

2

Fundamentação Teórica

O presente capítulo apresenta uma revisão bibliográfica sobre a organização do processo de compras, matrizes de portfólio, custo total de propriedade – TCO e o método AHP de forma a fundamentar academicamente os principais conceitos envolvidos com esta pesquisa de mestrado.

2.1

Organização do processo de compras

Segundo Scheuing (1989), a organização do departamento de Compras é dividida em duas partes. A primeira refere-se à sua estrutura organizacional, sendo baseada nas relações de “quem reporta a quem” e “quem é responsável pelo que”. Já a segunda trata da organização do processo, responsável pela estruturação e pelas seqüências das atividades.

2.1.1

Estrutura organizacional

Para Soares (2003), o tipo de estrutura organizacional adotado pela função de Compras é fundamental, pois terá efeito direto sobre o desempenho de suas atividades. Uma das grandes questões é a escolha de como vai ser sua organização: centralizada, descentralizada ou híbrida, pois aponta se a autoridade está retida no topo da organização (centralizado) ou se ela é repassada para níveis hierárquicos mais baixos (descentralizado). Há também uma combinação dessas organizações que vem sendo freqüentemente adotada, originando assim uma forma organizacional híbrida.

A estrutura centralizada consiste em fazer todas as compras da empresa, independente do valor, em um escritório central. Segundo Dumond (1996) esse tipo de estrutura facilita a coordenação dos esforços, eliminando a duplicidade dos testes, além de permitir ganhos de escala nas aquisições. Ela também permite

tomar melhores decisões, pois as pessoas mais experientes e de melhor nível hierárquico de compras estão presentes em um único local. A possível desvantagem deste tipo de estrutura é que se reduz a flexibilidade, a criatividade e o envolvimento de pessoal.

A estrutura descentralizada consiste em dar autonomia plena a cada uma das unidades de negócio, permitindo assim que a alta gerência se preocupe apenas com questões chaves, permitindo também uma resposta mais rápida às possíveis mudanças de demanda e um melhor aproveitamento dos recursos locais, porém, quase sempre, a um custo mais elevado.

A abordagem mais comum adotada nas organizações tem sido uma combinação entre as duas formas para se obter o benefício das melhores características de cada abordagem, sem as desvantagens de uma estrutura específica. Nas questões referentes a plantas e a divisões se utilizam características de um modelo descentralizado, enquanto as questões que dizem respeito à política de investimentos e estratégia adotam-se características de um modelo centralizado, formando assim um modelo híbrido (SOARES, 2003).

Para Dumond (1996), a decisão do que deve ser centralizado ou descentralizado depende das características e objetivos de cada empresa. Se uma empresa adotar, por exemplo, uma gestão focada no valor, as questões referentes à qualidade, satisfação do cliente, tempo de resposta e envolvimento com fornecedores e clientes, tenderão a exigir uma estrutura mais descentralizada por atender melhor aos requisitos dessas questões.

2.1.2

Organização do processo

Depois de estruturar como o departamento de Compras vai agir internamente, delegando-se quais são as responsabilidades de cada um, deve-se saber como se realiza um processo de compra voltado para a estratégia da empresa.

A literatura acadêmica oferece inúmeros métodos para se aplicar um processo de compras, como: Anderson e Katz (1998), Ferrari (1999), Freytag e Kirk (2003), Neves (2003), Ogden (2003), Fawcett *et al.* (2007), Gonçalves (2007), Wisner e Stanley (2007). Como a teoria que rege estes métodos é muito

similar, a presente dissertação irá se concentrar apenas no processo de compras proposto por Neves (2003).

Conforme Neves (2003), o processo de compra estratégica tem sido utilizado para diminuir gastos das empresas com produtos comprados, diminuir a base de fornecedores e os prazos de entrega dos produtos. Para alcançar esses objetivos as empresas dividem o processo de compra em vários estágios que são distintos de uma empresa para outra.

O autor em questão procura descrever um processo de compra estratégica genérico, constituído em oito fases, para ser utilizado por qualquer empresa, conforme apresentado na Figura 1.



Figura 1: Fases do processo de compra estratégica. Fonte: adaptado de Neves (2003)

Levantamento das informações internas

De acordo com Neves (2003), a empresa deve fazer um estudo aprofundado de seus custos de produção internos, para que, ao buscar potenciais fornecedores, possa compará-los com os custos de aquisição. Essa comparação, juntamente com outros fatores, tais como dependência de terceiros, nível de terceirização da empresa e diferencial estratégico do negócio, auxiliará na tomada de decisão de se fazer o produto ou serviço internamente ou comprar este item de terceiros (STUDART, 2007).

Levantamentos do mercado fornecedor

Com a acirrada competição que se encontra nos dias de hoje, a informação cada dia que passa ganha mais valor. Por essa razão deve-se procurar saber como funciona o mercado fornecedor com o qual se está lidando. Essa ação melhora a eficácia do processo de compra. Segundo Young *apud* Neves (2003), conhecer os dados da indústria com a qual se está lidando é importante para seis aplicações: modelagem de custo, ter melhor poder de negociação, assegurar a continuidade do suprimento, conhecer todas as alternativas de suprimentos, possibilitar um melhor planejamento estratégico, ter acesso às inovações do fornecedor.

Levantamento das informações dos fornecedores

Como o departamento de Compras tem como objetivo alavancar o poder de compras e diminuir o risco de suprimentos de uma organização, para Young *apud* Neves (2003) é fundamental ter informações sobre: a capacidade, as linhas de produtos ofertados e seu potencial de adaptação para ofertar novos produtos, as tecnologias e os processos empregados, quem são os seus principais clientes, por volume e relevância e os níveis de serviços oferecidos pelo fornecedor para os bens e serviços a serem comprados.

Desenvolvimento da estratégia de compra

Para Studart (2007), a estratégia deve ser adequada ao tipo de indústria, de empresa e de produto comprado. Existem diversas metodologias para se estabelecer estratégias de compras a serem adotadas para aquisição dos produtos e serviços de uma empresa. Geralmente é feita uma classificação dos itens em grupos, de forma que se possa utilizar a mesma estratégia a todos os produtos com determinada característica. Dentre as formas de classificação mais utilizadas estão a classificação pelo custo do produto a empresa (classificação ABC), classificação por famílias de produtos com características similares e a análise de portfólio.

Uma explicação detalhada do desenvolvimento da estratégia de Compras será mostrada na próxima seção, onde a presente dissertação irá se focar na

análise de portfólio, por ser uma forma mais apurada de se fornecer que tipo de estratégias a organização deve empregar na aquisição de seus bens e serviços.

O pedido de proposta para os fornecedores

Para Neves (2003), nesta fase a empresa deve encaminhar o *Request For Proposal* (RFP), que é a forma e o meio pelo qual serão feitos estes pedidos, onde serão determinados os prazos, a qualidade e o sucesso do processo de escolha do fornecedor do produto requerido.

Ainda de acordo com Neves, o primeiro ponto a ser decidido deve ser sobre os fornecedores a serem convidados a participar. Faz parte da estratégia de compras definir com quantos e com quais fornecedores a empresa irá trabalhar. Ela poderá trabalhar com fornecedores exclusivos para determinados produtos (*single sourcing*), múltiplos fornecedores para um mesmo produto (*multiple sourcing*), com uma rede de fornecedores constituída de poucos fornecedores diretos (de primeiro nível) e uma base maior de fornecedores indiretos, que “fornecem para seus fornecedores” (de segundo e terceiro nível). Ainda, pode-se trabalhar com fornecedores internacionais (*global sourcing*). Para os contratos de curto prazo deve-se chamar o maior número de fornecedores possíveis. Já se for um contrato de longo prazo, um número bem pequeno de fornecedores é preferível (NEVES, 2003).

Avaliação das propostas

Para Studart (2007), até pouco tempo atrás existiam basicamente três fatores a serem considerados em um processo de decisão para se selecionar os fornecedores: preço, qualidade e serviço. No entanto, hoje em dia, devido à percepção da vantagem que a escolha do fornecedor certo pode trazer em um negócio, começou-se a levar em consideração outros aspectos, tais como: o custo total de transação, que considera todos os custos associados à aquisição do produto; a qualidade total oferecida pelo fornecedor, e não somente a qualidade mínima necessária; o serviço prestado pelo fornecedor, que além da velocidade de entrega passou a considerar a confiabilidade, o custo de transporte, a consistência

e a frequência das entregas e a flexibilidade do fornecedor; a sua saúde financeira; a sua capacidade tecnológica e sua estrutura organizacional.

A penúltima etapa do processo de compra estratégica descrito por Neves (2003) é a negociação. Nela os compradores vão ao mercado adquirir os produtos e serviços requeridos pela empresa. Por fim, a última etapa é a implementação e o seu gerenciamento.

2.2

Matrizes de portfólio

De acordo com Neves (2003), com o aumento da competição das empresas e da complexidade dos mercados fornecedores, surgiram incertezas quanto ao fornecimento e ao esgotamento dos recursos que garantem a estabilidade da produção de bens e serviços. As empresas também passaram a se concentrar mais no seu *core business*, delegando cada vez mais partes de suas atividades a terceiros. Por este motivo, essas empresas passaram a não poder ter mais uma abordagem única de compra para seus diversos bens ou serviços adquiridos.

As estratégias de compras devem ser diferentes se o objetivo da compra é um item de escritório ou uma peça de reposição, ou se a compra é relacionada a uma fábrica ou um serviço de distribuição de uma empresa varejista (NEVES, 2003).

Para Monczaka, Trente e Handfield (2005), atualmente é necessário que o departamento de Compras desenvolva estratégias de gerenciamento de suprimentos para tornar a organização mais competitiva. Dada a diversidade de estratégias disponíveis, uma que seja efetiva é aquela que se combina com as necessidades do negócio. Para isso Compras deve compreender as necessidades de aquisição relativas aos objetivos da unidade de negócio. Isso pode ser alcançado através da análise de portfólio.

Para Almeida (2005), as matrizes de portfólio ajudam a elaborar estratégias para as empresas se protegerem dos riscos de suprimentos, tais como variações nos preços e incertezas quanto à disponibilidade física de itens que pertencem a fornecedores com grandes inovações tecnológicas. Quanto maior a incerteza, mais importante se torna o gerenciamento de suprimentos.

Segundo Kraljic (1983) as matrizes de portfólio ajudam as empresas a responderem a questões do tipo:

- A companhia está fazendo bom uso das oportunidades do mercado de suprimento?
- Uma companhia pode evitar acúmulo ou interrupção antecipada de suprimento?
- Quantos fornecedores a companhia precisa ter para não ter interrupção no seu fornecimento?
- Que políticas de fazer ou comprar irão maximizar a relação custo/flexibilidade?

Ainda segundo Kraljic (1983), através da análise de portfólio a empresa pode classificar suas categorias de compras de forma a assegurar uma longa disponibilidade de materiais e componentes críticos a custo competitivo. Com isso, ao invés de simplesmente monitorar as mudanças no mercado fornecedor, as empresas passaram a fazer as coisas acontecerem para sua própria vantagem. Isto requer uma total mudança de perspectiva de compras (uma função operante) para gerenciamento de suprimentos (uma estratégia).

A literatura oferece diversas matrizes de portfólio. Como a lógica que está por trás delas é muito parecida, a presente dissertação se concentra na apresentação de quatro trabalhos que, na visão do autor dessa dissertação, juntos fornecem uma sólida fundamentação sobre o tema. São eles: Kraljic (1983), Steele e Court (1996) *apud* Razuk (2004), Carter (2000) *apud* Neves (2003), Monczaka, Trent e Hill (2002). Uma breve descrição de cada um deles é dada a seguir, sendo Kraljic (1983) o mais conhecido, descrito primeiramente e com detalhes. As demais matrizes são brevemente apresentadas para evitar redundância.

2.2.1

Matriz de portfólio de Kraljic

Em 1983 Peter Kraljic publicou um artigo, intitulado *Purchasing must become supply management*, que se tornou referência clássica para os estudos

sobre estratégias organizacionais de compras. Segundo esse autor, uma estratégia de fornecimento depende basicamente de dois fatores:

- A importância estratégica do insumo, ou seja, a capacidade do item de agregar valor à empresa, assim como seu percentual no custo total e seu impacto nos lucros da mesma;
- A complexidade do mercado fornecedor, que pode ser medido pela escassez de suprimentos, ritmo das mudanças tecnológicas destes produtos, barreiras alfandegárias, custos de logística, a competitividade desse mercado e se há ocorrência de monopólio ou oligopólio nele.

Ao avaliar a situação da empresa em termos dessas duas variáveis, os principais executivos de compras podem determinar o tipo de estratégia de suprimento que a empresa precisa implementar para minimizar os seus riscos de fornecimento (evitar interrupções na sua produção) e fazer o melhor uso possível do seu poder de compra frente às empresas fornecedoras (KRALJIC, 1983).

Este modelo é importante, pois estrutura e faz melhor uso das informações coletadas internamente, possibilitando um mapeamento dos cenários presentes e previsões futuras, identificando, assim, as melhores alternativas de fornecimento. Para minimizar suas vulnerabilidades de suprimentos e fazer uso do seu máximo poder de compra, muitas empresas utilizam a abordagem de Kraljic (1983) em quatro fases para arquitetar suas estratégias:

- 1ª Fase: Classificação dos itens de aquisição em termos de impacto no lucro e riscos de suprimentos;
- 2ª Fase: Analisar o mercado supridor destes materiais;
- 3ª Fase: Determinar o posicionamento estratégico das aquisições feitas pela empresa, identificando os riscos e as oportunidades;
- 4ª Fase: Determinar as estratégias e os planos de ação a serem tomados.

Essa abordagem de quatro fases tem resultado numa simples, mas efetiva, estrutura para coletar dados corporativos e de mercados, prevendo assim futuros

fornecedores e identificando aqueles mais viáveis para se realizar as compras, bem como o desenvolvimento de estratégias individuais de suprimento para os itens (SILVA, 2007b).

A seguir são descritas as quatro fases para elaboração da estratégia de Kraljic (1983).

2.2.1.1

1ª Fase: Classificação dos itens de aquisição

Para Kraljic (1983), nesta fase deve ser feito um levantamento de todos os bens e serviços adquiridos pela empresa no passado e que poderão ser comprados novamente no futuro. Após este levantamento, deve-se fazer uma classificação dos itens adquiridos de acordo com dois critérios:

- O impacto nos lucros, podendo-se considerar como fator de julgamento:
 - O volume financeiro de compras do item, ou seja, a percentagem que o item representa no custo total de compras da empresa (que pode ser obtido pela curva ABC);
 - O impacto relativo à qualidade;
 - O impacto no crescimento do negócio.
- O risco de suprimento, podendo-se considerar como fator de julgamento:
 - O nível de disponibilidade do produto no mercado;
 - A possibilidade de substituição deste produto por um similar;
 - Os riscos de armazenamento;
 - O grau de competição do mercado fornecedor (quantidade de fornecedores capacitados);
 - A demanda existente pelo produto;
 - As oportunidades da empresa em fazer ou comprar.

Após a determinação dos fatores relevantes de cada critério, deve-se montar uma matriz de quatro quadrantes (categorias), podendo assim identificar

aquele cujo item melhor se enquadra. Segundo Kraljic (1983), tais quadrantes são: estratégicos, alavancados, gargalos e não críticos. Cada quadrante é descrito a seguir:

- Alavancados: itens que representam uma elevada percentagem no lucro da empresa e por serem geralmente padronizados, há muitos fornecedores disponíveis, o que possibilita uma fácil troca de fornecedor. Os itens alavancados têm um alto impacto nos lucros e um baixo risco de suprimento;
- Estratégicos: itens que além de terem um alto valor para a empresa, apresentam também um alto risco de suprimento;
- Gargalos: itens de baixo valor para a empresa, porém de difícil aquisição no mercado fornecedor, resultando em um alto risco de suprimento;
- Não críticos: itens fáceis de comprar (baixo risco de suprimento) e caracterizados pelo seu baixo impacto nos lucros da organização.

De acordo com Silva (2007b), as classificações desses itens nos quadrantes da matriz permitem à organização uma melhor análise dos dados de mercado, conseguindo-se dessa forma um melhor direcionamento dos itens mais significativos.

A Figura 2 detalha os aspectos de abordagens traçados por Kraljic (1983) para cada uma das quatro categorias.



Figura 2: Matriz de portfólio de Kraljic (1983)

De acordo com Kraljic (1983) cada um destes quatro quadrantes necessita de uma distinta abordagem de compra, onde a complexidade da compra é proporcional à importância do item para a empresa. A Tabela 1 apresenta as atividades a serem realizadas, as informações necessárias e o nível de tomada de decisão requerido por cada quadrante. Onde Kraljic recomenda quais seriam os tipos de informações necessárias para se elaborar as estratégias de compras de cada dos quadrantes, assim como, as principais atividades a serem realizadas e por quem essas decisões devem ser tomadas

Tabela 1: Classificando os requisitos dos materiais a serem comprados (Kraljic, 1983)

Foco	Principais tarefas	Informação necessária	Importância da decisão
Itens Estratégicos	Necessidade de previsão precisa	Dados de mercado altamente detalhados	Nível executivo (Decisão Centralizada) Ex: Vice- presidente
	Pesquisa detalhada de mercado	Tendência de fornecimento de longo prazo	
	Desenvolvimento de fornecedores de longo prazo	Necessidade de informação atual	
	Decisões de fazer ou comprar	Boa inteligência competitiva	
	Oportunidades de contratos	Curva de custo	
	Análise de Risco		
	Planos de contingência		
Logística e controle do estoque			
Itens Gargalos	Estoques de segurança	Demanda no médio prazo	Nível gerencial (Decisão Centralizada) Ex: Departamentos chaves
	Garantia de volume (a um custo adicional se for necessário)	Ótimas informações de mercado	
	Planos de contingência	Custo de estoques	
		Planos de manutenção	
Itens Alavancados	Explorar todo o poder de compras	Boas informações de mercado	Nível médio (Decisão descentralizada tendendo a centralização) Ex: Chefia de compra
	Seleção de fornecedores	Planejamento no curto-médio prazo	
	Substituição do produto	Formações sobre custo de transporte	
	Estratégia de negociação focada no preço	Informações acuradas de vendas	
	Aquisições feitas na base "spot"		
	Otimização do volume		
Itens Não críticos	Padronização do produto	Boa visão geral de mercado	Nível baixo (Decisão descentralizada) Ex: Compradores
	Monitoramento do volume de pedidos	Previsão de demanda no curto prazo	
	Otimização do estoques	Pedidos na quantidade ideal	
	Processo eficiente	Níveis de estoque	

2.2.1.2

2ª Fase: Análise de mercado

Neste estágio de diagnóstico a organização avalia a disponibilidade quantitativa e qualitativa dos itens no mercado. O objetivo é verificar a força de compra da empresa e compará-la com o poder de barganha do mercado fornecedor, sempre com a finalidade de minimizar a sua vulnerabilidade no processo e alavancar o seu poder de compra. Essa análise é fundamental, pois além de permitir à organização entender a estrutura de custos do seu fornecedor, possibilita buscar fornecedores globais.

Para a avaliação do mercado, Kraljic (1983) sugere a utilização dos critérios listados na Tabela 2 para a força do comprador e para a força das empresas fornecedoras. Estes critérios têm o intuito de verificar o quanto da capacidade de um determinado fornecedor a empresa pode representar e o quanto esse fornecedor importante para o mercado. A partir desta análise, a empresa avalia a sua necessidade dos fornecimentos desejáveis, identificando quais os fornecedores por volume e relevância seriam ideais para a empresa compradora.

Tabela 2: Critérios de avaliação do portfólio de compras (Kraljic, 1983)

Força do Fornecedor	Força da Empresa
Tamanho do Mercado verso capacidade do Fornecedor	Volume de Compras verso capacidade das Unidades Principais
Crescimento de Mercado verso crescimento de Capacidade	Crescimento da Demanda verso crescimento da Capacidade
Utilização da Capacidade ou Risco Gargalo	Utilização da capacidade das Unidades Principais
Estrutura Competitiva	Compartilhamento de Mercado relativo à competição principal
ROI e/ou ROC	Lucratividade dos principais produtos Finais
Estrutura de Custos e Preços	Estrutura de preço e custo
Quebra de Estabilidade	Custo de não entrega
Raridade do Produto e Estabilidade Tecnológica	Capacidade de produção própria ou déficit de Integração
Barreiras de Entrada (capital e <i>know how</i> exigidos)	Custos de Entrada para Novas Fontes versus custo de Produção Própria
Situação Logística	Logística

2.2.1.3

3ª Fase: Posicionamento estratégico

Nesta fase, os itens classificados na primeira fase como estratégicos agora são posicionados na matriz de portfólio apresentado na figura 3, onde a relação de força é o principal fator que influencia a escolha da estratégia de compras, identificando-se as áreas de oportunidades ou vulnerabilidade e calculando o risco de fornecimento associado a cada uma delas. Pode-se assim identificar as adversidades do mercado fornecedor e usá-las para definir as estratégias a serem utilizadas nesses itens. São três quadrantes de poder de barganha: alto, médio e baixo, cada um associado a uma diferente pressão estratégica (KARLJIC, 1983).

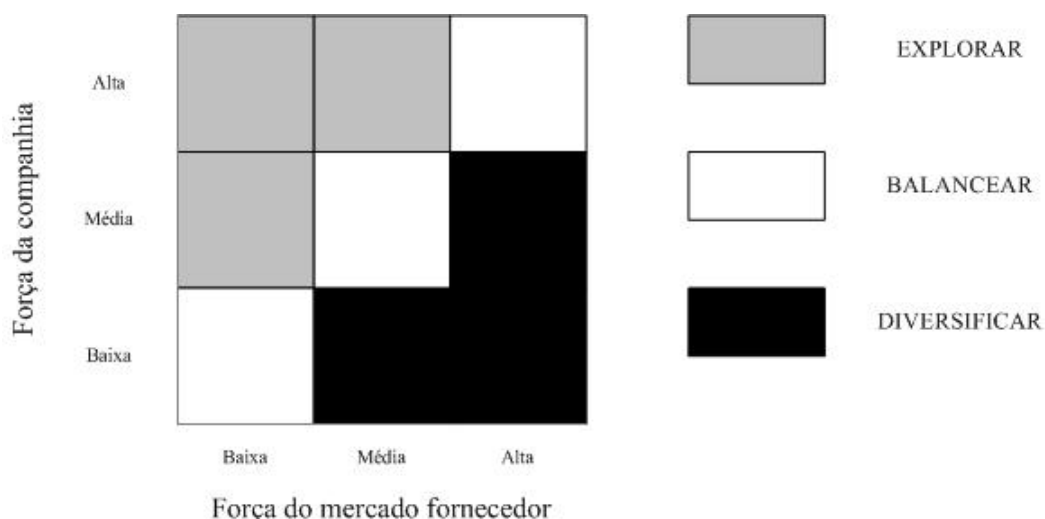


Figura 3: A Matriz de Portfólio de Compra Fonte: Kraljic (1983)

De acordo com Kraljic (1983), para os itens estratégicos em que a força do mercado fornecedor supera a da empresa, a estratégia indicada no futuro é a diversificação. No entanto no curto a empresa não só deve consolidar seus volumes de compra em um único fornecedor como também garanti-lo via contratos e aceitar preços altos. Contudo para reduzir o risco de dependência de uma única fonte, mesmo que isso represente um gasto maior com pesquisas de mercado, a empresa deve buscar por novos fornecedores, materiais alternativos ou ainda considerar a possibilidade de produção destes itens. Por outro lado, se a empresa é mais forte do que os fornecedores, uma estratégia de exploração é

indicada, na qual ela deve dividir seu volume por vários fornecedores, explorar vantagens de preço, aumentar compras e reduzir os níveis de estoque. Finalmente, para itens onde a força da companhia é igual a do seu mercado fornecedor, nem uma estratégia agressiva e nem muito conservadora é indicada, ou seja, deve-se utilizar uma estratégia intermediária.

Normalmente a empresa compradora possui diferentes papéis no mercado fornecedor de seus produtos e serviços. Quando ela estiver em uma posição de força, recomenda-se que pressione para um tratamento preferencial. Agora se a situação da empresa é fraca em relação ao seu fornecedor, ela deve oferecer incentivos para assegurar um fornecimento adequado. A Tabela 3 apresenta a ação que deve ser tomada, de acordo com o quadrante da matriz, para cada elemento de compra, tais como preço, volume e estoques.

Tabela 3: Ações relativas à política da companhia. Fonte: adaptado de Kraljic (1983)

Elemento de compra/ política a ser adotada	Explorar	Balancear	Diversificar
Volume	Diversificar	Manter ou trocar cuidadosamente	Centralizar
Preço	Pressionar para reduzir	Negociar oportunamente	Manter lucro baixo
Cobertura contratual	Compra <i>Spot</i>	Balancear entre contratos e <i>Spot</i>	Assegurar o fornecimento por contratos
Novos fornecedores	Manter contato	Selecionar fornecedores	Procurar vigorosamente
Estoques	Manter baixo	Usar estoque como amortecedor	Estoques reforçados
Produção própria	Reduzir ou não ter	Decidir seletivamente	Produzir ou ter
Substituição	Manter contato	Pesquisar boas oportunidades	Procurar ativamente
Valor da engenharia	Reforçar fornecedor	Desempenho seletivo	Começar programa próprio
Logística	Minimizar custos	Aperfeiçoar seletivamente	Assegurar que haja estoque suficiente

2.2.1.4

4ª Fase: Planos de ação

Nesta fase Kraljic (1983) propõe os tipos de ações que devem ser tomadas pelas empresas compradoras em relação às estratégias de aquisição dos seus bens e serviços, de acordo com cada quadrante da matriz, como apresentado na Figura 4.

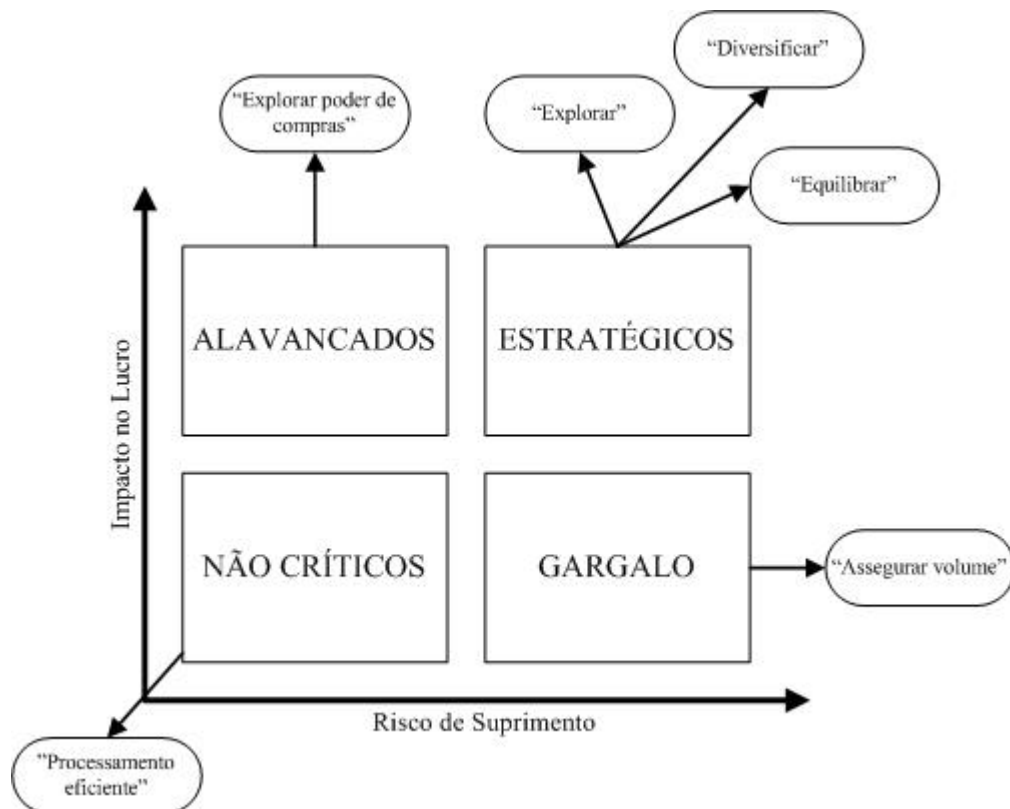


Figura 4: Categoria de produtos e estratégias de compras de acordo com o modelo de Kraljic (1983). Fonte: Silva (2007b)

De acordo com a Figura 4, para os itens **não críticos**, Kraljic (1983) recomenda um processo eficiente através da padronização do produto, a garantia do volume de compras aos fornecedores e a utilização de um modelo de otimização de estoques. Isso porque estes itens não requerem tanta atenção, pois não afetam com grande significância os resultados da empresa. Já os itens **gargalos** representam um potencial problema para a organização, devido à sua característica específica. Neste caso recomenda-se que se faça um acompanhamento constante da demanda. A estratégia indicada é assegurar o

volume, que pode ser feito através de estoques de segurança ou contratos de longo prazo, uma vez que estes itens representam um baixo impacto no lucro e um alto risco de suprimento.

Para os itens **estratégicos**, devido ao seu alto nível de influência nos resultados da empresa, a base para sua tomada de decisão requer um conjunto de técnicas analíticas que envolvem o estudo do mercado, a mensuração dos riscos, o uso de modelos de simulação e otimização e o acompanhamento dos índices financeiros. Assim como foi explicado no passo três, recomenda-se explorar, equilibrar ou diversificar. E finalmente para os itens **alavancados** sugere-se explorar o poder de compras com o intuito de buscar o lucro através de concorrências ou até mesmo com a substituição do produto, já que estes itens representam um alto impacto no lucro e um baixo risco de suprimento da empresa.

2.2.2

Matriz de portfólio de Steele e Court (1996)

Outro modelo de portfólio identificado na literatura é o de Steele e Court (1996), *apud* Razuk (2004, que se baseia em Kraljic. Esse modelo também tem como objetivo minimizar o risco de suprimento e alavancar o poder da empresa como compradora, não só minimizando os custos de aquisição, mas também melhorando a qualidade e a confiabilidade dos produtos e serviços comprados.

Segundo Steele e Court *apud* Razuk (2004), neste modelo pode-se analisar quatro tipos de estratégias de compras, conforme ilustra a Figura 5:

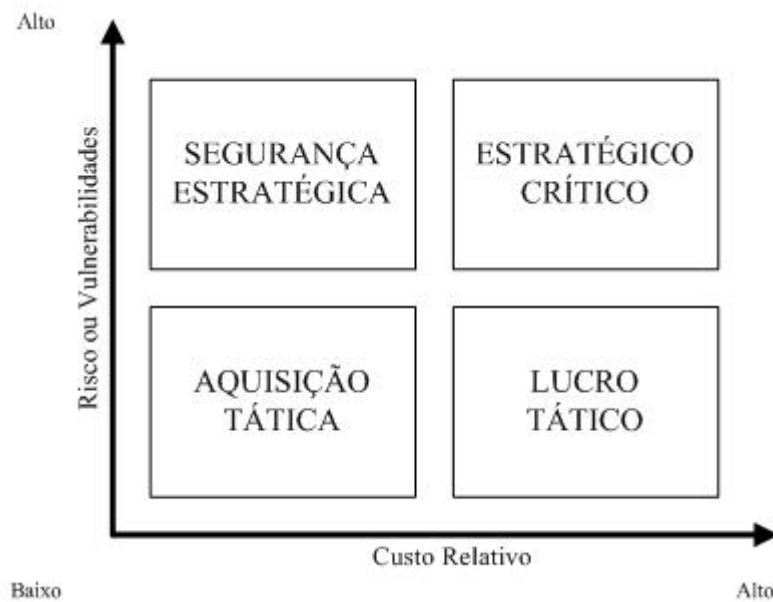


Figura 5: Matriz de portfólio de Steele e Court (1996). Fonte: Razuk (2004)

De acordo com Steele e Court *apud* Razuk (2004), as estratégias que devem ser tomadas para os respectivos quadrantes são:

- Aquisição Tática: os insumos deste quadrante se caracterizam pelo baixo risco ou vulnerabilidade e pelo baixo custo relativo de compra. Devido às suas características, a empresa deve adotar uma estratégia para **minimizar a atenção** através de uma política de pagamentos à vista, sem muita burocracia.
- Lucro Tático: é utilizado quando, além de possuir um baixo custo relativo, há um baixo risco ou vulnerabilidade, devido à grande quantidade de fornecedores capacitados. Geralmente se aplica em mercados com produtos padronizados e com muitos fornecedores qualificados, onde o principal fator que define a negociação é o preço, podendo-se assim **explorar o lucro**.
- Estratégico Crítico: Compõe o quadrante cujos insumos possuem alto risco ou vulnerabilidade e um alto custo relativo. Neste caso recomenda-se o **gerenciamento dos fornecedores** estabelecendo contratos de médio e longo prazo e a formulação de planos de contingência.

- Segurança Estratégica: são insumos que de alguma forma possuem um alto risco ou vulnerabilidade, porém não são tão significantes para a empresa que os compra. Estes itens caracterizam-se por pertencerem a monopólios ou oligopólios de mercado. Neste caso recomenda-se **garantir o suprimento**.

Observando a matriz de Steele e Court (1996) *apud* Razuk (2004), percebe-se ainda uma diferença sutil em relação à matriz de Kraljic (1983), é que esta possui os eixos invertidos em relação ao modelo de Kraljic.

2.2.3

Matriz de portfólio de Monczaka, Trent e Handfield (2005)

A matriz de portfólio de Monczaka, Trent e Handfield (2005) possui os eixos conforme o modelo de Kraljic (1983) e os produtos e serviços nela contidos podem ser classificados em quatro categorias:

- Transação/preço: este quadrante é caracterizado por muitos fornecedores e itens padronizados. A empresa precisa minimizar esforços, tais como custos de transação e preço. As decisões de compra são primeiramente baseadas em preço e os custos de aquisição são normalmente baixos.
- Gargalo/problema: os fornecedores deste quadrante geralmente são fontes únicas, onde os itens de aquisição possuem muitas especificações necessárias. A disponibilidade de fornecedores é limitada e o produto ou serviço, normalmente, não é tão importante para empresa compradora. A estratégia de compra deve focar em sair desse quadrante através da padronização, mudança de especificação, adicionando novos fornecedores e no desenvolvimento de fornecedores.
- Alavancados: esse quadrante tem um amplo número de fornecedores com um limitado risco de suprimento.
- Estratégicos: esse quadrante inclui produtos e serviços que são críticos para o sucesso da organização, tendo poucos fornecedores

capazes de fornecerem esses itens. Alguns deles podem ser únicos ou customizados.

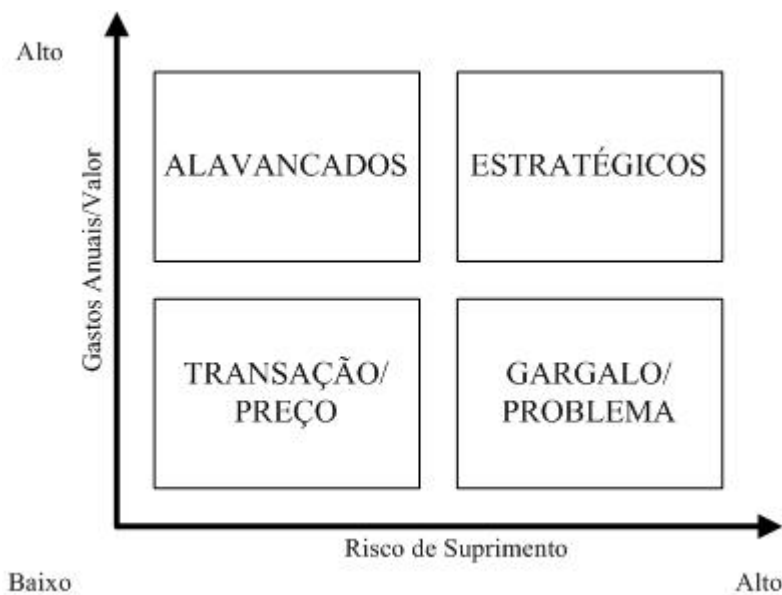


Figura 6: Matriz de portfólio de Monczaka, Trent e Handfield (2005)

2.2.4

Matriz de portfólio de Carter

Outra matriz que se baseia em Kraljic é a de Carter *apud* Neves (2003), fundamentando-se no cruzamento de duas variáveis, o valor da compra e o risco ou exposição, a um problema no fornecimento do produto a ser comprado, conforme apresentado na Figura 7.

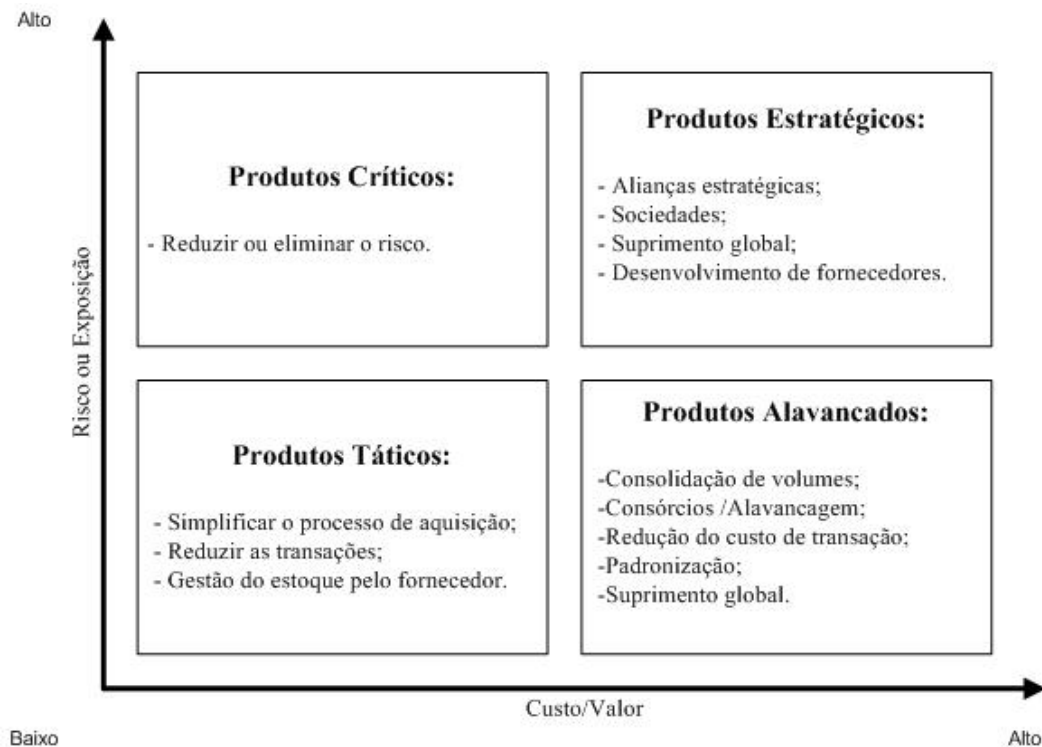


Figura 7: Matriz de portfólio de Carter (2000). Fonte: Neves (2003)

As possíveis estratégias que podem ser elaboradas para cada quadrante, de acordo com Neves (2003) são:

- Estratégia de compra para produtos críticos:
 - o Reduzir o risco: esta estratégia pode ser usada quando não há possibilidade de eliminar o produto. Com isso, pode-se aumentar o volume comprado ou fazer uma integração para trás na cadeia, seja adquirindo uma participação (sociedade) do fornecedor ou até mesmo produzindo o produto.
 - o Eliminar o risco: esta estratégia pode ser implementada quando o produto crítico pode ser substituído por um produto tático. Outra forma de eliminar o risco é suprimindo a necessidade de compra do produto. A eliminação do risco é atingida pela extinção da compra do produto.

- Estratégia de compra para produtos estratégicos:
 - Alianças estratégicas: são relações de “ganha-ganha” que têm como características o relacionamento de longo prazo, compartilhamento total de planos e informações e a realização de negócios com competidores limitados. Elas envolvem a interação entre os parceiros que vai da engenharia e “marketing” até o planejamento da produção, controle de estoque e gerenciamento da qualidade. Isto pode permitir reduções de custos, melhorias na qualidade, melhor desempenho na distribuição e maior flexibilidade de lançamento de novos produtos.
 - Suprimento global (*global sourcing*): é a compra dos produtos em qualquer parte do mundo. Essa estratégia traz oportunidades como a viabilização de se comprar em mercados de baixíssimos custos, principalmente no que se refere a encargos trabalhistas, como é o caso da Índia e da China.
 - Desenvolvimento dos fornecedores: é investir no fornecedor, seja por meio do investimento direto com capital, ou por meio de investimentos indiretos com avaliações periódicas.
 - Sociedades: são geralmente utilizadas quando a empresa compradora quer penetrar em um mercado novo ou lançar um novo produto, o que normalmente ocorre quando se quer ter controle sobre a gestão do fornecedor.
- Estratégia de compra para produtos alavancados:
 - Consórcios de compras: às vezes o item comprado é de pouco volume, o que resulta em pouco poder de negociação. Nesse caso aconselha-se a participação com outros compradores, a fim de aumentar o volume comprado e conseguir ganhos de escala. Isso pode ser feito de maneira informal ou por um terceiro independente.
 - Consolidação de volumes: quando se compra pouca quantidade de diversos fornecedores deve-se aumentar o

volume de compras e reduzir o número de fornecedores. Produtos dispersos, oferecidos por um único fornecedor, tendem a representar oportunidades de se obter maiores descontos e melhores condições de entrega.

- Padronização: quando se compra produtos semelhantes entre si, ou substitutos, para efeitos de ganho de negociação a empresa deve adotar a compra de um único produto, com o objetivo de diminuir a diversidade dos produtos comprados, simplificando assim o processo de compra e aumentando o volume a ser comprado de cada item.
- Redução do custo de transação: quando a compra de um produto gera muitos custos para sua aquisição e a transação ocorre repetidas vezes, convém reduzir a frequência de compra do produto, alongando os contratos e tornando-os de longo prazo.
- Estratégia de compra para produtos táticos:
 - Reduzir as transações: isto pode ser feito aumentando o tamanho do lote entregue.
 - Simplificação do processo de aquisição
 - Gestão do estoque pelo fornecedor: quando os valores de estoque são baixos, os produtos podem ser deixados nas instalações sob a forma de consignação e só serem pagos quando consumidos em períodos previamente acertados, levando o fornecedor a providenciar automaticamente o reabastecimento do estoque.

2.2.5

Considerações sobre os modelos de portfólios

Gelderman e Weele publicaram em 2003 um artigo chamado *Handling measurement issues and strategic direction in Kraljic's purchasing model*, no qual esses autores tentam preencher o vácuo que existe entre os problemas

conceituais e o verdadeiro emprego dos modelos de portfólio. Segundo estes autores, com a crescente aceitação e utilização desses modelos de portfólio algumas questões ainda continuam sem resposta. Questões essas que se referem a:

- O que “impacto no lucro” e “risco de suprimento” realmente significam e como essas dimensões podem ser medidas na prática?
- Qual é a exata distinção entre “alto” e “baixo” nas dimensões da matriz de portfólio?
- Quais tipos de objetivos e estratégias são aplicáveis usando o portfólio de Kraljic?

Para responderem essas questões, os autores fizeram um estudo de caso em três grandes empresas holandesas. Os dados foram coletados através de vinte e oito entrevistas e fontes secundárias como internet e relatórios anuais. Os autores perceberam que os profissionais experientes lidavam com o problema de medidas de três formas distintas, ou seja, eles achavam que existiam três métodos distintos de se construir a matriz de portfólio, sendo eles:

- O método do consenso: este método se baseia em um processo de bom senso e discussão entre os profissionais de Compras. O consenso é muito importante quando escolhas são feitas com respeito às medidas de variáveis e para o posicionamento de itens na matriz. Discussões árduas e abertas sobre questões de compras são consideradas como a parte mais crítica do desenvolvimento da estratégia. Como regra, pontos de vista devem ser substanciados por fatos;
- O método um a um: neste método apenas um critério é selecionado por dimensão. O valor financeiro dos itens vem de uma proximidade do impacto do lucro e o risco de suprimento é normalmente operacionalizado por um número (alternativo) de fornecedores. Como resultado, as posições nos estudos podem ser determinadas de uma forma muito rápida e nada ambígua. O método “um por um” é muito popular entre os profissionais de Compras;

- O método de pontuação por pesos: neste método cada fator ganha um peso, permitindo-se assim uma abordagem completamente customizada, onde todos os fatores relevantes podem ser inclusos na análise. O total de pontos por dimensão é calculado em um modelo aditivo por meio da multiplicação de pontos e pesos. Encara-se como desvantagem que uma pontuação mais baixa em um fator possa ser compensada por uma pontuação mais alta em outro. Outra desvantagem do método é que, dependendo do nível de agregação, poderia ser necessário se dispor de um grande número de dados quantitativos que estariam raramente disponíveis no sistema de informação de compras.

Gelderman e Weele (2003) concluíram que para cada quadrante os profissionais de compras podiam empregar dois tipos de estratégias diferentes. A primeira seria realizar ações para assegurar a posição do item na sua posição original dentro da matriz. Já a segunda seria aplicar ações com o intuito de mover o item do seu quadrante para outro de maior interesse para a empresa, conforme apresentado na Figura 8:

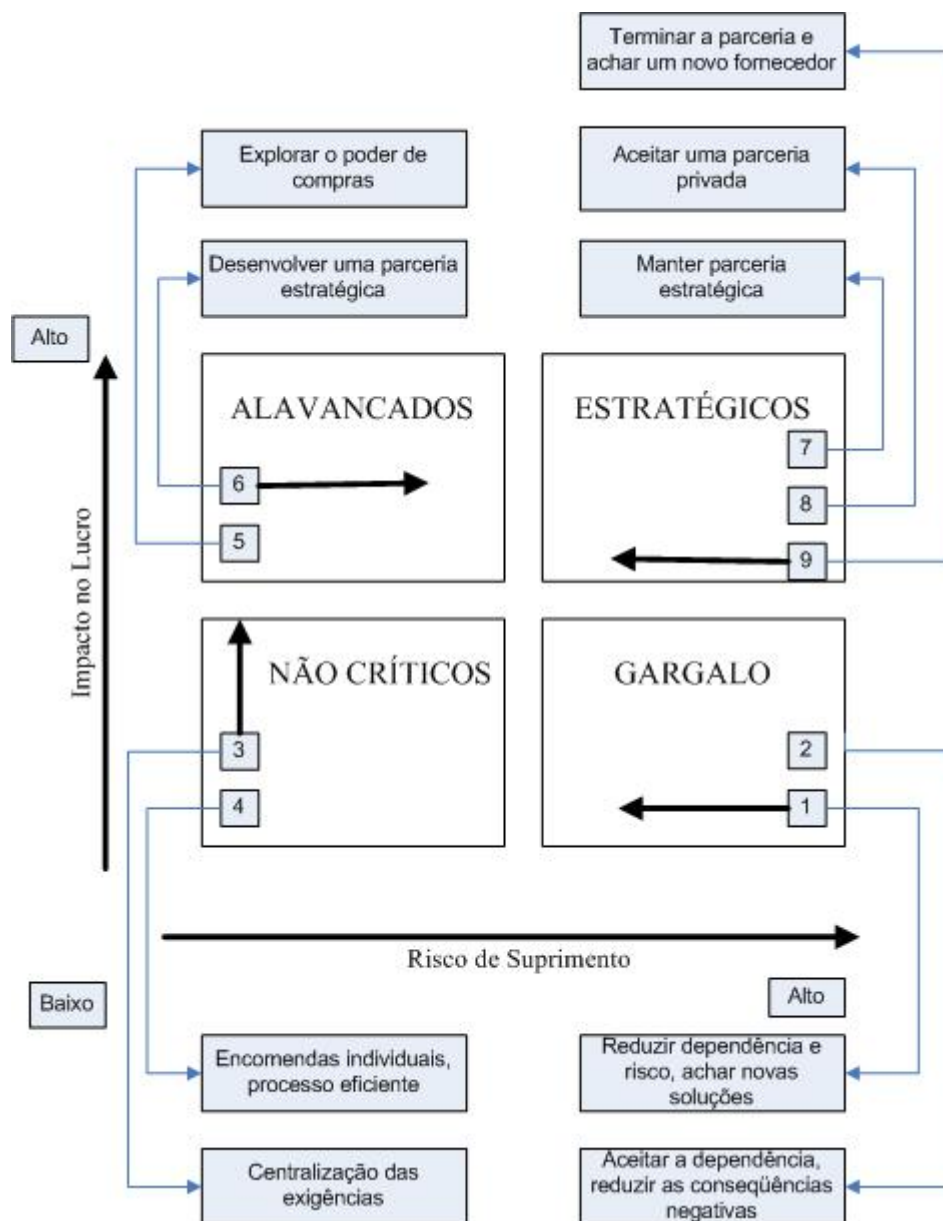


Figura 8: Resumo do direcionamento das estratégias para todas as categorias. Fonte: Gelderman e Weele (2003)

Para cada categoria os autores recomendam duas possibilidades de tomadas de decisão relacionadas à gestão de compras do item: desenvolver mecanismos para mudar o item de quadrante, seja com a finalidade de maximizar os ganhos ou minimizar as perdas, ou para manter o item no mesmo quadrante da matriz. A seguir são apresentadas as implicações de manter ou mudar a posição de um item em cada quadrante.

Itens gargalos (baixo valor e alto risco)

Mudando para outra posição (número 1)

- Simplificando o produto, achar outro fornecedor de forma a reduzir o risco de suprimento. Isso significa trocar o item para o quadrante não-crítico;

Mantendo a posição (número 2)

- Aceitar a dependência de um fornecedor, se nenhuma outra posição para reduzir o risco é viável;
- Podem-se utilizar sistemas de consignação e contratos de longo prazo enfatizando-se a qualidade e mantendo (ultimamente) estoques de segurança.

Itens não críticos (baixo risco e valor)

Mudando para outra posição (número 3)

- Estes itens podem ser colocados juntos em grande quantidade, aumentando-se o poder de compra da empresa, utilizando um processo de padronização, tendendo para o quadrante dos itens alavancados, aumentando-se assim o impacto no lucro da empresa com a compra desses itens.

Mantendo a posição (número 4)

- Processo eficiente: Como regra geral estes produtos costumam consumir 80% do tempo do departamento, enquanto normalmente representam menos de 20% do retorno de compras. Por isso recomenda-se reduzir a complexidade do processo de compras através de sua padronização. A estratégia é apontada para redução de custos de compras indiretos que estão ligados às atividades administrativas.

Itens alavancados (alto valor e baixo risco)

Mudando de posição (número 6)

- Em poucos casos, algumas empresas optam por manter a estratégia de parceria indo para um quadrante mais estratégico. Vale lembrar que isto só é possível se o fornecedor estiver disposto e capacitado para contribuir com alguma vantagem competitiva da empresa, como no caso de fornecedores de alta tecnologia.

Mantendo a posição (número 5)

- Neste quadrante o comprador tem muitos incentivos para negociar, já que qualquer redução no custo representa grandes montantes de dinheiro, e como o risco de suprimentos é baixo, recomenda-se explorar o poder de compra com um gerenciamento muito agressivo de fornecedores. Propostas competitivas e contratos de curto prazo são viáveis para explorar este experimento.

Itens estratégicos (alto risco e valor)

Mudando de posição (número 9)

- A empresa opta por esta estratégia quando quer reduzir o risco de suprimento. Uma forma de terminar a parceria e achar novos fornecedores seria diminuir o número de especificações do produto.

Mantendo a posição (números 7 e 8)

- Mantendo uma relação estratégica por meio de parcerias de longo prazo com os fornecedores. Dessa forma as empresas tentam compensar o risco de suprimento com uma relação próxima e longa com os fornecedores, buscando assim, melhorias na qualidade do produto, confiança e redução do tempo de entrega (número 7);
- Aceitar uma parceria privada é desfavorável e geralmente ocorre quando o fornecedor possui a patente de certo produto formando um monopólio, fazendo com que a empresa permaneça involuntariamente no quadrante estratégico (número 8).

No que se refere aos tipos de estratégias que são aplicáveis usando o portfólio de Kraljic, cabe lembrar que, segundo Almeida (2005), mudanças nos padrões de suprimento ou na própria demanda (aspectos exógenos à empresa) podem alterar o item de uma categoria para outra.

Apesar de Gelderman e Weele (2003) terem identificado como os principais profissionais de compras lidam com o grande problema dos modelos de portfólio, a questão de mensuração, os métodos indicados por eles encontram alguns problemas. No método do consenso, existe o problema do julgamento humano e das opiniões não convergirem para um ponto em comum, abrindo-se assim sempre margem para novas discussões. Já o método um a um, apesar de ser o mais utilizado, devido à sua fácil aplicação, despreza outros aspectos que poderiam influenciar no resultado. E por fim, o método de pontuação por pesos e medidas, que poderia vir a ser o mais completo, não possui uma metodologia de como executá-lo. Outro problema identificado é a falta de critérios oferecidos pela literatura para se definir o “impacto no lucro” nas matrizes de portfólio. Por este motivo a presente dissertação tem como objetivo trabalhar em cima dessas lacunas e propor uma metodologia para a construção de matrizes de portfólios.

2.3

O Custo Total de Propriedade (TCO)

Apesar de existirem diversas definições para *Total Cost of Ownership* – TCO na literatura, Degraeve e Roodhofs (1999) o definem como o verdadeiro custo de um bem ou serviço comprado, pois além do preço se deve levar em consideração custos relativos a problemas com a falta de qualidade, como retrabalho, inspeção, atrasos e ainda os custos relacionados à entrega, considerando pontualidade, “lead time” e pedido completo; custos relativos à comunicação com o fornecedor, assistência técnica e custos administrativos, tais como treinamento e transferência de tecnologia.

Quando se realiza um estudo de TCO, uma empresa consegue determinar explicitamente as atividades realizadas internamente ou externamente que estão causando aumentos nos custos dos bens e serviços comprados.

Para Bierma e Waterstraat *apud* Soutes (2007), uma maneira de se compreender o TCO seria compará-lo com um *iceberg*. O topo deste *iceberg* seria

o preço de compra do produto ou serviço e a parte submersa representam todos os outros custos oculto que esse bem ocasionará à medida que for sendo utilizado.

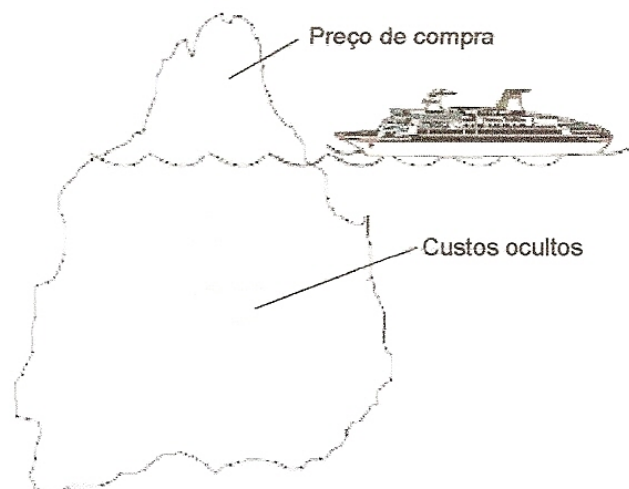


Figura 9: Custos ocultos relacionado a um processo de compra. Fonte: Bierma e Waterstraat *apud* Soutes (2007)

A Figura 10 ilustra o objetivo do estudo de TCO no processo de compra, tanto no nível estratégico, como nos níveis tático e operacional.

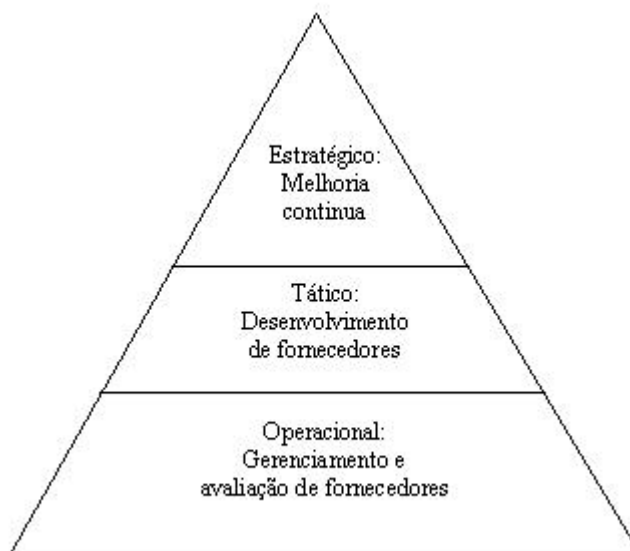


Figura 10: Objetivos e aplicações do TCO no processo de compra de Ellram e Siferd (1998). Fonte: Saliba (2006)

Em relação aos três níveis indicados por Ellram e Siferd *apud* Saliba (2006), pode-se citar como principais aplicações do nível estratégico o questionamento e a redefinição dos processos fundamentais, assim como o

gerenciamento da cadeia de suprimentos. Já no nível tático, a principal aplicação do TCO é a identificação dos fatores que causam o aumento dos custos internos e externos. Por fim, no nível operacional sugere-se a aplicação do TCO para acompanhar, selecionar e fornecer *feedback* para os fornecedores, possibilitando-se o acompanhamento de seu desempenho.

De acordo com Ellram (1993), na visão do comprador os custos do produto ou serviço poderiam ser divididos em três componentes:

- Custos de pré-transação: são os que ocorrem antes do recebimento dos itens comprados e até mesmo da colocação do pedido, como exemplo:
 - Identificação da necessidade;
 - Investigação das fontes de fornecimento;
 - Acréscimo de fornecedor aos sistemas internos;
 - Capacitação (do fornecedor nas operações da empresa, da empresa nas operações do fornecedor).
- Custo de Transação: são os diretamente ligados à colocação do pedido e o recebimento, incluindo o preço do bem ou serviço, como exemplo:
 - Preço;
 - Preparação e colocação do pedido;
 - Entrega/transporte;
 - Tarifas/obrigações;
 - Fatura/pagamento;
 - Inspeção;
 - Devolução;
 - Acompanhamento e correção.
- Custo de Pós-Transação: são os ocorridos depois que o item comprado se encontra em propriedade da empresa compradora, de seus agentes ou, inclusive, de seus clientes, como exemplo:
 - Parada da linha de produção;
 - Produtos finais defeituosos rejeitados antes da venda;
 - Problemas na pós-venda;
 - Reparo e reposição no mercado;

- Reputação da empresa e lealdade do consumidor;
- Custo da peça de reparo;
- Custo de manutenção e reparo.

Ainda segundo Ellram, o TCO ajuda os profissionais de compras a tomarem suas decisões fornecendo dados históricos e realistas para análise das tendências dos custos e do desempenho de cada fornecedor, indicando-se assim, em que pontos da cadeia de valor existem oportunidades de redução de custos e onde seria interessante a formação de alianças estratégicas. Por isso o TCO é importante no gerenciamento da cadeia de suprimentos, pois ajuda não só a diminuir os custos visíveis, mas também os invisíveis, que na maior parte das vezes são de difícil mensuração, como prazo de entrega, frete e assistência técnica.

Apesar de inúmeras formas de se aplicar o TCO, Waterstraat *apud* Soutes (2007), sugere uma fórmula para capturar todos os custos do produto que se baseia no ciclo de vida do bem, conforme pode ser visto na Equação 1.

$$TCO = CM + PC + F + M + O + CD - VD \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

CM = Custo de materiais secundários ou complementares;

PC = Preço de compra;

F = Frete e transporte;

M = Custos de manutenção;

O = Custos de Operação;

CD = Custos de descarte;

VD = Valor de descarte.

Para Soutes (2007), no momento em que um produtor oferece seu produto a um preço menor que os demais concorrentes, ele está tentando convencer o consumidor de que as vantagens adquiridas com este produto são compatíveis com a qualidade e o preço ofertado. No entanto, se o consumidor possui o conhecimento do TCO, ele pode visualizar todos os custos a serem por ele arcados. Se neste caso ele optar por um produto com preço de compra superior ao

dos concorrentes, é porque está percebendo que terá um menor custo de manutenção e operação durante a vida deste bem, o que compensaria o valor de compra.

2.4

Método AHP

O *Analytic Hierarchy Process* – AHP (em português Processo de Análise Hierárquica) se originou de um trabalho do Professor Thomas L. Saaty, na década de 70, a partir de uma solução de um conflito militar no Oriente Médio. Saaty trabalhou como consultor do governo egípcio analisando a situação e, embora o governo egípcio tenha seguido sua orientação, o que acabou originando um processo de paz, ele não ficou satisfeito com a maneira como se chegou à decisão, pois aspectos importantes não foram considerados por serem intangíveis, ou seja, não quantificáveis (SALOMON, 2002).

O AHP é um método que se caracteriza pela capacidade de analisar um problema complexo, através da construção de níveis hierárquicos, de forma a auxiliar na tomada de decisão. Neste método os usuários devem primeiramente decompor seu problema geral de decisão em subproblemas mais facilmente compreendidos, ou seja, ao encarar um problema complexo, é mais fácil dividi-lo em outros menores, porque quando solucionamos individualmente estes subproblemas e depois os somamos, estes representam a decisão do problema inicial (SAATY, 1991).

O AHP parte do geral para o mais particular e sua ordenação serve para dois propósitos: fornecer uma visão global da relação complexa na situação que se está trabalhando e avaliar se os critérios de cada nível são da mesma ordem e magnitude. Esses elementos da hierarquia podem relacionar-se com qualquer aspecto do problema de decisão, seja ele tangível ou intangível, estimado com ou sem precisão.

Segundo Saaty (1994), o benefício do método AHP é que ele se baseia no princípio de que, para a tomada de decisão, a experiência e o conhecimento das pessoas são pelo menos tão valiosos quanto os dados utilizados. Com isso, pode-se lidar com os aspectos qualitativos e quantitativos de um problema de decisão.

A aplicação do AHP inclui e mede os fatores importantes do problema em questão, qualitativamente ou quantitativamente mensuráveis, sejam eles tangíveis ou intangíveis, para aproximar-se de um modelo realista.

Salomon & Montevechi (2001) recomendam para se obter bons resultados com a utilização do AHP deve-se satisfazer três pré-requisitos: dispor de tempo para a tomada de decisão, não existir mais de nove alternativas e deve existir independência entre os elementos de um mesmo nível hierárquico.

Carvalho (1997) também alerta para o fato de que a quantidade de comparações paritárias cresce muito rapidamente com o tamanho da matriz. Já Grandzol (2005) afirma que outra limitação do método é sua aplicação inadequada em ambientes desfavoráveis, onde é percebida como simplificação excessiva ou desperdício de tempo.

2.4.1

Passos necessários para a aplicação do AHP

O modelo de hierarquia do AHP é baseado na ordenação dos elementos segundo uma ordem de importância, conseguindo-se assim ter uma visão mais geral de um sistema. Pode ser usada para descrever como mudanças em prioridades nos níveis mais altos afetam as prioridades dos níveis mais baixos. Entretanto, a hierarquia por si própria não é uma ferramenta poderosa no processo de tomada de decisões. É preciso computar a força com que elementos de um nível atuam sobre os elementos do nível mais alto seguinte, assim como considerar forças relativas entre os níveis e objetivos gerais (SILVA, 2007a).

Para Salomon (2002), para se aplicar o método AHP é necessário a realização de quatro passos para se obter a solução de um problema: estruturação ou decomposição do problema, realização de julgamento, cálculo dos autovalores e autovetores e análise dos resultados. Cada um desses é descrito a seguir.

1º Passo: Estruturação ou decomposição do problema

Nesta fase deve-se dividir o problema em três níveis: objetivo geral, critérios de avaliação e alternativas, conforme apresentado na Figura 11.

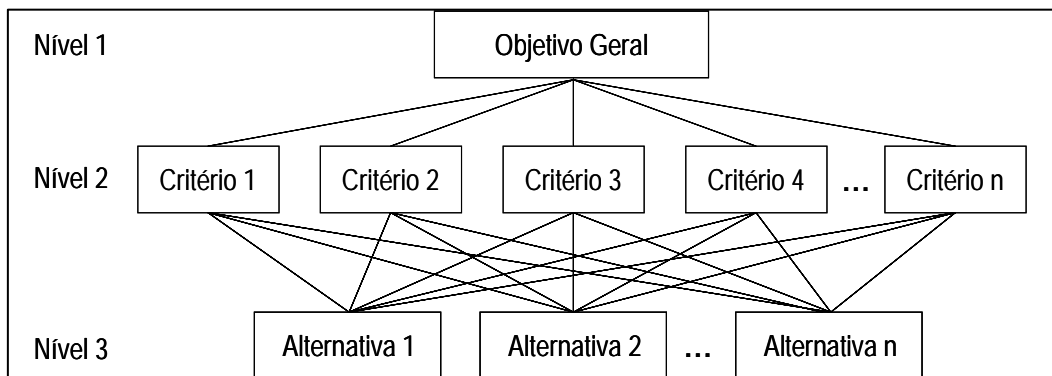


Figura 11: Estruturação e decomposição do problema. Fonte: Wolff (2008)

Segundo Wolff (2008) estas partes significam:

- **Objetivo Geral:** é o problema, a decisão que se pretende tomar. Este elemento fica no topo da estrutura. Exemplos de objetivo geral: a escolha da melhor casa para morar e a definição da localização de um novo centro de distribuição;
- **Crítérios de avaliação:** são fatores que influenciam o objetivo geral, cada um com diferente relevância. Exemplos de critérios: na decisão da melhor casa, podem ser considerados: preço, bairro, tamanho, beleza. Já na localização do centro de distribuição pode ser considerado o investimento inicial, as isenções fiscais, a distância até os clientes;
- **Alternativas:** são as ações possíveis. A alternativa apontada como a mais importante será a escolhida, como no exemplo da casa, em que as alternativas são Casa A, Casa B e Casa C.

2º Passo: Realização dos julgamentos

Após a estruturação do problema se deve comparar os “n” critérios entre si, dois a dois, em relação à contribuição de cada um para o objetivo geral, atribuindo um valor de “1” a “9” de acordo com a Tabela 4 proposta por Saaty (1991).

Tabela 4: Representação numérica das comparações. Fonte: adaptado Saaty (1991)

Importância	Definição
1	Igualmente importante
3	Moderadamente mais importante
5	Fortemente mais importante
7	Muito fortemente mais importante
9	Absolutamente mais importante
2,4,6,8	Valores intermediários

Quando existem mais de uma pessoa realizando os julgamentos, Saaty (1991) recomenda duas maneiras de se preencher a matriz de comparações na prática. A primeira seria através do consenso e a segunda seria através de questionários individuais para posteriormente se tirar a média geométrica. É importante observar que embora pareça pouco provável que valores intermediários sejam escolhidos, eles podem aparecer quando se utiliza a média geométrica.

Descendo um nível, compara-se analogamente cada alternativa com todas as outras, em relação a cada critério. Enquanto no primeiro nível se comparava os critérios entre si uma só vez, por haver só um elemento no nível imediatamente acima, agora comparamos as alternativas entre si “n” vezes, por haver “n” critérios (WOLFF, 2008).

Essas comparações devem ser feitas em uma matriz onde se compara sempre o elemento da linha em relação a todos os elementos das colunas, conforme ilustra a Figura 12.

C		A_2		A_n		
A_1	[1	x	...	y]
A_2		$1/x$	1	...	z	
		\vdots	\vdots	\ddots	\vdots	
A_n		$1/y$	$1/z$...	1	

Figura 12: Matriz-exemplo de comparações paritárias. Fonte: Wolff (2008)

Como se pode perceber o elemento da diagonal principal é sempre “1”, por se tratar da comparação de um elemento com ele mesmo. Para preencher a matriz deve-se perguntar o quão mais importante é o elemento desta linha em relação a cada elemento de todas as colunas para o elemento imediatamente acima (WOLFF, 2008).

Segundo Saaty (1991), se o elemento da linha tiver a mesma importância que o elemento da coluna, deve-se atribuir o valor “1” a esse par na matriz. Se ele for mais importante do que o elemento da coluna, algum valor de “2” a “9” é escolhido. E se for menos importante um número inverso aos valores 2 a 9 é dado, isto é, $1/2$, $1/3$, etc. Por este motivo, o triângulo inferior da matriz representa os valores simétricos, só que transpostos. Assim, só é necessário fazer as comparações localizadas na área de um dos triângulos.

3º Passo: Calcular os autovetores e autovalores

Depois de preenchida a matriz de comparação, deve-se calcular o autovalor e seu autovetor correspondente. O autovetor dá a ordem de prioridade das características estudadas. Este resultado é importante para a avaliação dos cenários alternativos, pois será utilizado para dar a importância relativa de cada critério e também para priorizar os cenários alternativos. O autovalor é a medida que permitirá avaliar a consistência ou a qualidade da solução obtida. Esta é outra vantagem do método: a possibilidade de verificação de consistência.

O autovetor da matriz pode ser calculado pela Equação 2:

$$W_i = \left(\frac{1}{\sum_{j=1}^n a_{ij}} + \dots + \frac{a_{in}}{\sum_{j=1}^n (a_{ij} + 1)} \right) \left(\frac{a_{ni}}{\sum_{j=1}^n (1 + a_{nj})} + \dots + \frac{a_{ni}}{\sum_{j=1}^n (a_{nj} + 1/a_{in})} \right) \dots \left(\frac{a_{ni}}{\sum_{j=1}^n (1 + a_{nj})} + \dots + \frac{1}{\sum_{j=1}^n (a_{nj} + 1)} \right) \quad (\text{Equação 2})$$

Para testar a consistência da resposta, o que indica se os dados estão logicamente relacionados, calcula-se o Índice de Consistência (IC). Se não for satisfatório, deve-se refazer os julgamentos de acordo com a Equação 3:

$$IC = \text{Índice de Consistência} = \frac{\lambda}{n} \quad (\text{Equação 3})$$

De acordo com Saaty (1991), para se obter a consistência de uma matriz recíproca, seu alto valor Máximo deve ser igual a n (dimensão da matriz). No caso de uma matriz consistente precisamos de $n-1$ comparações paritárias, já que, a partir dessas, as outras podem ser deduzidas logicamente. O método da análise hierárquica busca o alto valor máximo, λ_{max} , que pode ser calculado pela multiplicação da matriz de julgamentos A (passo 4) pelo vetor coluna de prioridades computado W , seguido da divisão desse novo vetor encontrado, AW , pelo primeiro vetor W , chegando-se ao valor de λ_{max} através da Equação 4: .

$$\lambda_{max} = \text{média de } v \quad (\text{Equação 4})$$

Como regra geral, foi definido que o máximo de inconsistência aceitável é 10%, quando cinco ou mais elementos são comparados. Para quatro elementos a inconsistência recomendada é de 8%, e para três elementos 5%. Mais do que 10% de inconsistência leva a crer que os julgamentos foram feitos de maneira aleatória, recomendando-se que os julgamentos sejam refeitos (por exemplo, reescrevendo questões do questionário ou recategorizando os elementos), até que a consistência aumente (SILVA, 2007a).

Saaty (1991) sugere também o uso da Razão de Consistência que considera o IC e o Índice Randômico (IR), que varia com o tamanho n da amostra, conforme a Equação 5:

$$\text{Razão da Consistência} = \frac{IC}{\text{Índice Randômico (IR)}} \quad (\text{Equação 5})$$

O autor ainda propõe uma tabela com os Índices Randômicos (IR) de matrizes de ordem 1 a 15 calculados em laboratório, conforme exibido na Tabela 5.

Tabela 5: Índice randômico médio do AHP. Fonte: Saaty (1991)

11	22	33	44	55	56	67	78	89	910	111	112	113	114	115
00,00	00,00	00,58	00,90	11,12	11,24	11,32	11,41	11,45	11,49	11,51	11,48	11,56	11,57	11,59

4º Passo: Análise dos resultados

Analisar as matrizes para estabelecer as prioridades locais e globais, comparar as alternativas e selecionar a melhor opção.

Este passo pode ser realizado através do *Software Expert Choice* criado por Saaty (1994). Neste programa o autor mostra que há dois meios de sintetizar as prioridades locais das alternativas, usando prioridades globais do critério pai: o modo distributivo e o modo ideal. No distributivo, os pesos das alternativas somam “1”. É adotado quando há dependência entre as alternativas e uma prioridade unitária é distribuída entre elas, ou seja, quando o objetivo é escolher uma alternativa que é melhor em relação a outras.

Já o modo ideal é utilizado para obter a melhor alternativa entre alternativas distintas e sem relação de dependência. Nesse modo, as prioridades locais das alternativas são divididas pelo maior valor entre elas. Isto é feito para cada critério e a alternativa torna-se ideal de valor “1”. Se as alternativas são suficientemente distintas, sem dependência nas definições, o modo ideal seria o meio de síntese.

O Apêndice 1 oferece um exemplo de aplicação para melhor se compreender o AHP.