo de inventário:

Figura 28: Gráfico de Sensibilidade para o critério custo de inventário



Fonte: Dados da pesquisa

No caso do custo de inventário vê-se que a decisão se inverte com um peso de 60% para esse critério. Tendo em vista que juntamente com o nível de serviço ele faz parte do par de critérios fim para a decisão, o comportamento do custo de inventário é complementar ao comportamento do nível de serviço.

## 6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esse capítulo discute os resultados apresentados e busca contextualizar a árvore de decisão, fruto do julgamento dos entrevistados no processo de pesquisa.

A indústria automobilística pode ser considerada como sendo uma indústria que não apresenta uma grande diferenciação de produto além do design, o que gera uma competição focada em preço, onde a promoção (ZANONI et al., 2013) é a principal ferramenta e, portanto, um alto nível de serviço no pós-vendas faz a diferença.

Assim, as concessionárias de automóveis estão situadas nesse ambiente competitivo. O mercado de reposição possui uma grande quantidade de itens, impondo pressões no custo de inventário, não somente pela diversidade de itens em estoque, como também pelo aumento do valor agregado dos itens em função deles estarem se tornando mais computadorizados a cada nova geração de carros. As peças possuem uma grande gama de tamanhos e formas, indo desde a distribuição de um parafuso até uma lateral completa de veículo, o que dificulta e encarece a estocagem e o transporte dos materiais, o que justifica a aplicação de estruturas centralizadas pelas montadoras, visando a otimização do custo.

A demanda, para maior parte dos itens que não fazem parte da rotina de revisões frequentes, é altamente variável e atrelada ao índice de falha do componente, além de fatores sazonais, o que dificulta a obtenção de um nível de serviço alto para consumidor junto com um baixo custo de inventário, argumento que novamente apoia o uso de estruturas centralizadas. Uma peça pode imobilizar um veículo o que causa grande prejuízo para o cliente que perde mobilidade em cidades com transporte público pobre. No ambiente atual, um baixo nível de serviço, por vezes, implica em um aumento de custos judiciais com aluguel de carro reserva e ressarcimentos aos clientes. Assim, a peça certa, na quantidade certa deve chegar rapidamente ao ponto de reparo do veículo com qualidade e sem danos. Com base nisso e no peso de 70% do nível de serviço para a decisão de centralização é possível dizer que um menor tempo de entrega, assertividade de entrega e qualidade pesam muito na decisão final sob a ótica dos concessionários.

Portanto, o Quadro 13 apresenta uma justificativa para os efeitos da centralização, ou não, dos estoques para cada critério de decisão, porém de forma

mais ampla, ou seja, levando em consideração todos os critérios analisados e à luz da literatura.

Quadro 13: Resumo dos impactos dos critérios sobre decisão de centralização de estoques

<i>Tipo de postergação</i>	<i>Critério</i>	<i>Tipo de distribuição</i>	<i>Efeito esperado conforme literatura</i>	<i>Principais Referência</i>
<i>Local</i>	Custo de inventário	C	Redução dos estoques de segurança; aumento da consolidação da demanda e do tempo de atendimento do pedido, e melhora na disponibilidade de estoque	Wanke, Zinn (2003); Wanke (2009); Zinn, Bowersox (1988); Anand, Girotra (2007); Netessine, Rudi (2003)
		D	Aumento dos estoques de segurança; redução da consolidação da demanda e do tempo de atendimento do pedido, e aumento do inventário total para uma mesma disponibilidade de estoque da distribuição centralizada	
	Tempo de atendimento de pedido	C	Aumento no tempo de atendimento do pedido causando aumento de inventário no cliente	Correa; Correa (2008); Griffis et al (2012);
		D	Redução no tempo de atendimento do pedido causando aumento de inventário no cliente	
	Transbordo	C	Redução do custo de frete e aumento da disponibilidade de estoque. Pode aumentar o tempo de atendimento para o cliente	Paterson et al (2011); Özdemir, Yücesan e Herer (2013); Greasley, Assi (2012);
		D	Aumento do custo de frete sem alterar sobremaneira a disponibilidade	
	Nível de Serviço	C	Uma estrutura centralizada pode não atender da melhor maneira uma grande quantidade de clientes espalhados por grande extensão geográfica. A presença de muitos transbordos de transporte pode diminuir a qualidade de entrega	Stank et al. (2003); Marchesini, Alcantra (2012); Mentzer, Gomes, Krapfel (1989); Borgström, Hertz (2011)
		D	Alto nível de serviço devido ao atendimento em pequenas distâncias e personalizado	
	Custo de frete	C	Alto custo de frete de distribuição devido o transporte de altas frequências em longas distâncias por vezes de material embalado	Nguyen, Dessouky e Toriello (2014); Waller, Cassady e Osment (2006); Guericke et al (2012)
		D	Baixo custo de frete devido ao transporte consolidado em longas distâncias e fracionado apenas na última milha	
	Escopo de	C	Movimentação do inventário apenas contra pedido do cliente o que	Dubellar, Chow,

	tomada de decisão		propicia uma queda do custo de inventário no cliente	Larson (2001); Roumiantsev, Netessine (2007)	
		D	Movimenta o inventário contra previsão de vendas aumentando o inventário mais próximo ao cliente		
<i>Forma</i>	Valor do produto	C	Produtos caros, cuja conveniência ou rapidez de entrega não geram valor, sujeitos a obsolescência, com alta variedade ou sazonais sugerem um estoque centralizado em função do alto custo de inventário	Leung, Ng (2007); Daabul et al (2011); Mankiw (2001); De Leeuw, Van Goor, Van Amstel (1999)	
		D	Produtos com baixos custos marginais de produção, variações de demanda e custos de oportunidade sugerem descentralização		
	Incerteza de demanda	C	Gestão centralizada de estoque traz redução do custo de inventário e aumento da disponibilidade para produtos com alta variação na demanda	Guericke et al (2012); Lin, Wang (2011); Cholette (2009); Lee (2002)	
		D	Lucros maiores para empresas descentralizadas com baixa variação na demanda dos seus produtos, sem perda de disponibilidade de produto.		
	Variedade e tecnologia dos produtos	C	Alta variedade de produtos com baixa modularização provém um inventário mais baixo com alta disponibilidade	Ferreira, Alcântara (2013b); Zhou, Huang e Zhang (2014)	
		D	O inventário aumenta com alta variedade de produto em ambiente MTS. A aplicação da modularização e pontos de desacoplamento reduzem esse efeito para ambientes ATO, mesmo com alta variação de demanda.		
	Tecnologia do processo de produção	C	Agregação de demanda reduzindo custo de inventário, aumenta lead time, aumento do custo de frete e redução do nível de serviço	Forza, Salvador e Trentin (2008)	
		D	Desagregação de demanda aumentando custo de inventário, reduz lead time, redução do custo de frete e aumento do nível de serviço		
	Gestão da informação	C	Efeito positivo para ambiente de alta variação de demanda	Granot, Yin (2008); Hsieh, Wu e Huang (2008);	
		D	Efeito positivo para ambiente com baixa variação de demanda ou baixo custo de manufatura		
	<i>Tempo</i>	Flexibilidade	C	Para ambientes com alta variabilidade de demanda sistemas postergados, aumentam a flexibilidade para atendimento do pedido com aumento de tempo pois reagem ao pedido do cliente	Beach et al. (2000); Tanrisever, Morrice e Morton (2012); Moon, Yi e Ngai (2012); Kortmann et al. (2014)
			D	Esses ambientes precisam de demanda mais previsível pois a movimentação do material ocorre antes do pedido	
Visibilidade de		C	A visibilidade do pedido independe da centralização de estoques e sim do	Caridi Et Al. (2014)	

	atendimento de pedido		plano de entrega, mas faz-se mais necessária à medida que os tempos de entrega aumentam	
		D	A visibilidade do pedido independe da centralização de estoques e sim do plano de entrega, e faz-se menos necessária em ambientes descentralizados em função dos prazos menores para atendimento	

Nota1: C – Centralizado; D = Descentralizado

Fonte: Elaborado pelo Autor

Apesar do mercado ser altamente competitivo, o que é característico dos mercados de commodity, o peso de apenas 30%, dado ao custo de inventário na decisão de descentralizar estoques, chama a atenção e não era esperado. Custos de inventário mais altos não se refletem apenas em aumento do custo financeiro na administração do estoque como propõe Gaither e Frazier (2002), Ballou (2006), Corrêa e Corrêa (2008) ou Baker (2007), mas também em um maior custo operacional, em função de uma maior necessidade de espaço. Ressalte-se o fato de que, a redução da disponibilidade de espaço nos grandes centros, e o desenvolvimento imobiliário vivido pelo Brasil nos últimos anos geraram uma pressão no custo do espaço através de um aumento dos aluguéis e prédios comerciais. Com pressão sobre as margens dos produtos por um lado e com pressão de custos de outro, não seria estranho que as concessionárias preferissem uma redução no custo de inventário a um aumento no nível de serviço.

Com uma clara opção pelo foco no nível de serviço, no entanto, as concessionárias parecem concordar com Ballou (2006), Kotler e Armstrong (1995) que propõe uma competição focada em garantir aos clientes os benefícios de espaço e tempo, focando assim no aumento das receitas no longo-prazo.

Diante de um peso de 70% da decisão dado ao nível de serviço, era esperado uma decisão pela descentralização de estoques. Isso porque a solução de descentralizar estoques é a que provê um maior nível de serviço quando comparado a uma estrutura centralizada de estoque. Isso porque, quando se considera todas as dimensões do nível de serviço propostas por Marchesini, Alcantra (2012), a estrutura descentralizada é a que oferece maior proximidade do fornecedor com o cliente. Essa proximidade gera a redução de problemas de transporte, devido à utilização de rotas mais curtas, e um atendimento personalizado, com a utilização de rotas dedicadas. Rotas mais curtas reduzem o tempo de atendimento de pedido, e aumentam a

assertividade e a qualidade da entrega (HUQ et al. 2006; TAYLOR, WHICKER; 2010; TAYLOR, WHICKER e DUCOTE; 2009).

Os critérios “tempo de atendimento”, “assertividade” e “qualidade de entrega”, em conjunto, perfizeram um peso total de 75,8% do peso agregado do “nível de serviço”. A importância do “tempo de atendimento” para negócios do tipo B2C também é encontrada por Griffis et al. (2012), por Collins, Henchion e O’reilly (2001) e por Oflaç, Sullivan e Baltacioglu (2012). O grande foco nesses critérios pode caracterizar-se como um fator compensatório para a falta de foco no custo de inventário percebido nas respostas das concessionárias. Isso porque, os autores citados ressaltam que um tempo baixo para atendimento de pedido pode reduzir o inventário no varejo e impedir impactos negativos para as marcas. Essa redução de inventário reduz custos financeiros e administrativos de se manter esse inventário, além de reduzir o custo de operação. A lucratividade, por decorrência, aumenta. Claramente a entrega livre de danos e correta (EMERSON, GRIMM; 1996) também beneficia as concessionárias na redução de seus custos operacionais.

O fato das concessionárias priorizarem o “nível de serviço” ao “custo de inventário” pode indicar que seus custos são muito mais um resultado da operação da montadora do que propriamente objeto e resultado de seu próprio gerenciamento.

Ao optar pela descentralização de estoques, a possível queda na disponibilidade de estoque para peças com alta incerteza de demanda não foi considerada. Essa queda de disponibilidade aconteceria devido à redução da agregação da demanda (CORREA, CORREA; 2008; CHOPRA; 2003) para itens com grande variabilidade de demanda, como os itens eletroeletrônicos e itens de motor com baixo índice de desgaste.

Diante desse cenário, é possível que as montadoras fossem obrigadas a usar de outros artifícios para manter a disponibilidade alta para um cenário de descentralização. Uma das alternativas seria o transbordo, como defende Greasley e Assi (2012). Esse critério não foi considerado como sendo importante dentro da pesquisa, mesmo para concessionárias cujas montadoras possuem uma distribuição descentralizada como a Honda. As concessionárias desta marca deram um peso médio de 3,5 na escala de importância Likert para o critério transbordo. Isso pode ser explicado pelo fato de que as concessionárias não pagam pelo frete e a montadora é a principal responsável pela disponibilidade de estoque dentro da cadeia. Ressalte-se



o fato de que, custo de frete, foi o critério que recebeu a menor importância na primeira etapa da pesquisa. Teve um peso médio de apenas 3,61 na escala Likert.

Outra alternativa que a montadora poderia utilizar para manter uma alta disponibilidade de estoque, mesmo com a descentralização de estoques, seria a centralização da gestão da informação da demanda, apesar da descentralização física dos estoques (DE LEEUW, VAN GOOR, VAN AMSTEL; 1999). Percebe-se, então, que a estrutura descentralizada transfere o custo para a montadora através de uma maior complexidade, um maior custo de inventário e de frete.

Estruturas centralizadas, em oposição às descentralizadas, oferecem resultados melhores de custos para as montadoras, sem uma perda sensível na disponibilidade de material para a concessionária. A análise do quadro 16 mostra que, no tocante à postergação de local, as estruturas centralizadas são as que provêm custos de inventário mais baixos devido a uma gestão mais eficiente dos inventários (SHU, TEO, SHEN; 2005; DE LEEUW, VAN GOOR E VAN AMSTEL; 1999; BLACKBURN; 2012). Para anular um custo maior de frete, todas as montadoras com estrutura centralizada utilizam *cross-dockings* com múltiplos clientes pequenos (NGUYEN, DESSOUKY e TORIELLO; 2014). Como a incerteza de demanda para o mercado de autopeças é grande, a estrutura centralizada de distribuição pode ser capaz de prover uma melhor disponibilidade de estoque a um custo mais baixo de inventário (GUERICKE et al; 2012; LIN, WANG; 2011; CHOLETTE; 2009), oferecendo o melhor retorno sobre investimento para a montadora.

Os critérios pertencentes à postergação de forma também apoiam o uso de estruturas de distribuição centralizadas pelas montadoras, e contrariam a decisão pela descentralização dos estoques. As estruturas centralizadas apresentam melhores resultados financeiros para produtos cujo principal apelo de valor não seja a conveniência ou rapidez de consumo. Isso também é verdade para produtos que não tenham muitos substitutos imediatos que obriguem as empresas a terem alta disponibilidade por risco de substituição como é o caso das autopeças (CAI, et al.; 2010; LIN, WU; 2013). Produtos com alto risco de obsolescência como, por exemplo, peças de modelos descontinuados, também possuem inventários menores em estruturas centralizadas (DE LEEUW, VAN GOOR, VAN AMSTEL; 1999; LEUNG, NG; 2007).

Em adição a essas condições de produto, ambientes com demandas com alta incerteza também apresentam melhor desempenho do custo de inventário em estruturas centralizadas, devido à agregação da demanda (CORREA, CORREA; 2008; CHOPRA; 2003). Quando a modularização ou customização não são praticados, como no caso das autopeças, a grande quantidade de variações de produto é melhor absorvida por estruturas centralizadas, capazes de prover maior disponibilidade para os clientes a um custo mais baixo de inventário (CHENG et al.; 2002).

É razoável ainda assumir que, em um país do tamanho do Brasil, a centralização de estoques aumenta o lead time e reduz o nível de serviço total para a concessionária. Na mão contrária ao que foi exposto pelo resultado da decisão, a centralização traz uma transferência de custos para o varejo, nesse caso a concessionária (ROUMIANTSEV, NETESSINE; 2007; CORREA; CORREA, 2008; MENTZER; GOMES; KRAPFEL, 1989).

Parece então, que a discussão pela centralização ou não dos estoques de Pós-Vendas é, na verdade, uma discussão sobre alocação de custos na cadeia. As estruturas centralizadas impõe maior responsabilidade e custos às concessionárias, que necessitam possuir inventários maiores para ter disponibilidade imediata para o cliente. Em contrapartida, estruturas descentralizadas impõe complexidade e custos de operação e de inventário maiores às montadoras. A pesquisa ilustra esse argumento, já que os critérios “variedade e tecnologia dos produtos” e “tecnologia do processo”, que fazem parte da postergação de forma, e os critérios “custo de inventário”, “transbordo”, “custo de frete”, “escopo de tomada de decisão”, que fazem parte da postergação de local e apoiam a centralização de estoques, receberam tão pouca importância por parte dos entrevistados. “Variedade e tecnologia dos produtos” e “tecnologia do processo” juntos receberam 36,8% do peso da decisão na ponderação do critério flexibilidade. “Transbordo”, “custo de frete”, e “nível hierárquico”, esse último, parte do critério “escopo de tomada de decisão”, nem passaram no primeiro filtro. “Tipo de compra”, que complementa o critério “escopo de tomada de decisão”, responde por apenas 13,7% do peso de “flexibilidade”.

A solução para esse impasse parece estar na postergação de tempo, em especial no aumento da “flexibilidade” e na melhora da “gestão de informação de demanda”. A “flexibilidade” não recebeu grande atenção dos entrevistados,

respondendo apenas por 16,9% do peso para o critério “nível de serviço”. Entretanto, a “gestão de informação de demanda” representou um peso de quase metade (49,5%) da importância para a “flexibilidade”. Esse dado dá uma pista para a construção de uma maior cooperação na cadeia de distribuição de autopeças.

A necessidade de flexibilidade é tanto maior quanto maior a centralização do sistema de distribuição, já que o material se movimenta apenas contra pedido do cliente (TANRISEVER, MORRICE e MORTON; 2012). No entanto, quando a flexibilidade é aliada a uma gestão eficiente da informação de demanda, ela pode ter um papel relevante em um ambiente descentralizado. Ambientes com altas incertezas de demanda exigem, da gerência, controles operacionais como flexibilidade de mão-de-obra, informação e processos (BEACH et al.; 2000).

O desenvolvimento de uma cadeia de suprimentos ágil poderia unir o melhor da descentralização e da centralização, com um alto nível de serviço a um custo otimizado de inventário e estrutura. Uma cadeia como essa, conseguiria reagir prontamente às variações na demanda, posicionando os estoques e a capacidade produtiva de uma maneira que a empresa se proteja das incertezas da demanda (RITZMAN, KRAJEWSKI; 2004).

Esse tipo de cadeia obrigaria as montadoras a enxergar o inventário não em função de entidades comerciais (montadora/ concessionária), mas de uma maneira total na cadeia. Com o novo objetivo maior de reduzir o lead time total desde a fabricação até a venda, e assim reduzir o tempo no qual a peça leva para ir da fábrica do fornecedor até o cliente final, os erros nas previsões de demanda seriam reduzidos. Isso reduziria não somente a quantidade de material em estoque como melhoraria a assertividade da localização do inventário (ZHANG, SHOU e CHEN; 2013; CAVUSOGLU, CAVUSOGLU E RAGHUNATHAN; 2011). Esse movimento obrigaria ambas as partes, montadoras e concessionárias, a abandonarem anos de desconfiança. Em que pese o fato de que os desafios do presente exigem modelos de negócio rápidos e eficientes.

Já a visibilidade de pedidos é uma ferramenta importante em uma cadeia ágil, não só da montadora para o concessionário, mas também ao contrário. Para que se tenha uma maior visibilidade, é importante que o compartilhamento de informação relevante aconteça em tempo, com qualidade, entre parceiros que

colaboram de maneira única. A maneira como o compartilhamento de informações é implantada na cadeia de suprimento ágil deve, portanto, ser única e não reproduzível pela concorrência para que haja uma verdadeira visibilidade de informações (BARRAT, OKE; 2007). É notório o resultado positivo que a visibilidade total de informações tem sobre o fluxo de transporte, planos de produção e acurácia dos planos de marketing (CARIDI et al.; 2014).

Deve-se ressaltar, entretanto, que uma maior visibilidade pode ser mais desejada pelo cliente, assim como produzir o melhor efeito na sua gestão de inventário, quanto maior foi o tempo para atendimento de pedido, o que ocorre para estruturas centralizadas.

## 7 CONCLUSÃO

### 7.1 Considerações finais e contribuições da pesquisa

O objetivo desta pesquisa foi investigar o processo de decisão acerca da alocação de estoques de peças de reposição para o mercado de pós-vendas, analisando quais critérios são relevantes para essa decisão. Para atender esse objetivo geral foram definidos dois objetivos específicos: i) investigar quais são os critérios definidores da estratégia de alocação de estoques de autopeças; ii) sugerir uma decisão de alocação de estoques (estoque centralizado ou descentralizado) para uma cadeia automobilística de autopeças, considerando para isso a visão das concessionárias.

Uma revisão da literatura foi feita com o objetivo de investigar todos os critérios que podem ser relevantes de alguma maneira para a decisão de centralização/descentralização dos estoques, independentemente do tipo de mercado. Com base nessa revisão, foram levantados 16 critérios pertinentes à decisão de centralização de estoques. Contrariamente ao que poderia se supor, não apareceram apenas critérios pertinentes à gestão de inventário. Critérios que fazem parte do produto, do processo de fabricação e armazenagem e do transporte foram listados pela literatura investigada. Isso aponta para o fato de que a decisão sobre a centralização de estoques transcende a responsabilidade dos gestores de logística.

É relevante ainda, notar que não existe consenso entre as empresas do mercado sobre qual estrutura usar. Algumas empresas usam a estrutura descentralizada, como Honda, Ford e mais recentemente Fiat, e outras, como General Motors, Volkswagen e Toyota usam a estrutura centralizada. Seria de se esperar que todos os modelos convergissem para a mesma configuração, caso todas as empresas entendessem que isso poderia lhes dar vantagem competitiva.

Foi possível também entender a relação desses critérios entre si. Com base nesses critérios, uma pesquisa empírica do tipo *survey* foi aplicada aos concessionários que validaram 12 critérios. Assim, com a redução dos critérios, verificou-se que nem todos os critérios trazidos pela literatura aplicavam-se ao mercado automobilístico.

A ponderação dos pesos e de todas alternativas mostrou a importância do critério nível de serviço para a decisão de centralização de estoques sendo esse

critério responsável por 70% da decisão. Verificou-se, no entanto, que essa decisão pode ser bastante volátil dependendo do peso que a montadora der a esse critério e aos demais. Em adição, caso a opção dos decisores seja pela otimização dos custos, a decisão poderia ser revertida. Esse aspecto especial da decisão expõe uma opção que a empresa faz ou não em privilegiar o nível de serviço ao invés da gestão de custos. Por tudo que foi discutido na presente pesquisa, a opção por um nível de serviço superior, aliada a uma cadeia de distribuição ágil, pode ser um diferenciador em um mercado competitivo sem uma grande diferenciação de produto.

A presente pesquisa listou todos os critérios relevantes para as concessionárias de automóveis na visão de seus gestores, assim como os níveis de importância para cada um desses critérios. Essa informação pode ser usada pelas montadoras para o melhor direcionamento de suas decisões referentes à cadeia de distribuição de autopeças, direcionando-as melhor aos interesses de seus representantes perante os clientes.

O conhecimento científico produzido pela pesquisa dá um direcionamento para as decisões de longo prazo referentes à centralização ou não dos estoques de pós-vendas de acordo com as preferências das empresas. Dessa maneira, empresas que optem por privilegiar o nível de serviço podem decidir pela estrutura descentralizada de estoques. De maneira semelhante, caso a opção da empresa seja por uma gestão de custos o modelo centralizado poderia ser usado. A implantação de uma cadeia ágil de distribuição pode influenciar na decisão, alcançando resultados híbridos.

## **7.2 Limitações e sugestões de trabalhos futuros**

A presente pesquisa apresentou algumas limitações. Os questionários foram aplicados na Região Sudeste que representa 21,7% das concessionárias no território brasileiro. O custo de uma survey nacional seria altíssimo e poderia apresentar vieses em função dos diferentes modelos de distribuição usados por cada montadora e as diferentes distâncias entre os centros de distribuição e as concessionárias para cada marca e cada região. A maioria dos questionários foi aplicada pessoalmente, o que atribuiu maior taxa de retorno e qualidade nas respostas.

A segunda limitação é o fato da pesquisa não ter ficado circunscrita aos gerentes de peças. O objetivo inicial era de que somente esse profissional fosse entrevistado devido a sua importância e entendimento da operação de peças. No entanto, as consultas a esse profissional foram dificultadas ora por ele não estar disponível ora devido ao fato de que o gerente era responsável por várias lojas, estando outro profissional responsável pela loja entrevistada. Diante desse fato, foi priorizada a unidade de pesquisa, ou seja, a concessionária, abrindo a resposta para os responsáveis pelo departamento de peças, independentemente de seu cargo.

A terceira e importante limitação se refere ao fato de não ter havido critério estabelecido para a quantidade de entrevistas para escolha das alternativas para cada critério. Como existem apenas duas alternativas para a decisão, a análise do C.R. tornou-se impossível e por isso o número de 4 entrevistas para esse fim foi escolhido por limitações de tempo.

Trabalhos futuros podem usar a metodologia apresentada no presente trabalho e aplicá-la em pesquisas sob a ótica de um grupo maior de concessionárias de diferentes países, para comparar resultados entre esses países e verificar possíveis influências de aspectos culturais. Outra sugestão é ampliar a amostra e fazer um levantamento de dados junto aos concessionários referente às alternativas. Para uma melhor descrição das alternativas de centralizar/descentralizar, os respondentes poderiam avaliar um conjunto de fatores que influenciariam tal escolha, por exemplo “distância do mercado consumidor”, “tipo de modal”, “ativos”, “disponibilidade de serviços logísticos” e “custos de transação”.

### **7.3 Implicações gerenciais**

O mercado automobilístico, além de extremamente competitivo, não oferece diferenciação clara entre os produtos. Estilo e preço são os critérios de compra mais relevantes atualmente no mercado. Isso aumenta os custos das empresas e concessionárias com inventários de uma variedade crescente de modelos, ciclos menores de produtos, na mesma medida em que reduz o valor de transação do produto.

A indústria automobilística tem buscado fatores de diferenciação que gerem a fidelização de seus clientes. Essa é uma necessidade que se apresenta devido ao longo ciclo de investimentos das empresas até que os produtos comecem a gerar

receita, assim como uma grande quantidade de participantes do mercado como um todo.

As atividades de distribuição de autopeças dentro da cadeia de suprimentos, por serem atividades de “*front-office*” com alto grau de contato com o cliente (CORREA; CAON, 2002), acabam por ter uma maior responsabilidade sobre a reputação da empresa perante o cliente, sendo de grande relevância para a fidelização do cliente. A formação de uma boa malha de distribuição de produtos, assim como um bom posicionamento dos estoques, pode propiciar tanto a confiabilidade na reposição de uma peça para um carro parado, como a consistência desse processo de reposição, ambas as características esperadas pelos clientes, propiciando assim um nível de serviço superior, criando vantagem perante as demais montadoras.

A primeira implicação da presente pesquisa é indicar que a empresa deve primeiramente optar entre privilegiar o aumento do nível de serviços ao invés da gestão única de custos para que então possa tomar a decisão de descentralizar o estoque de Pós-Vendas. Por isso, a decisão, para que seja consistente, deve fazer parte de suas estratégias de longo prazo para vencer no mercado.

Essa implicação é ainda mais relevante para o competitivo mercado automobilístico, onde praticamente inexistente a diferenciação dos produtos. A diferenciação da marca pela oferta de um nível de serviço diferenciado no Pós-Vendas é uma alternativa de longo-prazo válida para esse cenário. Nesse contexto, uma segunda implicação dessa pesquisa é indicar que a configuração descentralizada para o estoque de peças de reposição é a melhor opção para oferecer um nível de serviço superior na visão das concessionárias, que são o elo final da cadeia de valor da indústria automobilística e responsáveis pelo atendimento dos consumidores.

A decisão de construção de uma nova unidade, fábrica ou CD, geralmente é uma decisão que considera apenas critérios financeiros relativos a retorno sobre investimento. Entretanto, o resultado de um nível de serviço superior pode ser de difícil mensuração financeira.

A última implicação da presente pesquisa é mostrar que a consideração da opinião das concessionárias na decisão de centralizar ou não o estoque de Pós-Vendas, pode influenciar indicadores financeiros das montadoras, como fluxo de caixa e retorno sobre investimentos. Como a decisão sobre



centralização ou não dos estoques de peças impactam o nível de serviços podendo gerar um fluxo de caixa positivo através da retenção do cliente por mais tempo na marca, existe um aspecto financeiro importante para essa decisão, ligado ao lucro e ao fluxo de caixa da empresa, que pode ser melhor ponderado com a participação da rede de concessionárias na decisão de alocação de estoques.

Vale ressaltar que uma boa gestão do equilíbrio entre demanda e capacidade de produção na cadeia de suprimentos é primordial para o sucesso das organizações, criando equilíbrio entre receitas e custos. Um erro nessa gestão pode trazer custos relacionado a ociosidade de fábricas e CDs além de insatisfação aos clientes por indisponibilidade de material com consequente perda de receita. Esse erro pode demorar para ser corrigido em virtude do alto tempo para a construção de fábricas e centros de distribuição, a contratação de transportadoras e provedores o que prolongaria os resultados financeiros negativos (GAITHER; FRAZIER, 2002). Vê-se que a gestão eficiente desses recursos é crítica para a consolidação de uma receita de longo prazo, mostrando que quando as empresas gerenciam bem a demanda elas têm melhores resultados que outras que não o fazem.

## 8 REFERÊNCIAS

- ABBA, A. H.; NOOR, Z. Z.; YUSUF, R. O.; DIM, M. F. M. D.; HASSAN, M. A. A. Assessing environmental impacts of municipal solid waste of Johor by analytical hierarchy process. **Resources, Conservation and Recycling**, Filadélfia, Vol. 73, n. 1, p. 188-196, 2013.
- ALFARO, J. A.; CORBETT, C. J. The value of SKU rationalization in practice (the pooling effect under suboptimal inventory policies and non-normal demand). **Production and Operations Management**, Baltimore, Vol. 12, n. 1, p. 12-29, 2003.
- ALMEIDA, D.; SANTOS, M. A. R.; COSTA, A. F. B. Aplicação do Alpha de Cronbach nos resultados de um questionário para avaliação do desempenho da saúde pública. In: **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 30., 2010, São Carlos, São Paulo: Abepro, 2010 p. 1-12.
- ALPTEKINOGLU, A.; CORBETT, C. J. Mass customization vs. Mass Production: Variety and Price Competition. **Manufacturing and service operations management**, Hanover, Vol. 10, n. 2, p. 204-217, 2008.
- ANAND, K. S.; GIROTRA, K. The strategic perils of delayed differentiation. **Management Science**, Hanover, Vol. 53, n. 5, p. 697-712, 2007.
- BAILEY, J. P.; RABINOVICH, E. Internet book retailing and supply chain management: an analytical study of inventory location and speculation and postponement. **Transportation Research Part E**, Oxford, Vol. 41, n. 1, p. 159-177, 2005.
- BAILEY, J. P.; RABINOVICH, E. The adoption of inventory postponement and speculation: An empirical assessment of oligopolistic Internet retailers. **Transportation Research Part E**, Oxford, Vol. 42, n. 1, p. 258-271, 2006.
- BAKER, P. An exploratory framework of the role of inventory and warehousing in international supply chains. **The International Journal of Logistics Management**, Bedford, Vol. 18, n. 1, p. 64-80, 2007.
- BALLOU, R. H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial. Porto Alegre: Bookman, 2006. p. 31 a 32 e p. 275 a 280
- BANA E COSTA, C. A.; VANSNICK, J. C. A critical analysis of the eigenvalue method used to derive priorities in AHP. **European Journal of Operational Research**, Rhodes Isl, Vol. 187, n. 3, p. 1422-1428, 2008.
- BANA E COSTA, C. A.; STEWART, T. J.; VANSNICK, J. C. Multicriteria decision analysis: Some thoughts based on the tutorial and discussion sessions of the ESIGMA meetings. **European Journal of Operational Research**, Jerusalem, Vol. 99, n. 1, p. 28-37, 1997.

BARNEY, J. Firm Resources and sustained competitive advantage. **Journal of Management**, Greenwich, Vol. 17, n. 1, p. 99-120, 1991.

BARRAT, M.; OKE, A. Antecedents of Supply chain visibility in retail supply chains: A resource-based theory perspective. **Journal of Operations Management**, Amsterdam, Vol. 25, n. 6, p. 1217-1233, 2007.

BASAK, I. Probabilistic judgments specified partially in the Analytic Hierarchy Process. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 108, n. 1, p. 153-164, 1998.

BEACH, R.; MUHLEMANN, A. P.; PRICE, D. H. R.; PATERSON, A.; SHARP, J. A. A review of manufacturing flexibility. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 122, n. 1, p. 41-57, 2000.

BELL, M. L.; HOBBS, B. F.; ELLIOTT, E. M.; ELLIS, H.; ROBINSON, Z. An evaluation of multi-criteria methods in integrated assessment of climate policy. **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis**, Hoboken, Vol. 10, n. 5, p. 229-256, 2001.

BELTON, V.; STEWART, T. J. **Multiple Criteria Decision Analysis: An integrated approach**. Norwell: Kluwer Academic Publishers, 2002, p. 13-159.

BENDOLY, E. Integrated inventory pooling for firms servicing both on-line and store demand. **Computers & Operations Research**, Oxford, Vol. 31, n. 9, p. 1465-1480, 2004.

BLACKBURN, J. Valuing time in supply chains: Establishing limits of time-based competition. **Journal of Operations Management**, Amsterdam, Vol. 30, n. 5, p. 396-405, 2012.

BOONE, C. A.; CRAIGHEAD, C. W.; HANNA, J. B. Postponement: An evolving supply chain concept. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, Bingley, Vol. 37, n. 8, p. 549-611, 2007

BORGSTRÖM, B.; HERTZ, S. Supply Chain Strategies: Changes in Customer Order-Based Production. **Journal of Business Logistics**, Malden, Vol. 32, n. 4, p. 361-373, 2011.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logistical management: the integrated supply chain process**. Singapura: McGraw-Hill Companies, 1996.

BURNAZ, S.; TOPCU, Y. I. A multi-criteria decision-making approach for the evaluation of retail location. **Journal of Multi-criteria Decision Analysis**, Hoboken, Vol. 14, n. 1-3, p. 67-76, 2006.

CACHON; G. P.; OLIVARES, M. Drivers of finished goods inventory in the U.S. automobile industry. **Management Science**. Amsterdam, Vol. 56, n. 1, p. 202-216, 2010.

CAI, J.; WANG, L.; HAN, Y.; ZHOU, G.; HUANG, W. Advance order strategy: Effects on competition structure in a two-echelon supply chain. **Applied Mathematical Modelling**, Nova York, Vol. 34, n. 9, p. 2465-2476, 2010.

CARDOSO, F. G.; VIEIRA, J. G. V.; SILVA, J. E. A. R.; FIGUEIREDO, A. M. Avaliação do nível de serviço logístico de uma empresa distribuidora de autopeças. **Revista Produção Online**, Rio de Janeiro, Vol. 14, n. 4, p. 1348-1377, 2014.

CARIDI, M.; MORETTO, A.; PEREGO, A.; TUMINO, A. The benefits of supply chain visibility: A value assessment model. **International Journal of Production Economics**, Amsterdam, Vol. 151, n. 1, p. 1-19, 2014.

CAVUSOGLU, H.; CAVUSOGLU, H.; RAGHUNATHAN, S. Value of and interaction between production postponement and information sharing strategies for supply chain firms. **Production and Operations Management**, Malden, Vol. 21, n.3, p. 470-488, 2011.

CHE, H.; NARASIMHAN, C.; PADMANABHAN, V. Leveraging uncertainty through backorder. **Quantitative Marketing and Economics**, Nova York, Vol. 8, n. 3, p. 365-392, 2010.

CHENG, F.; Ettl, M.; LIN, G.; YAO, D. D. Inventory-Service Optimization in Configure-to-Order systems. **Manufacturing and Service Operations Management**, Hanover, Vol. 4, n. 2, p. 114-132, 2002.

CHOI, K.; NARASIMHAN, R.; KIM, S. W. Postponement strategy for international transfer of products in a global supply chain: A system dynamics examination. **Journal of Operations Management**, Amsterdam, Vol. 30, p. 167-179, 2012.

CHOLETTE, S. Mitigating demand uncertainty across a winery's sale channel through postponement. **International Journal of Production Research**, Oxon, Vol. 47, n. 13, p. 3587-3609, 2009.

CHOPRA, S. Designing the distribution network in a supply chain. **Transportation Research Part E**. Oxford, Vol. 39, n. 2, p. 123-140, 2003.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Supply Chain Management – Strategy, Planning, and Operation**. New Jersey: Pearson Prentice Hall, Ed. 4, 2010

CHOWDHURY, S. D. Strategic Roads that diverge or converge: GM and Toyota in battle for the top. **Business Horizons**, Amsterdam, Vol. 57, n. 1, p. 127-136, 2014.

COLLINS, A.; HENCHION, M.; O'REILLY, P. Logistics customer service: performance of Irish food exporters. **International Journal of Retail & Distribution Management**, Bingley, Vol. 29, n. 1, p. 6-15, 2001.

COLSON, G.; BRUYN, C de. Models and methods in multiple objectives decision-making. **Mathematical, Computing and Modelling**, Oxford, Vol. 12, n. 10-11, p. 1201-1211, 1989.

CORRÊA, H.; CORRÊA, C. **Administração de Produção e de Operações**. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

CURRENT, J.; RATICK, S.; REVELLE, C. Dynamic facility location when the total number of facilities is uncertain: A decision analysis approach. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 110, n. 3, p. 597-609, 1997.

DAABUL, J.; CUNHA, C. da; BERNARD, A.; LAROCHE, F. Design for mass customization: Product variety vs. process variety. **CIRP Annals – Manufacturing Technology**, Amsterdam, Vol. 60, n. 1, p. 169-174, 2011.

DAS, K. Integrating effective flexibility measures into a strategic supply-chain planning model. **European Journal of Operational Research**. Amsterdam, Vol. 211, n. 1, p. 170-183, 2011.

DE LEEUW, S.; HOLWEG, M.; WILLIAMS, G. The impact of decentralized control on firm-level inventory - Evidence from the automotive industry. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, Yorkshire, Vol. 41, n. 5, p. 435-456, 2011.

DE LEEUW, S.; VAN GOOR, AD R.; VAN AMSTEL, R. P. The Selection of Distribution Control Techniques. **The International Journal of Logistics Management**. Bedford, Vol. 10, n. 1, p. 97-110, 1999.

DEMETER, K.; MATYUSZ, Z. The impact of lean practices on inventory turnover. **International Journal of Production Economics**. Amsterdam, Vol. 133, n. 1, p. 154-163, 2011.

DIXON, J. R. Measuring manufacturing flexibility: An empirical investigation. **European Journal of Operational Research**. Amsterdam, Vol. 60, n. 2, p. 131-143, 1992.

DONG, L.; KOUVELIS, P.; SU, P. Global facility network design with transshipment and responsive pricing. **Manufacturing and Service Operations Management**, Hanover, Vol. 12, n. 2, p. 279-298, 2010.

DUBELLAR, C.; CHOW, G.; LARSON, P. D. Relationships between inventory, sales and service in a retail chain store operation. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, Yorkshire, Vol. 31, n. 2, p. 96-108, 2001.

DYER, J. S. A clarification of “Remarks on the analytic hierarchy process”. **Management Science**, Linthicum, Vol. 36, n. 3, p. 274-275, 1990.

DYER, J. S.; FISHBURN, P. C.; STEUER, R. E.; WALLENIUS, J.; ZIONTS, S. Multiple Criteria Decision Making, multiattribute utility theory: The next ten years. **Management Science**, Linthicum, Vol. 38, n. 5, p. 645-654, 1992.

EHRENTHAL, J. C. F.; STÖLZLE, W. An examination of the causes for retail stockouts. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, Yorkshire, Vol. 43, n. 1, p. 54-69, 2013.

EMERSON, C. J.; GRIMM, C. M. Logistics and marketing components of customer service: an empirical test of the Mentzer, Gomes and Krapfel model. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, Yorkshire, Vol. 26, n. 8, p. 29-42, 1996.

ENSSLIN, L.; MONTIBELLER NETO, G.; NORONHA, S. M. **Apoio à decisão – Metodologia para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas**. Florianópolis: Editora Insular, 2001.

ERNEST, R.; KAMRAD, B. Evaluation of supply chain structures through modularization and postponement. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 124, n. 3, p. 495-510, 2000.

ETTOUZANI, Y.; YATES, N.; MENA, C. Examining retail on shelf availability: promotional impact and a call for research. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, Yorkshire, Vol. 42, n. 3, p. 213-243, 2012.

EVERS, P. T. Heuristics for assessing emergency transshipments. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 129, n. 2, p. 311-316, 2001.

FELICE, F. D.; PETRILLO, A. Hierarchical model to optimize performance in logistics policies: multi-attribute analysis. **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, Amsterdam, Vol. 58, p. 1555-1564, 2012.

FERREIRA, K. A.; ALCÂNTARA, R. L. C. Direcionadores da adoção de estratégias de *postponement*: estudo multicaso em empresas da indústria de alimentos. **Produção**. São Paulo, Vol. 23, n. 4, p. 818-831, 2013a.

FERREIRA, K. A.; ALCÂNTARA, R. L. C. Abordagens para aplicação da estratégia de *postponement*: estudo multicaso em empresas da indústria de alimentos. **Gestão & Produção**. São Carlos, Vol. 20, n. 2, p. 357-372, 2013b.

FERREIRA, K. A.; ALCÂNTARA, R. L. C. Uma discussão sobre as diferentes classificações da estratégia de *postponement*. **Revista Ciência e Tecnologia**. Piracicaba, Vol. 17, n. 33, p. 53-63, 2012.

FISCHER, J. H.; PFEIFFER, D. HELLINGRATH, B.; SCAVARDA, L. F.; MARTINS, R. A. Robust parameter setting of supply chain flexibility measures using distributed evolutionary computing. **Procedia CIRP**, Amsterdam, Vol. 19, p. 75-80, 2014.

FORZA, C. Survey research in operations management: a process-based Perspective. **International Journal of Operations & Production Management**, Yorkshire, Vol. 22, n. 2, p. 152-194, 2002.

FORZA, C.; SALVADOR, F.; TRENTIN, A. Form postponement effects on operational performance: a typological theory. **International Journal of Operations & Production Management**, Yorkshire, Vol. 28, n. 11, p. 1067-1094, 2008.

FREDRIKSSON, P.; GADDE, L. E. Flexibility and rigidity in customization and build-to-order production. **Industrial Marketing Management**, Amsterdam, Vol. 34, n. 7, p. 695-705, 2005.

FRENCH, S.; MAULE, J.; PAPAMICHAIL, N. **Decision Behaviour, analysis and support**. Cambridge: Editora Cambridge University Press, 2009. p. 266.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Editora Cengage Learning Edições Ltda, 2002. p. 427.

GALLEGO, G.; ÖZER, Ö. Integrating Replenishment Decisions with Advance Demand Information. **Management Science**, Hanover, Vol. 47, n. 10, p. 1344-1360, 2001.

GARDINER, L. R.; STEUER, R. E. Unified interactive multiple objective programming. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 74, n. 3, p. 391-406, 1994.

GAUR, V.; FISHER, M. L.; RAMAN, A. An econometric analysis of inventory turnover performance in retail markets. **Management Science**, Hanover, Vol. 51, n. 2, p. 181-194, 2005.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Editora Atlas, Ed. 4, 2002

GOEPEL, K. D. **AHP Analytical Hierarchy Process (EVM multiple inputs)**. Arquivo em Excel versão 07.06.2015. São Francisco, 2015. Disponível em <http://bpmsg.com>. Acesso em 13/02/2016.

GOODWIN, P.; WRIGHT, G. **Decision Analysis for Management Judgment**. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd, 2004. p. 27 – 70.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de Decisão Gerencial – Enfoque Multicritério**. São Paulo: Editora Atlas, Ed. 3, 2009

GRAMAN, G. A. A partial-postponement decision cost model. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 201, n. 1, p. 34-44, 2010.

GRANDE, M. M. **A distribuição de automóveis novos em mudança? Estudo a partir de survey e pesquisa qualitativa em concessionárias.** Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

GRANOT, D.; YIN, S. Price and order postponement in a decentralized newsvendor model with multiplicative and price-dependent demand. **Operations Research**, Hanover, Vol. 56, n. 1, p. 121-139, 2008.

GREASLY, A.; ASSI, A. Improving “last mile” delivery performance to retailers in hub and spoke distribution systems. **Journal of Manufacturing Technology Management**, Yorkshire, Vol. 23, n. 6, p. 794-805, 2010).

GRIFFIS, S. E.; RAO, S.; GOLDSBY, T. J.; VOORHEES, C. M.; IYENGAR, D. Linking Order Fulfillment Performance To Referrals In Online Retailing: An Empirical Analysis. **Journal of Business Logistics**, Hoboken, Vol. 33, n. 4, p. 279-294, 2012.

GROOTHEDDE, B.; RUIJGROK, C.; TAVASSZY, L. Towards collaborative, intermodal hub networks. A case study in the fast moving consumer goods market. **Transportation Research Part E**, Oxford, Vol. 41, n. 6, p. 567-583, 2005.

GUERICKE, S.; KOBERSTEIN, A.; SCWARTZ, F.; VOß, S. A stochastic model for the implementation of postponement strategies in global distribution networks. **Decision Support Systems**, Amsterdam, Vol. 53, n. 2, p. 294-305, 2012.

GUNASEKARAN, A.; NGAI, E. W. T. Built-to-order supply chain management: a literature review and framework for the development. **Journal of Operations Management**, Amsterdam, Vol. 23, n. 5, p. 423-451, 2005.

GUPTA, Y. P.; SOMERS, T. M. The measurement of manufacturing flexibility. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 60, n. 2, p. 166-182, 1992.

HAFIZAN, C.; NOOR, Z. Z.; ABBA, A. H.; HUSSEIN, N. An alternative aggregation method for life cycle impact assessment using analytical hierarchy process. **Journal of Cleaner Production**, Filadélfia, Vol. 112, n. 4, p. 3244-3255, 2016.

HAIR, J.; ANDERSON R.; TAHTAM, R.; BLACK, W. **Análise Multivariada de dados.** São Paulo: Editora Cultrix, 2005.

HENDRICKS, K. B.; SINGHAL, V. R. Demand-Supply Mismatches And Stock Market Reaction: Evidence From Excess Inventory Announcements. **Manufacturing & Service Operations Management**, Hanover, Vol. 11, n. 3, p. 509-524, 2009.

HITT, M. A.; IRELAND, R. D.; HOSKISSON, R. E. **Strategic Management – Competitiveness and Globalization.** Ohio: Southwestern, 2003.



HOEN, K. M. R.; TAN, T.; FRANSOO, J. C.; VAN HOUTUM, G. Switching transport modes to meet voluntary carbon emission targets. **Transportation Science**, Catonsville, Vol. 48, n. 4, p. 592-608, 2011.

HOLWEG, M.; MIEMCZYK, J. Logistics in “three-day car age”. Assessing the responsiveness of vehicle distribution logistics in UK. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, Yorkshire, Vol. 32, n. 10, p. 829-850, 2002.

HSIEH, C. C.; WU, C. H.; HUANG, Y. J. Ordering and pricing decisions in a two-echelon supply chain asymmetric demand information. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 190, n. 2, p. 509-525, 2008.

HUANG, Y. Y.; LI, S. J. Suitable application situations of different postponement approaches: standardization vs. customization. **Journal of Manufacturing Systems**, Amsterdam, Vol. 27, n. 3, p. 111-122, 2008.

HURSON, C.; SISKOS, Y. A synergy of multi-criteria techniques to assess additive value models. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 238, n. 2, p. 540-551, 2014.

HUSSAIN, M.; DRAKE, P. R. Analysis of the bullwhip effect with order batching in multi-echelon supply chains. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, Yorkshire, Vol. 41, n. 10, p. 972-990, 2011.

HUQ, F.; CUTRIGHT, K.; JONES, V.; HENSLER, D. A. Simulation study of a two-level warehouse inventory, replenishment system. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, Yorkshire, Vol. 36, n. 1, p. 51-65, 2006.

IYER, A. V.; DESHPAND, V.; WU, Z. A postponement model for demand management. **Management Science**, Linthicum, Vol. 49, n. 8, p. 983-1002, 2003.

LIMA JUNIOR, F. R.; OSIRO, L.; CARPINETTI, L. C. R. Métodos de Decisão Multicritério para seleção de fornecedores: um panorama do estado da arte. **Revista Gestão e Produção**, São Carlos, Vol. 20, n. 4, p. 781-801, 2013.

KAHRAMAN, C.; ÖZTAYSI, B.; SARI, I. U.; TURANGLU, E. Fuzzy analytic hierarchy process with interval type-2 fuzzy sets. **Knowledge Based systems**, Amsterdam, Vol. 59, p. 48-57, 2014.

KEENEY, R. L. **Value-Focused thinking**. Cambridge: Harvard University Press, 1992, p. 55-95.

KEENEY, R. L.; RAIFFA; H. **Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs**. Cambridge: Press Syndicate of the University of Cambridge, 1993.

KISPERSKA-MORON, D.; SWIERCZEK, A. The selected determinants of manufacturing postponement within supply chain context: An international study.

**International Journal of Production Economics**, Amsterdam, Vol. 133, n. 1, p. 192–200, 2011.

KORHONEN, P.; MOSKOWITZ, H.; WALLENIS, J. Multiple Criteria decision support – A review. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 63, n. 3, p. 361-375, 1992.

KORTMANN, S.; GELHARD, C.; ZIMMERMANN, C.; PILLER, F. T. Linking strategic flexibility and operational efficiency: The mediating role of ambidextrous operational capabilities. **Journal of Operations Management**, Amsterdam, Vol. 32, n. 7-8, p. 475-490, 2014.

KOTLER, P.; ARMSTRONG, G. **Princípios de Marketing**. Rio de Janeiro: LTC, 1998.

KRAJEWSKI, L.; WEI, J. C.; TANG, L. L. Responding to schedule changes in build-to-order supply chains. **Journal of Operations Management**, Amsterdam, Vol. 23, n. 5, p. 452-469, 2005.

KUMAR, A.; SHANKAR, R.; DEBNATH, R. M. Analyzing customer preference and measuring relative efficiency in telecom sector: A hybrid fuzzy AHP/DEA study. **Telematics and Informatics**, Amsterdam, Vol. 32, n. 3, p. 447-462, 2015.

KUO, M. S.; LIANG, G. S. A novel hybrid decision-making model for selecting locations in a fuzzy environment. **Mathematical and Computing Modelling**, Oxford, Vol. 54, n. 1-2, p. 88-104, 2011.

LABRO, E. The Cost Effects of Component Commonality: A Literature Review through a Management-Account Lens. **Manufacturing and Service Operations Management**, Hanover, Vol. 6, n. 4, p. 358-367, 2004.

LAI, R. Inventory Signals. **Harvard NOM Research Series**, Cambridge, n. 6-9, 25 jun. 2006. Disponível em <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.723381>. Acesso em: 16 Ago. 2005.

LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C. Issues in Supply Chain Management. **Industrial Marketing Management**, New York, Vol. 29, n. 1, p. 65–83, 2000.

LEE, H. L. Aligning supply chain strategies with product uncertainties. **California Management review**, Berkeley, Vol. 44, n. 3, p. 104-119, 2002.

LEE, H. L. **Mass customization at Hewlett-Packard**: The power of postponement. Boston: Tower House, Jan/Feb 1997. (Harvard Business Review).

LEUNG, S. C. H.; NG, W. A goal programming model for production planning of perishable products with postponement. **Computers & Industrial Engineering**, Oxford, Vol. 53, n. 3, p. 531-541, 2007.

LI J.; CHENG, T. C. E.; WANG, S. Analysis of postponement strategy for perishable items by EOQ-based models. **International Journal of Production Economics**, Amsterdam, Vol. 107, n. 1, p. 31-38, 2007.

LI, C. C.; WANG T. H. Built-to-order supply chain network design under supply and demand uncertainties. **Transportation Research Part B**, Oxford, Vol. 45, n. 8, p. 162-1176, 2011.

LIN, C.; WU Y. Optimal Pricing for build-to-order supply chain design under price-dependent stochastic demand. **Transportation Research Part B**, Oxford, Vol. 56, n. 1, p. 31-49, 2013.

LIN, C. C.; WANG, T. H. Build-to-order supply chain network design under supply and demand uncertainty. **Transportation Research Part B**, Oxford, Vol. 45, n. 8, p. 1162-1176, 2011.

LINDSEY, C.; MAHMASSANI, H. S.; MULLARKEY, M.; NASH, T.; ROTHBERG, S. Industrial space demand and freight transportation activity: exploring the connection. **Journal of transport Geography**, Oxon, Vol. 37, p. 93-101, 2014.

LUEDEMANN, M. S. **Transformação na indústria automobilística mundial: O caso do complexo automotivo no Brasil – 1990-2002**. 2003. Tese (Doutorado em Geografia Humana). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

LUO, W. An integrated inventory system for perishable goods with backordering. **Computers Industrial Engineering**, Oxford, Vol. 34, n. 3, p. 685-693, 1997.

MA, S.; WANG, W.; LIU, L. Commonality and postponement in multistage assembly systems. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 142, n. 3, p.523–538, 2002.

McCARTHY, B. L.; LEWIS, M.; VOSS, C.; NARASIMHAN, R. The same old methodologies? Perspectives on OM research in the post-lean age. **International Journal of Operations and Production Management**, Yorkshire, Vol. 33, n. 7, p. 934-956, 2013.

MALHOTRA, M. K.; GROVER, V. An assessment of survey research in POM: from constructs to theory. **Journal of Operations Management**, Amsterdam, Vol. 16, n. 4, p. 407-425, 1998.

MANKIW, N. G. **Introdução à macroeconomia**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2001.

MARCHESINI, M. M. P.; ALCÂNTRA, R. L. C. Conceituando o serviço logístico e seus elementos. **Revista de Ciência & Tecnologia**, Piracicaba, Vol. 17, n. 33, p. 65-86, jan./jun. 2012.

MENTZER, J. T.; FLINT, D. J.; HULT, G. T. M. Logistics Service Quality as a Segment-Customized Process. **Journal of Marketing**, Chicago, Vol. 65, n. 4, p. 82-104, 2001.

MENTZER, T. J.; GOMES, R.; KRAPFEL, JR.; R. E. Physical Distribution Service: A Fundamental Marketing Concept? **Journal of the Academy of Marketing Science**, Nova York, Vol.17, n. 1, pages 53-62, 1989.

MENTZER, J. T.; WILLIAMS, L. R. The Role of Logistics Leverage in Marketing Strategy. **Journal of Marketing Channels**, Oxford, Vol. 8, n. 3-4, 2001.

MIEGHEM, J. A. Van; DADA, M. Price versus production postponement: Capacity and competition. **Management Science**, Catonsville, Vol. 45, n. 12, p. 1631-1649, 1999.

MILLET, I.; SAATY, T. L. On the relativity of relative measures – accommodating both rank preservation e rank reversals in the AHP. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 121, n. 1, p. 205-212, 2000.

MOON, K. K. L.; YI, C. Y.; NGAI, E. W. T. An instrument for measuring supply chain flexibility for the textile and clothing companies. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 222, n. 2, p. 191-203, 2012.

MOSKOWITZ, H.; BUNN, D. Decision and risk analysis. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 28, n. 3, p. 247-260, 1987.

NEEDHAM, P. M.; EVERS, P. T. The influence of individual cost factors on the use of emergency transshipments. **Transportation Research Part E**, Oxford, Vol. 34, n. 2, p. 149-160, 1998.

NETESSINE S.; RUDI, N. Centralized and competitive inventory models with demand substitution. **Operations Research**, Linthicum, Vol. 51, n. 2, p. 329-335, 2003.

NGUYEN, H. N.; RAINWATER, C. E.; MASON, S. J.; POHL, E. A. Quantity discount with freight consolidation. **Transportation Research Part E**, Oxford, Vol. 66, n. 1, p. 66-82, 2014.

NGUYEN, H. N.; DESSOUKY, M.; TORIELLO, A. Consolidation strategies for delivery of perishable products. **Transportation Research Part E**, Oxford, Vol. 69, n. 1, p. 108-121, 2014.

NOORAIE, S. V.; PARAST, M. M. A multi-objective approach to supply chain risk management: Integrating visibility with supply and demand risk. **International Journal of Operations Economics**, Amsterdam, Vol. 161, p. 192-200, 2015.

OFLAÇ, B. S.; SULLIVAN, U. Y.; BALTACIOGLU, T. An attribution approach to consumer Evaluations in logistics customer service Failure situations. **Journal of Supply Chain Management**, Hoboken, Vol. 48, n. 4, p. 51-71, 2012.

OLIVEIRA E SILVA, M. F.; BERTRAND, H. Supply Chain, Satisfação dos Clientes e o Custo dos Inventários: Um modelo para otimização. **RAC Eletrônica**, Curitiba, Vol. 2, n. 2, p. 218-233, Maio/Agosto 2008.

OZDEMIR, M. S.; SAATY, T. L. The unknown in decision-making – What to do about it. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 174, n. 1, p. 349-359, 2006.

ÖZDEMIR, D.; YÜCESAN, E.; HERER, Y. T. Multi-location transshipment problem with capacitated production. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 226, n. 3, p. 425-435, 2013.

PAGH, J. D.; COOPER, M. C. Supply Chain postponement and Speculation Strategies: how to choose the right strategy. **Journal of business logistics**, Hoboken, Vol. 19, n. 2, p. 13-33, 1998.

PARKER, R. P.; WIRTH, A. Manufacturing Flexibility: Measures and relationships. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 118, n. 3, p. 429-449, 1999.

PATERSON, C.; KIESMÜLLER, G.; TEUNTER, R.; GLAZEBROOK, K. Inventory models with lateral transshipments: A review. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 210, n.2, p. 125-136, 2011.

PÉREZ, J.; JIMENO, J. L.; MOKOTOFF, E. Another Potential shortcoming of AHP. **Sociedad de Estadística e Investigación Operativa - TOP**, Madrid, Vol. 14, n. 1, p. 99-111, 2006.

POWELL, W. B.; TOWNS, M. T.; MARAR, A. On The Value Of Optimal Myopic Solutions For Dynamic Routing And Scheduling Problems In The Presence Of User Noncompliance. **Transportation Science**, Linthicum, Vol. 34, n. 1, p. 67-85, 2000.

RAMANATHAN, R. Stochastic Decision making using multiplicative AHP. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 97, n. 3, p. 543-549, 1997.

REID, R. D. **A comparative analysis of inventory planning systems in a multiechelon, multiproduct, distribution system supplied by a limited capacity manufacturer**. Ohio: The Ohio State University, 1987.

REIMANN, M. Accurate response by postponement. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 220, n. 3, p. 619-628, 2012.

REXHAUSEN, D.; PIBERNIK, R.; KAISER, G. Customer-facing supply chain practices—The impact of demand and distribution management on supply chain success. **Journal of Operations Management**, Amsterdam, Vol. 30, n. 4, p. 269–281, 2012.

RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L. J. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo. Editora: Pearson Prentice Hall, 2004, p. 248-249.

ROMIANTSEV, S.; NETESSINE, S. What can be learned from classical inventory models? A cross-industry explanatory investigation. **Manufacturing & Service Operations Management**, Hanover, Vol. 9, n. 4, p. 409-429, 2007.

RUNGTUSANATHAM, M. J.; CHOI, T. Y.; HOLLINGWORTH, D. G.; WU, Z.; FORZA, C. Survey research in operations management: historical analyses. **Journal of Operations Management**, Amsterdam, Vol. 21, n. 4, p. 475-488, 2003.

SAATY, T. L. How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. **European Journal of Operational Research**, Providence, Vol. 48, n. 6, p. 9-26, 1990.

SAATY, T. L. Eigenvector and logarithmic least squares. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 48, n. 1, p. 156-160, 1990.

SAATY, T. L. Homogeneity and clustering in AHP ensures the validity of the scale. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 72, n. 3, p. 598-601, 1993.

SAATY, T. L. Highlights and critical points in the theory and application of the Analytic Hierarchy Process. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 74, n. 3, p. 426-447, 1994.

SAATY, T. L. Decision-Making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary? **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 145, n. 1, p. 85-91, 2003.

SAATY, T. L. Rank from comparisons and from ratings in the analytic hierarchy/network processes. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 168, n. 2, p. 557-570, 2006.

SAATY, T. L.; VARGAS L. G. Uncertainty and rank order in the analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 32, n. 1, p. 107-117, 1987.

SAATY, T. L.; SHANG, J. S. An innovative orders-of-magnitude approach to AHP-based multi-criteria decision-making: Prioritizing divergent intangible humane acts. **Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 214, n. 3, p. 703-715, 2011.

SAATY, T. L.; SHIH, H. S. Structures in Decision-making: On the subjective geometry of hierarchies and networks. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 199, n. 3, p. 867-872, 2009.

SAATY, T. L.; TAKIZAWA, M. Dependence and independence: From Linear hierarchies to nonlinear networks. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 26, n. 2, p. 229-237, 1986.

SANDBERG, E. Understanding logistics-based competition in retail – a business model approach. **International Journal of Retail & Distribution Management**, Bingley, Vol. 41, n. 3, p. 176-188, 2013.

SAMPAIO, M. **O poder estratégico do *postponement***. 2003. Tese de doutorado em Administração de Empresas – Escola de Administração de Empresas do Estado de São Paulo da Faculdade Getúlio Vargas. São Paulo, 2003.

SCHÜTZ, P.; TOMASGARD, A.; AHMED, A. Supply chain design under uncertainty using sample average approximation and dual decomposition. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 199, n. 2, p. 409-419, 2009.

SHU, J.; TEO, C.; SHEN, Z. M. Stochastic Transportation-Inventory Network Design Problem. **Operations Research**, Hanover, Vol. 53, n. 1, p. 48-60, 2005.

SCHULZE, L.; LI, L. A Logistics Network Model for Postponement Supply Chain. **International Journal of Applied Mathematics**, Hong Kong, Vol. 9, n. 2, 2009.

SCHUWIRTH, N.; REICHERT, P.; LIENERT, J. Methodological aspects of multi-criteria decision analysis for policy support: A case study on pharmaceutical removal from hospital wastewater. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 220, n. 2, p. 472-483, 2012.

SKINNER, W. **The focused factory**. Boston: Tower House, Maio/Junho 1974, p. 113-121. (Harvard Business Review)

SLACK, N.; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Editora Atlas, 2007.

SLACK, N.; LEWIS, M. **Operations Strategy**. Segunda Edição. Essex: Pearson Education Limited, 2008.

SLIKKER, M.; FRANSOO, J.; WOUTERS, M. Cooperation between multiple news-vendors with transshipments. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 167, n. 2, p. 370-380, 2005.

SONG, J. S.; ZHAO, Y. The Value of Component Commonality in a Dynamic Inventory System with Lead times. **Manufacturing and Service Operations Management**, Hanover, Vol. 11, n. 3, p. 493-508, 2009.

STANK, T. P.; GOLDSBY, T. J.; VICKERY, S. K.; SAVITSKIE, K. Logistics Service Performance: Estimating its Influence On Market Share. **Journal of Business Logistics**, Hoboken, Vol. 24, n.1, p. 27-55, 2003.

STEUNER, R. E.; GARDINER, L. R.; GRAY, J. A bibliographic survey of the activities and international nature of multiple criteria decision making. **Journal of multi-criteria decision analysis**, Hoboken, Vol. 5, n. 3, p. 195-217, 1996.

SU, J. C. P.; CHANG, Y.; FERGUSON, M. Evaluation of postponement structures to accommodate mass customization. **Journal of Operations Management**, Amsterdam, Vol. 23, n. 3-4, p. 305-318, 2005.

TANGARAS, G. Pooling in Multi-location periodic inventory distribution systems. **Omega – International Journal of Management Science**, Oxford, Vol. 27, n. 1, p. 39-59, 1999.

TANRISEVER, F.; MORRICE, D.; MORTON, D. Managing capacity flexibility in make-to-order production environments. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 216, n. 2, p. 334-345, 2012.

TAYLOR, G. D.; WHICKER, G. L.; DUCOTE W. G. Design and analysis of delivery “pipelines” in truckload trucking. **Transportation Research Part E**, Oxford, Vol. 45, n. 1, p. 255-269, 2009.

TAYLOR, G. D.; WHICKER, G. L. Extended regional dispatch for truckload carriers. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, Yorkshire, Vol. 40, n. 6, p. 495-515, 2010.

TORKZADEH, G.; DHILLON, G. Measuring factors that influence the success of internet commerce. **Information Systems Research**, Linthicum, Vol. 13, n. 2, p. 187-204, 2002.

TRIOLA, M. F. **Introdução à estatística**. Sétima Edição, Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1999.

TURNER, T. J.; MENDIBIL, K.; BITITCI, U. S.; DAISLEY, P.; BREEN, T. H. J. Improving reliability of the customer order fulfillment process in a product identification company. **International Journal of Production Economics**, Amsterdam, Vol. 78, n. 1, p. 99-107, 2002.

TYAN, J. C.; WANG, F. K.; DU, T. C. An evaluation of freight consolidation policies in a global third party logistics. **Omega - The International Journal of Management Science**, Oxford, Vol. 31, n. 1, p. 55-62, 2003.

TYWORTH, J. E.; SALDANHA, J. The lead-time reliability paradox and inconsistent value-of-reliability estimates. **Transportation Research Part E**, Oxford, Vol. 70, n. 1, p. 76-85, 2014.

VAIDYA; O. S.; KUMAR, S. Analytic Hierarquic Process: Na overview of applications. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 169, n. 1, p. 1-29, 2006.

VANOVERMEIRE, C.; SÖRENSEN, K. Measuring and rewarding flexibility in collaborative distribution, including two-partner coalitions. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 239, n. 1, p. 157-165, 2014.



VALIDI, S.; BHATTACHARYA, A.; BYRNE, P. J. A case analysis of a sustainable food supply chain distribution system – A multi-objective approach. **International Journal of Production Economics**, Amsterdam, Vol. 152, n. SI, p. 71-87, 2014.

VANDERPOOTEN, D.; VINCKE, P. Description and analysis of some representative interactive multicriteria procedures. **Mathematical Computing Modelling**, Oxford, Vol. 12, n. 10-11, p. 1221-1238, 1989.

VAN HOEK, R. I. The rediscovery of postponement a literature review and directions to research. **Journal of Operations Management**, Amsterdam, Vol. 19, n. 2, p. 161-184, 2001.

VAN HOEK, R. I. Logistics and virtual integration - Postponement, outsourcing and the flow of information. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, Yorkshire, Vol. 28, n. 7, p. 508-523, 1998.

VAN HOEK, R. I.; VOSS, B.; COMMANDEUR, H. R. Restructuring European Supply Chains by Implementing Postponement Strategies. **Long Range Planning**, Oxford, Vol. 32, n. 5, p. 505-518, 1999.

VARGAS; L. G. An overview of the Analytic Hierarchy Process and its application. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, Vol. 48, n. 1, p. 2-8, 1990.

XU, H.; ZUO, X.; LIU, Z. Configuration of flexibility strategies under supply uncertainty. **Omega**, Oxford, Vol. 51, p. 71-82, 2015.

WALLER, M. A.; CASSADY, C. R.; OZMENT, J. Impact of Cross-docking on inventory in a decentralized retail supply chain. **Transportation Research Part E**, Oxford, Vol. 42, n. 5, p. 359-382, 2006.

WANKE, P. F. Dinâmica da Estratégia Logística em Empresas Brasileiras. **RAE**, São Paulo, Vol.45, n. 4, p. 22-35, Out/Dez 2005.

WANKE, P. F. et al. Um Estudo sobre os Impactos no Varejo das Principais Decisões Estratégicas de Produção e Distribuição da Indústria. **Gestão & Produção**, São Carlos, Vol. 13, n.1, p.1-13, jan.-abr. 2006.

WANKE, P. F. Consolidation effects and inventory portfolios. **Transportation Research Part E**, Oxford, Vol. 45, n. 1, p. 107–124, 2009.

WANKE, P. F.; SALIBY, E. Consolidation effects: Whether and how inventories should be pooled. **Transportation Research Part E**, Oxford, Vol. 45, n. 5, p. 678–692, 2009.

WANKE, P. F.; ZINN, W. Strategic logistics decision making. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, Yorkshire, Vol. 34, n. 6, p. 466-478, 2004

WHYBARK, D. C.; YANG, S. Positioning inventory in distribution systems. **International Journal of Production Economics**, Amsterdam, Vol. 45, n. 1-3, p. 271-278, 1996.

WILLIAMS, B. D.; ROH, J.; TOKAR, T.; SWINK, M. Leveraging supply chain visibility for responsiveness: The moderating role of internal integration. **Journal of Operations Management**, Amsterdam, Vol. 31, n. 7-8, p. 543-554, 2013.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D.; CARPENTER, D. S. **The machine that changed the world**. Nova York: Editora Free Press, 1990.

WONG, H.; POTTER, A.; NAIM, M. Evaluation of postponement in the soluble coffee supply-chain: A case study. **International Journal of Production Economics**, Amsterdam, Vol. 131, n. 1, p. 355-364, 2011.

WRIGHT, P.; KROLL, M. J.; PARNELL, J. **Administração Estratégica**. São Paulo: Editora Atlas, 2000.

YAN, H.; TANG, S. L. Pre-distribution and post-distribution cross-docking operations. **Transportation Research Part E**, Oxford, Vol. 45, n. 6, p. 843-859, 2009.

YANG, B.; BURNS, N. D.; BACKHOUSE, C. J. Postponement: a review and an integrated framework. **International Journal of Operations & Production Management**, Yorkshire, Vol. 24, n. 5-6, p. 468-487, 2004.

YANG, Z.; JUN, M. Consumer perception of E-service quality: from internet purchaser and non-purchaser perspectives. **Journal of Business Strategies**, Yorkshire, Vol. 25, n. 2, p. 59-84, 2002.

YAN YEUNG at al. Postponement strategy from a supply chain perspective: Cases from China. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, Yorkshire, Vol. 37, n. 4, p. 331-356, 2007.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2001, p. 31.

ZANONI, G.; LIMA, E. P.; MATTIODA, R. A.; COSTA, S. E. G. Modelo para avaliação de níveis de maturidade na relação comprador – fornecedor: um estudo de fornecedores na cadeia automobilística. **Revista Produção Online**, Rio de Janeiro, Vol. 13, n. 2, p. 703-736, 2013.

ZHANG, J.; SHOU, B.; CHEN, J. Postponement product differentiation with demand information update. **International Journal of Production Economics**, Amsterdam, Vol. 141, n. 2, p. 529-540, 2013.

ZHOU, W.; HUANG, W.; ZHANG, R. A two-stage queueing network on form postponement supply chain with correlated demands. **Applied Mathematical Modelling**, New York, Vol. 38, n. 11-12, p. 2734-2743, 2014.

ZINN, W; BOWERSOX, D. J. Planning Physical Distribution with the principle of postponement. **Journal of Business Logistics**, Hoboken, Vol. 9, n. 2, p. 117-136, 1988.

ZOPOUNIDIS, C.; DOUMPOS, M. Multi-criteria decision aid in financial decision-making: Methodologies and literature review. **Journal of Multi-criteria Decision Analysis**, Hoboken, Vol. 11, n. 4-5, p. 167-186, 2002.

## 9 APÊNDICES

### Apêndice A – Questionário para avaliação de critério

Este formulário de 2 páginas visa compreender quais critérios de nível de serviço da montadora são importantes para sua empresa. Seu preenchimento deverá demorar 10 min.

#### BLOCO 1 – IDENTIFICAÇÃO DO RESPONDENTE

Marca que a empresa representa	Clique aqui para digitar texto.
Cargo atual	Clique aqui para digitar texto.
Tempo de experiência no cargo atual	Clique aqui para digitar texto.

#### BLOCO 2 – CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

##### 1. Número de funcionários na empresa

<input type="checkbox"/>	Menos que 10	<input type="checkbox"/>	Entre 10 e 49	<input type="checkbox"/>	Entre 50 e 100	<input type="checkbox"/>	Mais que 100
--------------------------	--------------	--------------------------	---------------	--------------------------	----------------	--------------------------	--------------

##### 2. Faturamento bruto mensal dos setores de serviços e peças. **Esse valor deve descontar a venda interna do setor de peças para o de serviço.**

<input type="checkbox"/>	Menos que R\$240mil	<input type="checkbox"/>	Entre R\$240mil e R\$2,4milhões	<input type="checkbox"/>	Mais que R\$2,4 milhões
--------------------------	---------------------	--------------------------	---------------------------------	--------------------------	-------------------------

##### 3. Número de dias que a montadora precisa para entregar peças. **Esse tempo deve ser contado a partir da colocação do pedido.**

<input type="checkbox"/>	Menos que 2 dias	<input type="checkbox"/>	Entre 2 e 5 dias	<input type="checkbox"/>	Entre 6 e 8 dias	<input type="checkbox"/>	Mais que 8 dias
--------------------------	------------------	--------------------------	------------------	--------------------------	------------------	--------------------------	-----------------

##### 4. Como você classifica a qualidade da entrega da montadora para sua empresa. **A qualidade deve ser avaliada em função da frequência de atrasos em relação ao tempo prometido, avarias e extravios na carga.**

<input type="checkbox"/>	Péssimo	<input type="checkbox"/>	Muito ruim	<input type="checkbox"/>	Ruim	<input type="checkbox"/>	Bom	<input type="checkbox"/>	Excelente
--------------------------	---------	--------------------------	------------	--------------------------	------	--------------------------	-----	--------------------------	-----------

#### BLOCO 3 – IDENTIFICAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE SERVIÇO

A seguir são apresentados critérios que podem ser usados pela sua empresa. Na coluna do meio encontra-se a definição para cada critério. Na coluna “Nota”, defina o grau de importância que cada critério tem para sua empresa, usando a caixa de opções. Use a opção “Concordo fortemente de que esse critério é importante para o negócio” para demonstrar que esse critério é considerado obrigatoriamente para todas as decisões tomadas na empresa ou “Discordo fortemente de que esse critério é importante para o negócio” para indicar que elas não têm nenhum valor ao negócio, ou ainda qualquer alternativa intermediária para níveis intermediários de concordância.

<u>Critério de serviço</u>	<u>Significado do critério</u>	<u>Nota</u>
Custo total de inventário	Custo financeiro causado pelo valor de todo o estoque da concessionária	Escolher um item.
Tempo para atendimento do pedido	Tempo decorrido entre a data de colocação do pedido com a montadora até a data na qual o produto estará disponível para venda na concessionária.	Escolher um item.

Transferência concessionárias	entre	Possibilidade de adquirir material em outras concessionárias do mesmo grupo ou em outras concessionárias	Escolher um item.
Assertividade da entrega		A montadora entrega o que foi pedido	Escolher um item.
Qualidade da entrega		Material entregue em condição íntegra, sem danos, em perfeita condição de funcionamento e de acordo com documentação fiscal	Escolher um item.
Relacionamento		A montadora resolve os seus problemas rapidamente e definitivamente	Escolher um item.
Custo do Frete		Qualquer custo devido a movimentação de material vindo da montadora, incluindo cobranças de taxas para pedidos emergenciais ou agilização de pedidos.	Escolher um item.
Tipo de compra		Se a compra da concessionária é feita com o objetivo de apenas repor seu estoque ou visa também a aproveitar oportunidade de mercado.	Escolher um item.
Nível hierárquico		Nível hierárquico do responsável pelas compras da concessionária com a montadora	Escolher um item.
Benefício do produto		A peça que é entregue na concessionária possui características, qualidade e apresentação que as torna adequadas aos clientes das concessionárias.	Escolher um item.
Incerteza de demanda		Quanto a demanda varia em torno da média	Escolher um item.
Variedade dos produtos		Quantidade de produtos que possuem o mesmo produto base (plataforma)	Escolher um item.
Tecnologia do processo		Processos internos da montadora, sua tecnologia para separar os pedidos e organizar seu centro de distribuição.	Escolher um item.
Gestão da informação de demanda	de	Gestão que a concessionária faz da sua demanda.	Escolher um item.
Flexibilidade atendimento	de	Flexibilidade com a qual a montadora atende aos pedidos da empresa cliente e se adapta a manifestações inesperadas de demanda	Escolher um item.
Visibilidade atendimento do pedido	para	Montadora disponibiliza tecnologia para troca de informações rápidas e precisas.	Escolher um item.

**Agradeço pela colaboração e deixe o contato se tem interesse nos resultados desta pesquisa.**

<i>Nome do entrevistado</i>	Clique aqui para digitar texto.
<i>E-mail para retorno</i>	Clique aqui para digitar texto.

## Apêndice B – Planilha para ponderação de critérios

### Hierarquização dos critérios

Para o conjunto dos seguintes critérios, defina a importância através de comparações paradas. Deve-se primeiro a linha e depois a coluna. Considere os seguintes exemplos:

**Exemplo 1:** Para a empresa, o critério "Custo de invariável" é indistintamente mais importante que o critério "Qualidade de entrega". A avaliação seria a seguinte:

CRITÉRIOS	QUALIDADE DE ENTREGA
CUSTO DE INVARIÁVEL	3

Quando maior o número, mais importante será o "Custo de invariável"

**Exemplo 2:** Para a empresa, o critério "Custo de frete" é menos importante que o critério "Relacionamento". A avaliação seria a seguinte:

CRITÉRIOS	RELACIONAMENTO
CUSTO DE FRETE	1/5

Quando maior o numerador, menos importante será o "Custo de Frete"

**Exemplo 3:** Para a empresa, os critérios "Tipo de compra" e "Nível Hierárquico" são igualmente importantes. A avaliação seria a seguinte:

CRITÉRIOS	NÍVEL HIERÁRQUICO
TIPO DE COMPRA	1

AVILHE ABRAJO USANDO OS VALORES DE 1 A 9 (0,1/2/3/4/5/6/7/8/9) CONFORME EXEMPLOS ACIMA

Critério	Custo de invariável	Tempo para atendimento do pedido	Transferência entre concessionárias	Assentilhada de entrega	Qualidade de entrega	Relacionamento	Custo de frete	Tipo de compra	Nível hierárquico	Benefício do produto	Variedade de demandas	Variedade dos produtos	Tecnologia do processo	Custo da informação de demanda	Flexibilidade de atendimento	Visibilidade para atendimento do pedido
Custo de invariável																
Tempo para atendimento do pedido																
Transferência entre concessionárias																
Assentilhada de entrega																
Qualidade de entrega																
Relacionamento																
Custo de frete																
Tipo de compra																
Nível hierárquico																
Benefício do produto																
Variedade de demandas																
Variedade dos produtos																
Tecnologia do processo																
Custo da informação de demanda																
Flexibilidade de atendimento																
Visibilidade para atendimento do pedido																

Custo de invariável

Nível de serviço

## Apêndice C – Formulário de ponderação de alternativas

**Objetivo da Pesquisa:** Desenvolver uma estrutura multicritério de decisão para avaliar qual alternativa, centralizar ou descentralizar estoques, possui melhor desempenho para os critérios selecionados

**Hierarquia das alternativas**  
 Por favor, decida quantas vezes a opção escolhida é mais relevante que a outra

**Ex. 1: Centralização possui um desempenho superior de qualidade de entrega em relação à descentralização**

Qualidade de entrega

Centralizar estoque	<input type="checkbox"/> 5	<input checked="" type="checkbox"/> X	<input type="checkbox"/> Descentralizar estoque
---------------------	----------------------------	---------------------------------------	---

**Ex. 2: Descentralizar estoque possui desempenho moderadamente superior de qualidade de entrega em relação à centralização**

Qualidade de entrega

Centralizar estoque	<input checked="" type="checkbox"/> X	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> Descentralizar estoque
---------------------	---------------------------------------	----------------------------	---

**Ex. 3: Centralizar estoque tem igual desempenho de qualidade de entrega quanto descentralizado**

Qualidade de entrega

Centralizar estoque	<input type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> X	<input type="checkbox"/> Descentralizar estoque
---------------------	----------------------------	---------------------------------------	---

Você pode usar notas de 1 a 9. O preenchimento deverá ocorrer sempre do lado da alternativa escolhida

**Escala de julgamentos**

1	Ambas alternativas têm igual desempenho para o critério
2	Valor intermediário
3	Uma alternativa possui desempenho moderadamente superior em relação a outra alternativa para o critério
4	Valor intermediário
5	Uma alternativa possui desempenho superior em relação a outra alternativa para o critério
6	Valor intermediário
7	Uma alternativa possui desempenho muito superior em relação a outra alternativa para o critério
8	Valor intermediário
9	Uma alternativa possui desempenho extremamente superior em relação a outra alternativa para o critério

<b>Tipo de compra</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Variedade de produto	<input type="checkbox"/> X	<input type="checkbox"/> Menor Variedade
<b>Qtd</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Fabio Cardoso: Você prefere comprar quantidades maiores de produto com preços de compra menores, ainda que seu custo de inventário seja maior?	<input type="checkbox"/> X	<input type="checkbox"/> Menor Variedade
<b>Tecnologia do Produto</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Gestão da informação de demanda	<input type="checkbox"/> X	<input type="checkbox"/> informação local
<b>Processo</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Qualidade de entrega	<input type="checkbox"/> X	<input type="checkbox"/> Menor Qualidade
<b>Relacionamento</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Asserividade de entrega	<input type="checkbox"/> X	<input type="checkbox"/> maior asserividade
<b>Estrutura disibne</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Visibilidade para entrega	<input type="checkbox"/> X	<input type="checkbox"/> maior visibilidade
<b>Valor do produto</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Produto mais simples	<input type="checkbox"/> X	<input type="checkbox"/> Produto mais customizado