

SELEÇÃO DE LOCALIZAÇÃO INDUSTRIAL COM BASE EM MÉTODO FUZZY  
DE TOMADA DE DECISÃO MULTI-CRITÉRIO: ESTUDO DE CASO DE UMA  
EMPRESA DO SETOR DE BEBIDAS BRASILEIRO

Larissa La Poente de Castro Carvalho

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS  
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Aprovada por:

---

Prof. Carlos Alberto Nunes Cosenza, D.Sc.

---

Dr. Harvey José Santos Ribeiro Cosenza, D.Sc.

---

Prof. Mario Cesar Rodrigues Vidal, Dr.Ing.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

JULHO DE 2007

CARVALHO, LARISSA LA POENTE DE  
CASTRO

Seleção de localização industrial com base em  
método fuzzy de tomada de decisão multi-critério:  
estudo de caso de uma empresa do setor de bebidas  
brasileiro. [Rio de Janeiro] 2007

X, 140 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc.,  
Engenharia de Produção, 2007)

Dissertação - Universidade Federal do Rio de  
Janeiro, COPPE

1. Localização industrial
2. Lógica fuzzy
3. Bebidas

I. COPPE/UFRJ II. Título ( série )

Dedicado a

Cristina, Reynaldo e Thiago,  
Meus exemplos, minha vida

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Carlos Alberto Cosenza, que me orientou e incentivou desde que ingressei no Mestrado.

Agradeço ao Professor Harvey Cosenza pelo apoio e dedicação nos últimos meses.

Agradeço ao Professor Mário Vidal por aceitar meu convite para compor a banca.

Agradeço aos amigos da COPPE, em especial a Perla, Lindalva e Karla, por toda ajuda e carinho.

Agradeço aos amigos da Rio de Janeiro Refrescos, que participaram de alguma forma do trabalho desenvolvido.

Por fim, agradeço aos meus pais Reynaldo e Cristina e ao meu irmão Thiago pela força e por estarem sempre presentes nos momentos importantes da minha vida. Essa é mais uma conquista nossa. Amo vocês.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

SELEÇÃO DE LOCALIZAÇÃO INDUSTRIAL COM BASE EM MÉTODO FUZZY  
DE TOMADA DE DECISÃO MULTI-CRITÉRIO: ESTUDO DE CASO DE UMA  
EMPRESA DO SETOR DE BEBIDAS BRASILEIRO

Larissa La Poente de Castro Carvalho

Julho/2007

Orientador: Carlos Alberto Nunes Cosenza

Programa: Engenharia de Produção

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a melhor localização de um centro de distribuição do setor de bebidas, a partir da utilização do método *fuzzy* de decisão multi-critério, tomando como estudo de caso a empresa Rio de Janeiro Refrescos. São analisados os fatores locacionais mais relevantes com base em entrevistas semi-estruturadas e questionário, aplicados junto a executivos da empresa em questão. No referencial teórico, destacam-se os modelos de localização modernos, mais adaptados à complexidade dos cenários atuais, como o Modelo COPPETEC/Cosenza, do professor Carlos Alberto Cosenza, e o Modelo de Hierarquização de Gin-Shuh Liang e Mao-Jiun J. Wang. Esse último foi usado no desenvolvimento da pesquisa, tendo como resultado, a comprovação de que tal modelo é um instrumento eficiente para a escolha de localização de um projeto de investimento industrial no setor de bebidas.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Masters of Science (M.Sc.)

SELECTION OF INDUSTRIAL LOCATION BASED ON FUZZY METHOD OF  
MULTI-CRITERIA DECISION MAKING: A CASE STUDY ABOUT A COMPANY  
OF THE BRASILIAN BEVERAGE SECTOR

Larissa La Poente de Castro Carvalho

July/2007

Advisor: Carlos Alberto Nunes Cosenza

Department: Production Engineering

The objective of this research is to evaluate which proposal is the best one to locate a distribution center of the beverage sector using fuzzy method of multi-criteria decision, considering as case study Rio de Janeiro Refrescos company. The most relevant location factors are analyzed based on semi-structured interviews and questionnaire applied to executives of the company studied. Regarding theoretical referential, it is emphasized the modern location models, that are more adapted to the cultural setting complexity, as the COPPETEC/Cosenza Model, which belongs to professor Carlos Alberto Cosenza, and Gin-Shuh Liang and Mao-Jiun J. Wang Hierarquical Model. The last one was used in the research development that has as result the assurance that the model is an efficient instrument to select the excellent location of an industrial investment project in the beverage sector.

## ÍNDICE

<b>1. Introdução</b>	01
1.1. O Problema	01
1.2. Objetivo	02
1.3. Relevância	02
1.4. Contribuição Teórica e Prática	04
1.5. Delimitações	04
1.6. Metodologia	05
1.6.1. Amostra, Instrumento de Coleta de Dados e Trabalho em Campo	06
1.6.2. Etapas do Estudo	09
1.7. Organização da Pesquisa	10
<b>2. Revisão de Literatura</b>	11
2.1. Novos Parâmetros de Competitividade Industrial	11
2.1.1. Centralização e Descentralização de Estoques	12
2.1.2. Características dos Centros de Distribuição	16
2.2. Considerações sobre Lógica Fuzzy	19
2.2.1. Teoria Fuzzy	20
2.3. Localização Industrial	25
2.3.1 Fatores Locacionais	30
2.3.2. Localização de Centros de Distribuição	35
2.3.3. Modelos Clássicos de Localização Industrial	38
2.3.4. Modelos Modernos de Localização com Suporte da Lógica Fuzzy	49
<b>3. O Método</b>	57
3.1 O Modelo de Seleção Locacional Escolhido	57
3.2. Aplicação do Método	58

<b>4. Estudo de Caso da Rio de Janeiro Refrescos</b>	<b>62</b>
4.1. Introdução sobre a Indústria de Bebidas	62
4.1.1. A Indústria de Bebidas de Hoje	62
4.1.2. Tendências	64
4.2. A Indústria Brasileira	66
4.2.1. O Desenvolvimento Industrial Brasileiro	66
4.2.2. A Indústria de Bebidas Brasileira	68
4.2.3. O Mercado de Refrigerantes	71
4.2.4. O Sistema Coca-Cola	72
4.2.5. A Rio de Janeiro Refrescos	74
4.3. Fatores Locacionais Considerados no Estudo	77
4.4. Frequências e Observações	80
4.5. Análise dos Resultados	88
<b>5. Conclusões</b>	<b>104</b>
5.1. Conclusões e Considerações	104
5.2. Recomendações	106
<b>6. Bibliografia</b>	<b>107</b>
<b>7. Anexos</b>	<b>110</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Custo total de transporte em função do número de armazéns	13
Figura 2 – Custos fixos de armazenagem em função do número de armazéns	14
Figura 3 – Funções de pertinência para a variável temperatura	22
Figura 4 – Função de pertinência de um número fuzzy trapezoidal $A=(c,a,b,d)$	24
Figura 5 – Classificação das decisões	27
Figura 6 – Curva espacial de demanda	43
Figura 7 – Linha de transformação	47
Figura 8 – Curvas de isocusto para tarifas iguais e constantes	48
Figura 9 – Curvas de isocusto para tarifas iguais e decrescentes	48
Figura 10 – Precisão do modelo segundo a complexidade do sistema	49
Figura 11 – Matriz de demanda dos fatores pelos projetos	53
Figura 12 – Matriz de oferta dos fatores para as alternativas	53
Figura 13 – Matriz das possibilidades de localização	54
Figura 14 – Escala de adequação das alternativas de localização	60
Figura 15 – Organograma da Rio de Janeiro Refrescos	75
Figura 16 – Fluxo de rede de distribuição de produtos	80
Figura 17 – Mapa com alternativas de localização	82
Figura 18 – Projeção de crescimento para 2010	87
Figura 19 – Demanda atual em caixas unitárias	88
Figura 20 – Pertinência dos critérios	89

## **ÍNDICES DE TABELAS**

Tabela 1 – Avaliação dos fatores locacionais segundo os entrevistados	84
Tabela 2 – Funções de pertinência dos critérios	89
Tabela 3 – Pesos para cada critério	90
Tabela 4 – Funções de pertinência das variáveis lingüísticas	91
Tabela 5 – Adequação das alternativas quanto à acessibilidade	92
Tabela 6 – Adequação das alternativas quanto à segurança	92
Tabela 7 – Adequação das alternativas quanto à proximidade de mão-de-obra	92
Tabela 8 – Adequação das alternativas quanto à proximidade do mercado	93
Tabela 9 – Estimativa de custos	94
Tabela 10 – Índice fuzzy referente ao custo de armazenagem	94
Tabela 11 – (q,o,p,r) referente ao custo de armazenagem	95
Tabela 12 – Índice fuzzy referente ao custo de transferência	95
Tabela 13 – (q,o,p,r) referente ao custo de transferência	95
Tabela 14 – Índice fuzzy referente ao custo de distribuição	96
Tabela 15 – (q,o,p,r) referente ao custo de distribuição	96
Tabela 16 – Pesos atribuídos aos fatores	96
Tabela 17 – Índices fuzzy referentes aos fatores objetivos	97
Tabela 18 – Índices fuzzy referentes aos fatores subjetivos	97
Tabela 19 – Números fuzzy	99
Tabela 20 – Função de maximização	100
Tabela 21 – Função de minimização	100
Tabela 22 – Definição do $U_M$	100
Tabela 23 – Definição do $U_G$	101
Tabela 24 – Definição do $U_T$	101
Tabela 25 – Definição de $x_R$ , $x_L$ e $U_T(x)$	102
Tabela 26 - Definição da melhor alternativa	103

## **Capítulo 1**

### **INTRODUÇÃO**

#### **1.1. O PROBLEMA**

O fenômeno da globalização desde a década de 90 vem ocasionando intensas modificações no cenário econômico e no comércio internacional. O encurtamento das distâncias e a velocidade com que as mudanças ocorrem favorecem os avanços tecnológicos e forçam as empresas a estarem em constante crescimento, tornando a concorrência entre elas mais acirrada.

Esse novo quadro de competitividade faz com que sobrevivam apenas as empresas que conseguem acompanhar o ritmo do mercado globalizado. Dessa forma, alianças estratégicas, fusões, parcerias com fornecedores e processos de internacionalização foram criados com uma maior frequência nos últimos anos por questões de sobrevivência.

Ao ignorar as fronteiras e encarar um mercado internacional, a empresa depara-se com a necessidade de se reestruturar, tornando-se mais eficiente, mais competitiva. Para isso, uma importante decisão a ser tomada diz respeito a aspectos locais. Processos decisórios de localização são fundamentais para o sucesso do negócio, pois para atuar em nível global a empresa tem que maximizar suas competências assim como aproveitar as vantagens oferecidas pela localidade. Vários fatores devem ser levados em consideração,

como menores custos - baixos salários, baixos impostos, boa infra-estrutura, mão-de-obra qualificada e poucos impactos para a sociedade e meio ambiente ao redor, por exemplo.

De fato, no mercado globalizado de hoje, com baixas barreiras alfandegárias, alta concorrência e consumidores cada vez mais exigentes – em busca de preços baixos e alta qualidade - uma má localização pode significar não competitividade. Os pontos fracos e fortes de uma determinada região devem ser bem estudados. Mesmo com boas práticas de mercado e processos produtivos em sintonia com os que se encontram na indústria, uma decisão de localidade equivocada aparece como uma forte desvantagem competitiva.

Surge, então, a questão abordada nesta pesquisa: qual a melhor localização de um centro de distribuição do setor de bebidas brasileiro?

## **1.2 OBJETIVO**

O objetivo principal dessa dissertação é avaliar qual a melhor localização de um centro de distribuição do setor de bebidas a partir da utilização do método fuzzy de decisão multi-critério, tomando como estudo de caso a empresa Rio de Janeiro Refrescos, franquia da Coca-Cola no Rio de Janeiro e Espírito Santo. O estudo é baseado no modelo desenvolvido por Gin-Shuh Liang e Mao-Jiun J. Wang, em 1991. Em linhas gerais, este modelo tem uma abordagem sistêmica para solucionar o problema de localização usando conceitos da lógica fuzzy e análise da estrutura hierárquica. Este tópico será desenvolvido no capítulo 3 dessa dissertação.

### **1.3. RELEVÂNCIA**

Para que as empresas atinjam o nível de serviço exigido pelos clientes e tenham sucesso no mercado globalizado, é imprescindível que toda a cadeia de valor atue de forma integrada e em busca dos mesmos objetivos. No mercado de bebidas, onde as entregas são porta a porta, na sua maioria de pequenos volumes e alta frequência, o planejamento logístico deve ser eficiente a fim de não acarretar impactos financeiros ruins e risco à imagem da empresa.

Nesse sentido, selecionar o melhor local para a instalação de um centro de distribuição é importante para atender às expectativas do mercado e aumentar participação nele, na medida em que se consegue posicionamento estratégico para penetrar em novos clientes.

Além da sua importância para o mercado e para as organizações, os resultados deste trabalho devem contribuir para a Academia ao avaliar a eficácia do modelo fuzzy aplicado nesta pesquisa em problemas de localização industrial. A lógica fuzzy é pouco utilizada ainda no Brasil em casos de localização; porém, vem se destacando como um instrumento poderoso de tomada de decisão.

Por último, a relevância do estudo em termos pessoais é, sem dúvida, enorme, já que contribuiu para o meu desenvolvimento, principalmente como pesquisadora. Pude me aprofundar no tema e aplicar a metodologia proposta, alcançando os resultados esperados e aprendendo muito sobre o assunto pesquisado.

#### **1.4. CONTRIBUIÇÃO TEÓRICA E PRÁTICA**

A presente investigação visa contribuir para o conhecimento prático sobre decisão locacional através da utilização de método fuzzy. Apresenta uma contribuição metodológica aos estudos de localização na medida em que propõe uma sistematização que viabiliza a análise conjunta de fatores objetivos e subjetivos que influenciam no problema locacional.

Esta contribuição ao conhecimento prático é bem vinda em um momento em que os países em desenvolvimento têm sido alvo de implantação de novas fábricas e centros de distribuição. Sem dúvida, escolher melhor local para suas instalações torna as empresas mais competitivas, mais capazes de atender o mercado e superar suas expectativas.

#### **1.5. DELIMITAÇÕES**

A pesquisa em questão visa levantar os fatores considerados nas decisões de localização por parte do setor industrial, ou seja, o que as empresas levam em consideração quando buscam um local para instalar suas unidades, com vistas a utilização destas informações para uso do Modelo de Gin-Shuh Liang e Mao-Jiun J. Wang de seleção locacional, conforma já assinalado.

Optou-se por um único setor para viabilizar a análise dos resultados e conclusões. O setor escolhido foi o setor de bebidas e a aplicação está situada na Rio de Janeiro Refrescos, franquia da Coca-Cola no Rio de Janeiro e Espírito Santo. O estudo de localização limita-se ao estado do Rio de Janeiro.

## **1.6. METODOLOGIA**

Segundo DEMO (1992), metodologia é o estudo dos caminhos, dos instrumentos usados para se fazer ciência. Ela está a serviço da pesquisa, que é o processo formal e sistêmico de desenvolvimento do método científico. O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos.

A metodologia da pesquisa pode ser classificada de acordo com o objetivo desejado pelo pesquisador. Estudos exploratórios são aqueles realizados quando não se tem informação sobre determinado tema e se deseja conhecer o fenômeno. Os estudos descritivos são aqueles aplicados quando queremos descrever as características de um fenômeno. Já os estudos explicativos são usados quando se pretende analisar as conseqüências de um fenômeno.

De fato, este estudo foi caracterizado como descritivo, pois se procura descrever a realidade como ela é, sem se preocupar em modificá-la, e se usa técnicas padronizadas de coletas de dados. Destaca-se ainda a característica exploratória do presente trabalho ao definirmos objetivos e buscarmos maiores informações sobre o assunto em questão.

Quanto à natureza das variáveis pesquisadas, foi seguida a forma metodológica qualitativa, uma vez que se desenvolveu o estudo em ambiente natural, com dados descritivos dentro de uma realidade contextualizada. Na pesquisa qualitativa, há uma ausência de hipóteses rígidas, o que possibilita maior flexibilidade para formular ou reformular hipóteses à medida que se realiza a pesquisa.

Para analisar os fatores que contribuíram para a decisão de localização, adotou-se a metodologia de investigação através do estudo de caso. Um estudo de caso consiste em buscar solucionar o problema abordado aplicando os métodos na vida real. Foi necessário descrever e entender toda a parte bibliográfica e depois estudar o caso de uma situação real, aplicando-se os conhecimentos teóricos. Neste caso, que foi singular, foi estudada especificamente uma empresa: a Rio de Janeiro Refrescos, localizada na cidade do Rio de Janeiro.

### **1.6.1. Amostra, Instrumento de Coleta de Dados e Trabalho em Campo**

O tema deste trabalho é a decisão de localização industrial contextualizada no setor de bebidas brasileiro. Na revisão de literatura, recorreu-se às fontes de dados secundários (teses defendidas, artigos, sites na Internet, livros, publicações especializadas, etc) a fim de se construir o arcabouço de conhecimentos sobre modelos de localização, fatores locacionais e assuntos afins, tais como lógica fuzzy, competitividade, etc.



O setor de bebidas brasileiro, atualmente, tem como principais desafios atender com excelência seus clientes no que tange a um nível de serviço adequado, em linha com as exigências e expectativas do mercado. Isto quer dizer que as empresas buscam disponibilizar os produtos que os clientes querem, no momento que ele deseja e com qualidade impecável. Para isso, têm que dispor de forte integração entre as áreas ao longo da cadeia logística. Vale ressaltar que, com o crescente incremento do mix de produtos nessa indústria, os desafios logísticos tornam-se ainda maiores.

Sem dúvida, a decisão de escolher o melhor local para um centro de distribuição é de extrema importância para o pleno funcionamento da cadeia. Assim, o primeiro objetivo do presente estudo é conhecer os critérios de seleção do melhor local para a instalação de um CD e a importância de cada um deles. Para tal, como já foi explicitado, optou-se por utilizar os métodos de lógica fuzzy segundo o modelo desenvolvido por Gin-Shuh Liang e Mao-Jin J. Wang.

Para alcançar o objetivo dessa pesquisa, foi utilizada a seguinte metodologia no levantamento dos dados primários: definição do universo amostral, desenvolvimento do instrumento de coleta de dados, levantamento das informações necessárias em trabalhos de campo, alimentação do modelo proposto com as informações levantadas, aplicação do modelo e, por fim, descrição e análise dos resultados.

Como parte da metodologia para alcançar o objetivo desse trabalho, as seguintes perguntas foram formuladas:

- Quais os fatores locacionais relevantes para o setor de bebidas brasileiro no que se refere à decisão de localização de um centro de distribuição?

- Qual a importância de cada fator relevante no processo decisório, ou seja, qual o peso de cada um deles?
- O modelo de Gin-Shuh e Mao-Jin J. Wang é um instrumento eficiente para escolha de localização ótima de um projeto de investimento industrial no setor de bebidas?

O universo amostral são todas as alternativas de localização apontadas pelos executivos da Rio de Janeiro Refrescos selecionados para participar da pesquisa. As alternativas levantadas foram: Nilópolis, São Cristóvão, Duque de Caxias e Niterói.

Para a obtenção de dados, optou-se pela amostra não probalística intencional, constituída de quatro colaboradores, todos aptos a fornecer informações pertinentes ao estudo. Foram envolvidos: o Gerente de Projetos Logísticos, o Gerente de Movimentação e Armazenagem da Fábrica de Jacarepaguá, o Supervisor de Operações de Logística para Supermercados e o Supervisor de Operações de Logística do Armazém de Jacarepaguá. Cabe dizer que se utilizou também para a coleta de dados, junto a empresa, o manuseio de documentos e arquivos internos.

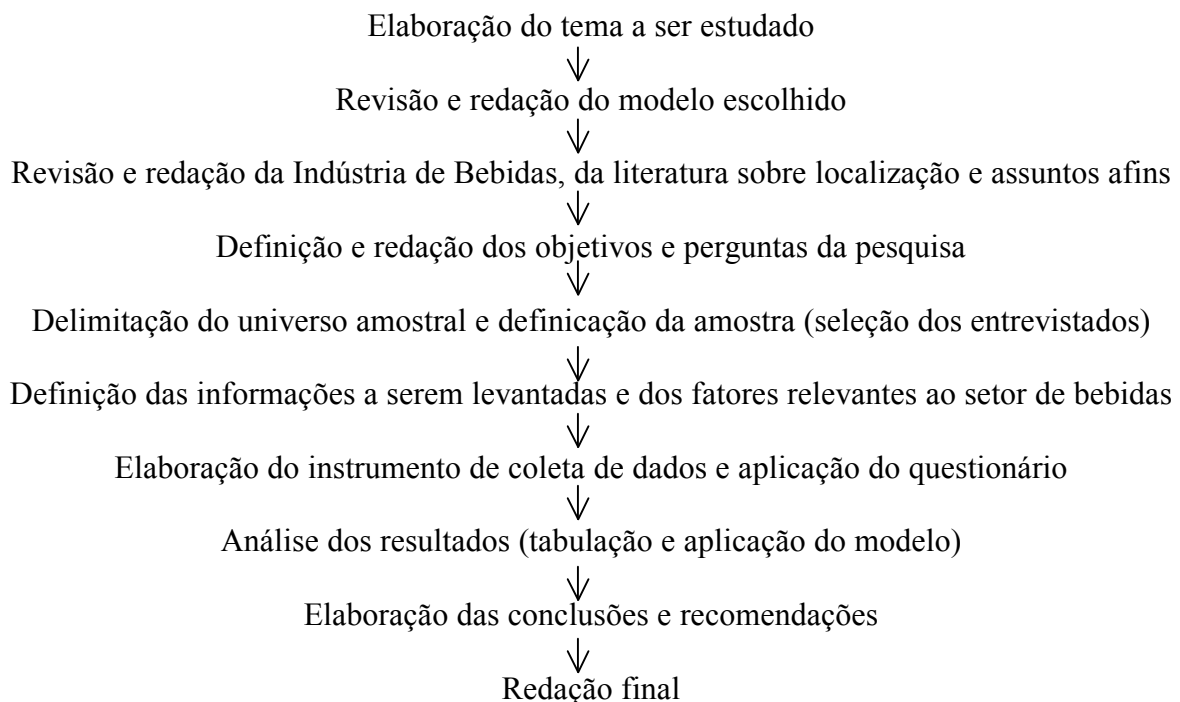
Os trabalhos de campo consistiram em duas partes. Na primeira, utilizou-se a entrevista semi-estruturada na presença do investigador. Nela, com a presença dos quatro executivos, buscou-se levantar, com base no conhecimento e experiência dos mesmos, as possíveis alternativas de localização do centro de distribuição, já destacadas anteriormente. Na segunda, foram definidos os fatores críticos para localizar o CD e a importância de cada fator, ponderando entre si o grau de relevância de cada um para o estudo, segundo a

percepção dos executivos. Essa etapa foi guiada por um questionário, cuja cópia pode ser observada no anexo.

O instrumento de coleta de dados foi constituído de três partes. Na primeira parte do questionário, os avaliadores levantaram quais seriam os fatores relevantes na tomada de decisão de localização do CD. Na segunda parte, eles avaliaram qual seria a criticidade desses fatores para o processo decisório, atribuindo pesos aos critérios através de variáveis lingüísticas. Por fim, os executivos ponderaram a adequação das alternativas de local de acordo com cada critério subjetivo, atribuindo também algumas variáveis lingüísticas.

### 1.6.2. Etapas do Estudo

As etapas do estudo foram desenvolvidas conforme o fluxograma de atividades abaixo:



## **1.7. ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA**

A organização do trabalho prevê sete capítulos, a saber:

No capítulo 1, a Introdução, são apresentados o problema, os objetivos, a relevância, a contribuição prática e teórica, além das delimitações para o estudo aqui proposto. Em seguida, são expostas a metodologia e organização da pesquisa.

O capítulo 2 consiste na Revisão da Literatura, onde se espera abordar o conteúdo do levantamento da bibliografia pertinente aos assuntos pesquisados no presente estudo, como novos parâmetros de competitividade, lógica fuzzy e localização industrial.

No capítulo 3, são apresentadas considerações sucintas sobre o método e sua implementação, tomando como estudo de caso a Rio de Janeiro Refrescos, além de trazer dados históricos e atuais sobre o desenvolvimento espacial da indústria brasileira e sobre a indústria de bebidas no Brasil e no mundo de hoje. Apresentamos a decisão da contextualização da presente pesquisa na indústria de bebidas.

No capítulo 4, conclusões e recomendações são traçadas sobre os resultados obtidos bem como sugestões para futuros aprofundamentos.

O capítulo 5 consiste na lista de todas as fontes bibliográficas consultadas para a elaboração da tese e será anexado o instrumento de coleta de dados utilizado na pesquisa.

No capítulo 6, Anexos, estão o questionário da pesquisa aplicada junto aos executivos e os quatro questionários preenchidos.

## Capítulo 2

### **REVISÃO DE LITERATURA**

#### **2.1. NOVOS PARÂMETROS DE COMPETITIVIDADE INDUSTRIAL**

Conforme defende PORTER (1990) na sua teoria sobre vantagem competitiva, a competitividade de uma nação ou de uma indústria vai além dos elementos básicos como custos, qualidade e diferenciação do produto. Sua teoria procura descrever como o ambiente de uma empresa contribui para o sucesso da organização a longo prazo. Daí, a importância da configuração da rede logística, principalmente a localização geográfica.

Podemos dizer que, hoje, ser competitivo é dispor o produto ou serviço certo, no lugar certo, no tempo certo e nas condições desejadas, ao mesmo tempo em que se obtém o maior lucro possível. E é essa a missão da logística: fornecer aos clientes os produtos e serviços de acordo com suas necessidades e exigências da maneira mais eficiente possível.

De fato, as empresas dedicam muito tempo procurando formas de ter sucesso no mercado competitivo de hoje. Quando ela reconhece que a logística afeta uma parte significativa dos custos e que o resultado das decisões tomadas sobre a cadeia de suprimentos leva a diferentes níveis de serviços ao cliente, consegue usá-la de maneira eficaz para penetrar em novos mercados, ampliar a sua participação e elevar os lucros. Sem

dúvida, a logística adiciona valor para o cliente, que deseja cada vez mais respostas rápidas e personalizadas.

Segundo BALLOU (2001), uma estratégia logística pró-ativa começa trabalhando com os objetivos traçados e requisitos desejados de serviço aos clientes. São as estratégias de ataque para enfrentar a concorrência. Cada parte do sistema logístico deve ser planejada e balanceada com todas as outras em um processo integrado. Vale ressaltar que a estratégia de localização de instalações, assim como a criação de centros de distribuição e outras plantas, é elemento fundamental do planejamento logístico.

### **2.1.1. Centralização e Descentralização de Estoques**

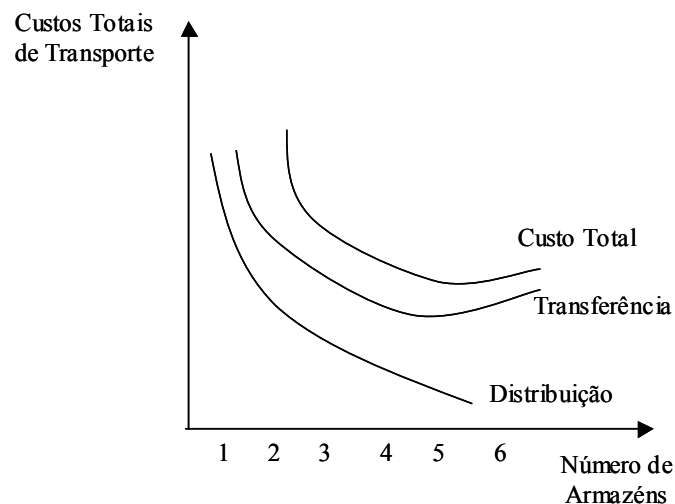
Vivemos, hoje, a Era dos Serviços, em que o mercado está cada vez mais exigente quanto ao nível de atendimento. Definir a política de atendimento mais adequada para atender os clientes constitui um dos fatores críticos para o sucesso de uma empresa, sendo também vantagem competitiva no longo prazo. Deve-se, então, escolher uma política que minimize os custos logísticos – custos de armazenagem e transporte (transferência e distribuição).

A empresa pode adotar dois tipos de políticas. Uma consiste em resposta rápida, caracterizada por estoques mais centralizados, uso intensivo de transporte expresso e pequena dependência de previsões de vendas. A outra é de antecipação da demanda,

caracterizada pela descentralização de estoques, localizados próximos aos clientes potenciais, e pelo uso intensivo de carregamentos consolidados.

Em análise feita por WANKE (2001), compara-se os custos logísticos com a quantidade de armazéns. Se os pedidos são pequenos ou fracionados num determinado mercado, a abertura de uma instalação naquela região é justificada. Na figura 1, vemos a relação entre o custo total de transporte (transferência e distribuição) e abertura de um novo armazém. À medida que novos armazéns são abertos, o custo total cai. Isso porque, com relação a transferências, passa-se a ter carregamentos consolidados até o armazém e, com relação à distribuição, os pequenos carregamentos são enviados por curtas distâncias até o cliente. No entanto, se o número de armazéns aumenta muito, o custo total de transporte volta a crescer, já que o volume que é consolidado no processo de transferência tende a diminuir devido à pulverização dos carregamentos.

Figura 1 – Custo total de transporte em função do número de armazéns

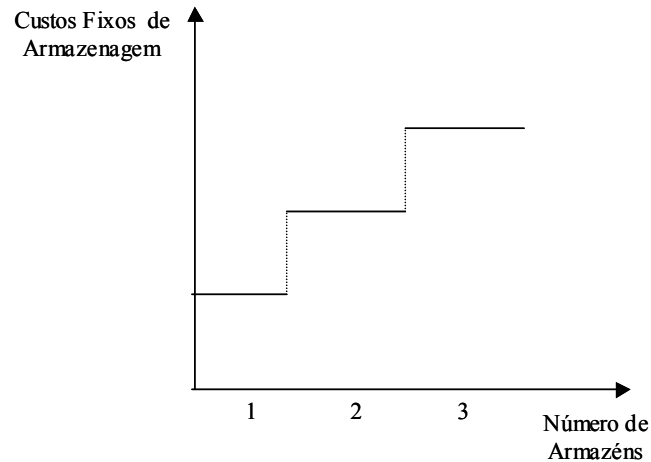


Fonte: WANKE, 2001.

Já os custos de armazenagem são influenciados por três componentes:

- custos de manuseio: quanto maior o fluxo de produtos, maiores os custos de mão-de-obra e equipamentos;
- custos fixos: não variam com o fluxo de produtos, podendo sua variação ser representada pela figura 2, ou seja, tendo variação de acordo com o tamanho dos armazéns ou com a abertura deles;

Figura 2 – Custos fixos de armazenagem em função do número de armazéns



Fonte: WANKE, 2001.

- custo de manutenção de estoques: são proporcionais aos níveis de estoque em cada armazém

Temos, hoje, como tendência a vontade dos clientes terem ressuprimentos mais freqüentes de menores quantidades, ou seja, formação de menores níveis de estoque no cliente. Isso poderia ser garantido com mais facilidade se tivéssemos a abertura de diversos



armazéns nas proximidades do mercado. Porém, isso geraria impactos significativos no estoque em trânsito e no estoque de segurança. De fato, quanto maior o número de armazéns, menor o tempo que os produtos ficam em trânsito para atender o cliente, ou seja, menores os níveis de estoque em trânsito. Por outro lado, há um aumento da incerteza na operação com relação aos estoques de segurança, já que a demanda de diferentes áreas geográficas fica desagregada.

No caso do setor de bebidas, opera-se com produtos de baixo valor agregado e risco moderado de perda de produtos por vencimento. Além disso, não há um perfil de demanda estável, sendo esta sazonal e muito influenciada pelo fator climático e por datas comemorativas. Tal setor assume uma política de antecipação da demanda, sendo o estoque de produtos acabados descentralizado. O transporte da fábrica para os centros de distribuição e entre os centros é feito através de carregamentos consolidados em carretas ou trucks, cujo envio depende das previsões de vendas feitas para cada elo. O transporte para os clientes, tanto da fábrica quanto do centro de distribuição, é feito com caminhões de porta (6, 8 ou 10 baias), com entrega para o dia seguinte ao dia de coleta do pedido. Quando o cliente trata-se de um supermercado, geralmente a entrega é feita em carretas ou trucks.

Assim, podemos dizer que os fatores que contribuem para a descentralização dos estoques são:

- Baixo valor agregado
- Baixo grau de obsolescência
- Falta de acesso à informação em tempo real

- Alta previsibilidade da demanda
- Alto giro
- Flexibilidade no processo de fabricação
- Alta margem de contribuição

O posicionamento logístico é aquele que apóia a execução e operacionalização de uma determinada política de atendimento ao cliente, buscando minimizar os custos logísticos para o alcance do nível de serviço desejado. Tal posicionamento abrange decisões de dimensionamento da rede de instalações, localização dos estoques na rede e definição da política de transporte.

### **2.1.2. Características dos Centros de Distribuição**

Atender de maneira econômica os mercados distantes das fontes de produção e ao mesmo tempo oferecer níveis de serviço cada vez mais altos em termos de disponibilidade de estoque, entrega eficiente e tempo de atendimento adequado é um dos desafios logísticos dos dias de hoje. Nesse contexto, surge como necessidade investimentos em centros de distribuição em áreas estratégicas para o negócio.

Para LAMBERT e STOCK (1992), os centros de distribuição, em geral, são responsáveis pela armazenagem e movimentação dos produtos entre os pontos de origem e

consumo. Ter uma estratégia bem definida para o CD é muito importante, visto que a busca pela redução de custos almejando resultados financeiros mais favoráveis é incessante. Nos centros de distribuição que surgiram como uma evolução dos depósitos tradicionais, a ênfase se dá no fluxo dos produtos, em contraste com os depósitos convencionais, que servem como unidades fixas, nas quais a estocagem predomina, sem preocupação com administração interna ou ganhos de produtividade a partir da agregação de valor e circulação constante das mercadorias.

Podemos dizer que, na indústria de refrigerantes, a fase de movimentação de produtos em um CD divide-se em quatro etapas: recebimento, transferência, seleção e envio.

A fase de recebimento consiste no descarregamento dos produtos, a conferência de avarias – que podem ter sido geradas no trajeto ou já enviadas no envio da origem – ou de diferenças entre as quantidades demandadas e recebidas e a entrada do material no sistema de controle de estoque. O processo de transferência inclui o movimento do produto para as áreas de armazenagem e de picking, que é a área aonde ficam lotes menores dos materiais para seleção de pequenas quantidade para a expedição. A etapa de seleção envolve atividades de picking, em que são formados os pallets mistos (pallets com produtos variados), e o envio é caracterizado pelo check das ordens de expedição, carregamento dos veículos com as devidas cargas (pallets fechados ou mistos) e ajustes no sistema de controle de estoque.

BALLOU (1993) classifica os serviços prestados por um centro de distribuição em quatro categorias:

- Abrigo do produto, caracterizado principalmente pela atividade de armazenagem;
- Consolidação, que envolve o uso do CD como ponto de concentração de bens;
- Transferência, caracterizada pela distribuição de pequenos lotes para clientes, e transbordo, em que o depósito serve como ponto de troca modal;
- Agrupamento, que significa produzir itens em diversas plantas industriais e usar o armazém para agrupá-los

LACERDA (2000) aponta como as novas funções incorporadas aos centros de distribuição alguns conceitos: cross docking, transit point e merge in transit. Entende-se por cross docking a operação com cargas fracionadas em que os pedidos de vários fornecedores são agrupados e, em seguida, expedidos em cargas cheias. Como transit point ou ponto de apoio, o CD é visto como uma instalação de passagem, próxima ao mercado consumidor, onde os carregamentos consolidados são fracionados e distribuídos aos clientes. Já o merge in transit é uma extensão dos conceitos do cross docking associado ao sistema Just in Time. As partes são produzidas em diferentes plantas industriais e são consolidadas no centro de distribuição próximo ao mercado consumidor, no momento de sua necessidade.

## 2.2. CONSIDERAÇÕES SOBRE LÓGICA FUZZY

Foi o filósofo grego Aristóteles, motivado pelo trabalho de Pitágoras, o primeiro estudioso a começar a estruturar o processo do pensamento através da sistematização do raciocínio lógico. Mais tarde, George Boole estruturou a lógica matemática, demonstrando que a esta pode ser manipulada algebricamente e que os resultados das operações lógicas podem ser obtidos através do uso de técnicas matemáticas. As idéias de Boole, baseadas na aritmética binária, sem dúvida, foram um grande marco na ciência da computação, auxiliando a implantação do processo de raciocínio na máquina.

Em meados da década de 60, Lotfi A. Zadeh da Universidade da Califórnia notou que os recursos tecnológicos disponíveis não eram capazes de automatizar as atividades relacionadas a situações ambíguas, que não podiam ser processadas através da lógica computacional baseada na lógica booleana. A matemática clássica não dava conta da modelagem das imperfeições do conhecimento. Dessa forma, em 1965, Zadeh publicou um artigo sobre Conjuntos Fuzzy, dando início a uma série de estudos sobre aplicações dos sistemas fuzzy.

Com o sucesso do desenvolvimento das aplicações dos conceitos de sistemas Fuzzy, foi criado, em 1984, a Associação Internacional de Sistemas Fuzzy (International Fuzzy System Association – IFSA). Tal entidade foi a primeira organização acadêmica de lógica fuzzy e era formada pelos pesquisadores dos países mais avançados tecnologicamente. Vale ressaltar que o interesse em sistemas fuzzy foi destacado principalmente no Japão, que desenvolveu tanto aplicações industriais como aplicações para consumo. Os japoneses,

inclusive, criaram em 1988 o Laboratório Internacional de Engenharia Fuzzy (LIFE), uma cooperativa de empresas para pesquisa em sistemas fuzzy.

É interessante notar que os controles precisos de engenharia começaram a dar espaço para outros vagos baseados em lógica fuzzy. Isso porque se foi percebendo as limitações de tal precisão. Zadeh referiu-se a sua idéia como o princípio da incompatibilidade em seu artigo escrito em 1973. Esse princípio diz que, como a complexidade de um sistema excede um certo limite, a descrição precisa do comportamento de um sistema torna-se impossível. Talvez o princípio da incompatibilidade seja, de fato, a origem da lógica fuzzy.

### **2.2.1. Teoria Fuzzy**

A Lógica Fuzzy é uma teoria matemática que leva em consideração o aspecto de incerteza, nebulosidade. Por exemplo, uma pessoa velha e alta temperatura podem ser chamadas de nebulosidades.

Até há pouco tempo, a probabilidade era a única incerteza com que os matemáticos trabalhavam. Tal incerteza dos fenômenos era simbolizada pelo conceito de aleatoriedade. A nebulosidade é um tipo de incerteza diferente da aleatoriedade. Isso porque as questões nebulosas não são esclarecidas com a passagem do tempo, a ambigüidade permanece no sentido das palavras (a incerteza dos julgamentos subjetivos das pessoas).

A teoria dos conjuntos fuzzy é uma teoria na qual tudo é objeto de gradação, tudo tem elasticidade. A transição entre pertencer ou não a um conjunto é gradual e não abrupta. Enquanto os limites dos conjuntos clássicos são bem definidos (lógica crisp), os dos conjuntos fuzzy apresentam nebulosidade, ou seja, tenta-se aproximar as imprecisões do modo de raciocínio humano.

Segundo COSENZA (2001), as três principais características da teoria fuzzy são:

- Uso de variáveis lingüísticas no lugar ou em adição a variáveis numéricas
- Caracterização das relações simples entre variáveis por expressões condicionais
- Caracterização das relações complexas por algoritmos fuzzy

#### a) Fundamentos dos Conjuntos Fuzzy

Na teoria clássica dos conjuntos, o conceito de pertinência de um elemento a um conjunto fica bem definido. Os elementos pertencem ou não àquele conjunto, podendo ser expresso como:

$$f_A(x) = \begin{cases} 1, & \text{se e somente se } x \in A \\ 0, & \text{se e somente se } x \notin A \end{cases}$$

No entanto, se há nebulosidade nas fronteiras do conjunto, não podendo limitá-lo dentro de um conjunto crisp, a função de pertinência é definida como:

$$\mu_A = X \rightarrow [0,1]$$

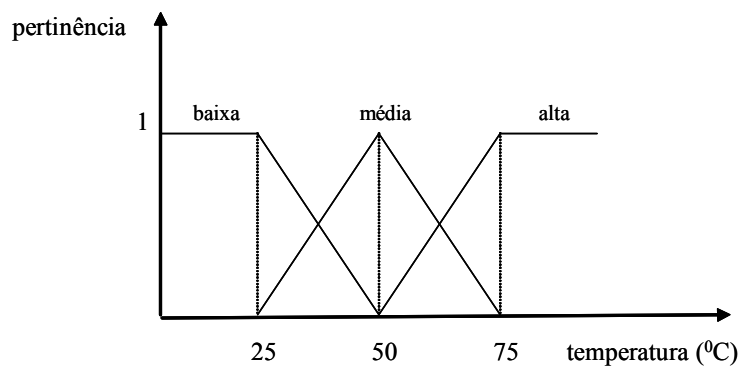
$\mu_A$  indica o quanto  $x$  é compatível com o conjunto  $A$ . Um elemento pode pertencer a mais de um conjunto fuzzy, com diferentes graus de pertinência.

As funções de pertinência podem ser definidas a partir da experiência e da perspectiva do usuário, mas é comum usar funções de pertinência padrão, como as de forma triangular, trapezoidal e Gaussiana.

#### b) Variáveis Lingüísticas

As variáveis lingüísticas são variáveis cujos valores são nomes de conjuntos fuzzy. Elas têm como função principal fornecer de maneira sistemática uma caracterização aproximada dos fenômenos complexos ou mal definidos, que não podem ser analisados através dos termos matemáticos convencionais.

Figura 3 – Funções de pertinência para a variável temperatura





No caso da variável lingüística temperatura, por exemplo, podemos ter os valores baixa, média e alta, cujas funções de pertinência podem ser representadas na figura 3.

Assim, os valores de uma variável lingüística podem ser sentenças construídas a partir de termos primários (alto, baixo, pequeno, médio, grande, zero, etc), de conectivos lógicos (não, e, ou, etc), de modificadores (muito, pouco, levemente, extremamente, etc) e de delimitadores.

### c) Números Fuzzy

Em um universo  $X$ , temos o subconjunto fuzzy  $A$ , cuja função de pertinência  $f_a(x)$  pode ser exemplificada por  $f_a(x) = (1+(x-5)^2)^{-1}$ .

Sendo  $B$  um subconjunto fuzzy dos números reais, considere as características da sua função de pertinência:

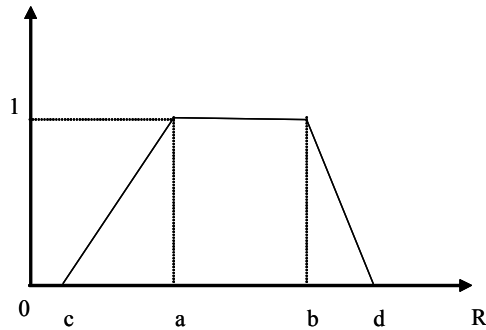
- (1)  $f_B(x) = 0$  para todo  $x \in (-\infty, \alpha] \cup [\delta, \infty)$
- (2)  $f_B$  é crescente em  $[\alpha, \beta]$  e decrescente em  $[\gamma, \delta]$
- (3)  $f_B(x) = 1$  para todo  $x \in [\beta, \gamma]$
- (4) Eventualmente,  $\alpha = -\infty$  ou  $\alpha = \beta$  ou  $\beta = \gamma$  ou  $\gamma = \infty$ . Podemos considerar números

fuzzy trapezoidais, por exemplo, o caso de  $f_B(x)$  em  $[\alpha, \beta]$  e  $[\gamma, \delta]$ . Um número fuzzy  $A$  em  $\mathbb{R}$  é um número fuzzy trapezoidal se sua função pertinência  $f_A: \mathbb{R} \rightarrow [0,1]$  for:

$$f_A(x) = \begin{cases} (x-c)/(a-c) & , c \leq x \leq a \\ 1 & , a \leq x \leq b \\ (x-d)/(b-d) & , b \leq x \leq d \\ 0 & , \text{para os demais} \end{cases}$$

sendo  $c \leq a \leq b \leq d$ .

Figura 4 - Função de pertinência de um número fuzzy trapezoidal  $A = (c, a, b, d)$



O número fuzzy trapezoidal pode ser representado por  $(c, a, b, d)$ , conforme a figura

4. Com essa notação e pelo princípio de extensão proposto por Zadeh as expressões algébricas extendidas nos conceitos de números fuzzy podem ser expressas por:

i. Mudança de sinal:

$$-(c, a, b, d) = (-d, -b, -a, -c)$$

ii. Adição:

$$(c_1, a_1, b_1, d_1) + (c_2, a_2, b_2, d_2) = (c_1 + c_2, a_1 + a_2, b_1 + b_2, d_1 + d_2)$$

iii. Subtração

$$(c_1, a_1, b_1, d_1) - (c_2, a_2, b_2, d_2) = (c_1 - c_2, a_1 - a_2, b_1 - b_2, d_1 - d_2)$$

iv. Multiplicação:

$$k \times (c, a, b, d) = (kc, ka, kb, kd)$$

$$(c_1, a_1, b_1, d_1) \times (c_2, a_2, b_2, d_2) = (c_1c_2, a_1a_2, b_1b_2, d_1d_2)$$

Se  $c_1 \geq 0$  e  $c_2 > 0$

v. Divisão:

$$(c_1, a_1, b_1, d_1) / (c_2, a_2, b_2, d_2) = (c_1/d_2, a_1/b_2, b_1/a_2, d_1/c_2)$$

Se  $c_1 \geq 0$  e  $c_2 > 0$

### **2.3. LOCALIZAÇÃO INDUSTRIAL**

Localizar instalações industriais é um problema de suma importância para a cadeia logística, pois envolve altos investimentos e profundos impactos sobre os custos logísticos. A escolha equivocada das instalações acarreta desperdícios e custos que podem inviabilizar toda a operação.

Além disso, estudos sobre o assunto têm como características o intenso uso de dados e um alto nível de complexidade. Isso porque é necessário lidar com um conjunto grande de variáveis de decisão que se influenciam – não podem ser tratadas como economicamente independentes – e o número de possíveis alternativas a serem analisadas e comparadas é muito alto. É muito presente a necessidade de analisar os trade-offs entre as decisões relacionadas ao transporte, ao posicionamento do estoque na rede logística e ao número e localização das instalações.

Apesar de toda a dificuldade de se estruturar o problema de localização e trabalhar com as variáveis, a motivação do estudo é enorme, pois abrange a busca por maior competitividade, pelo aumento da eficiência da operação e pelo aumento do nível de serviço oferecido.

Segundo ANDRADE (2004), uma decisão de localização industrial pode ser classificada como uma decisão de nível estratégico alto dentro da empresa e alto grau de complexidade na estrutura.

O nível estratégico leva em consideração a importância e abrangência da decisão em relação à organização. Quanto mais as atividades e os resultados de uma organização forem afetados pela decisão, mais estratégica ela será. Já o grau de estrutura está relacionado à possibilidade de uma decisão ser acompanhada em seu processo de preparação ou conclusão, ou mesmo ser reproduzida, por outras pessoas com resultado idêntico.

A figura 5 ilustra a classificação da decisão de localização de uma nova instalação industrial, por exemplo. Esta aparece como nível estratégico e grau de estrutura altos.

Figura 5 - Classificação das decisões

Grau de Estrutura ↑	Alto	Administração de estoques	Programação da produção	Localização de uma nova fábrica
	Médio	Financiamento de capital de giro	Programação orçamentária	Diversificação por aquisição de empresa
	Baixo	Escolha de capa de revista	Contratação de um diretor	Programa de Pesquisa e desenvolvimento
		Operacional	Gerencial	Corporativo
				Nível Estratégico →

Fonte: ANDRADE, 2004.

De fato, podemos dizer que a decisão de localização é de nível estratégico, mas, ao mesmo tempo, podemos citar algumas atividades nesse processo decisório que passam pelo nível tático e operacional. São os casos, respectivamente, da definição de alocação dos clientes aos centros de distribuição e a elaboração de planos de contingência para realocar clientes se houver imprevistos com a linha de produção, por exemplo.

Os problemas de localização de centros de distribuição podem ser classificados através da utilização das diferentes abordagens empregadas na obtenção de soluções. BALLOU (2001) destaca cinco critérios:

### 1. Por força direcionadora

A localização das instalações é determinada por um fator de maior criticidade. Para a localização de instalações industriais, os fatores econômicos são geralmente dominantes. Nas questões relativas ao varejo, por exemplo, o rendimento gerado usualmente é o fator determinante.

### 2. Por número de instalações

Existe grande diferença entre os problemas de localização de uma única instalação ou de instalações múltiplas. A localização de mais de um centro de distribuição implica na necessidade de consideração das forças competitivas de demanda entre os centros, dos efeitos de estoque e dos custos das instalações.

### 3. Por escolhas discretas

Estes métodos definem a localização da instalação a partir de um número pré-determinado de possibilidades, ao contrário dos métodos contínuos, que exploram cada possibilidade na busca da melhor opção.

### 4. Por grau de agregação de dados

Quanto maior o grau de agregação dos dados utilizados na avaliação dos problemas de localização, menor a acurácia das soluções, que podem indicar como resposta desde um ponto específico até toda uma região.

## 5. Por horizonte de tempo

Nesses casos, os métodos estáticos selecionam localizações baseados em dados de um único período de tempo. Entretanto, podem cobrir um período maior de uma só vez, especialmente se as instalações representam um investimento fixo e os custos de movimentação de um local para outro são altos. Os métodos que manuseiam planos de localização para multiperíodos são chamados de dinâmicos.

De maneira mais ampla, a questão da localização industrial envolve aspectos espaciais e temporais. Os aspectos espaciais referem-se à localização em si e os temporais referem-se à manutenção da disponibilidade de produto para atender o nível de serviço desejado. Tal disponibilidade depende da resposta rápida às ordens de produção ou compras criadas e da alocação do estoque próximo ao cliente.

Cabe ressaltar que, no passado, era comum as empresas só localizarem suas instalações próximas aos clientes a fim de oferecer níveis de serviço adequados. Isso gerava estoques pulverizados para compensar deficiências no transporte e processamento de pedidos. Essa tendência vem sendo desmistificada hoje, porque o salto qualitativo que temos nos serviços de transporte – garantindo maior acurácia das previsões e confiança nos horários de entrega - e a melhoria nos processos de informações nos permitem tomar as decisões de localização considerando também outras variáveis.

### 2.3.1. Fatores Locacionais

Entende-se por fator locacional todo e qualquer elemento que as indústrias demandem de forma quantitativa ou qualitativa e que tenham disponibilidade e distribuição não-homogênea na região em estudo. De fato, os fatores locacionais são aqueles que influenciam na seleção de localizações industriais, podendo ser de natureza econômica ou não.

Para WEBER (1957), fator locacional é definido como uma economia de custo que a empresa pode obter ao escolher a localização. Ele divide os fatores em: específicos, economias de custo - que podem ser auferidas por um número reduzido de indústrias - e gerais. Os fatores gerais, economias de custo que podem ser auferidas por qualquer tipo de indústria, são ainda classificados quanto à escala geográfica que atuam:

- Fatores gerais regionais: são aqueles que podem influenciar a escolha locacional entre regiões
- Fatores gerais aglomerativos e desaglomerativos: são aqueles que provocam a concentração ou dispersão da indústria em uma região

ISARD (1956), estudioso clássico assim como Weber, classifica os fatores econômicos em: custos de transportes, custos de operação e custos relativos à magnitude



das atividades de negócios em certa região. Estes últimos estão relacionados aos efeitos das economias de aglomeração e desaglomeração.

Já LIANG e WANG (1991), ao escreverem o método fuzzy de tomada de decisão multi-critério para seleção locacional, classificaram os fatores em críticos, objetivos e subjetivos. Os fatores críticos são aqueles cuja ausência ou presença desclassifica a alternativa de localização sem nem mesmo considerar outras condições que possam existir. Os fatores objetivos são aqueles quantitativos, que podem ser descritos em termos monetários. Já os qualitativos são aqueles qualitativos, que não podem ser escritos em termos monetários. Estes deverão ser mensurados através de variáveis lingüísticas e, através da aplicação do modelo, convertidos em índices a fim de possibilitar a comparação entre todos os fatores, sendo eles qualitativos ou não.

De acordo com CLEMENTE (2002), a importância dada aos fatores varia com a abrangência do estudo de localização. Em escala regional, ganham maior importância aspectos como acesso aos mercados e custos de transportes, suprimentos e mão-de-obra. Pode-se dizer que tais estudos restringem-se ao setor industrial, pois é o único capaz de escolher a localização nessa escala. Por outro lado, em escala urbana – usada pela maior parte do comércio, dos serviços e das pequenas indústrias -, destacam-se aspectos como regulamentação sobre o uso do solo, aluguel da terra, vias de acesso e tempo de deslocamento e os planos diretores das cidades.

Segundo BALLOU (2001), a localização das instalações é determinada freqüentemente por um fator que é mais crítico que os outros. Em problemas de localização de armazéns, os fatores econômicos geralmente são dominantes. Na localização do varejo,

o rendimento gerado é na maioria das vezes o fator determinante, enquanto que, no caso de uma prestadora de serviço, a acessibilidade ao local pode ser o fator preliminar da localização.

Para COSENZA (1979), entre os fatores considerados críticos nas questões de localização industrial, destacam-se:

- elementos relacionados aos ciclo produtivo
- elementos relacionados a transporte
- serviços de interesse industrial
- comunicação
- integração industrial
- disponibilidade de mão-de-obra
- energia elétrica (fornecimento regular)
- água (disponibilidade e fornecimento regular)
- saneamento básico
- condições climáticas
- características do solo

Conforme KOTLER, HAIDER e REIN (1993), as informações básicas que uma empresa busca saber antes de se instalar em um determinado local são:

- 1) Mercado de mão-de-obra local
- 2) Acesso aos mercados de fornecedores e clientes

- 3) Disponibilidade de locais para desenvolvimento, fábricas e infra-estrutura
- 4) Transporte
- 5) Oportunidades de educação e treinamento
- 6) Qualidade de vida
- 7) Clima comercial
- 8) Acesso a instalações de pesquisa e desenvolvimento
- 9) Disponibilidade de capital
- 10) Impostos e regulamentos

Eles destacam também que há uma tendência de se buscar mais fatores qualitativos que quantitativos.

Um estudo realizado por GERTNER (2000) sobre a decisão de localização industrial em mercados globalizados apresenta como fatores cruciais ou relevantes para a indústria automobilística os seguintes:

- Abastecimento de água

Refere-se à capacidade de abastecimento de água, rede de distribuição industrial e possibilidade de captação em fontes naturais.

- Disponibilidade de formação profissional

Refere-se ao número de escolas profissionalizantes e centros de formação de qualidade.

- Disponibilidade de serviços de instalação e construção

Refere-se à quantidade de serviços de terraplanagem, construção e instalação.

- Disponibilidade de incentivos

Refere-se a prazos de pagamento, volume e disponibilidade de incentivos.

- Disponibilidade de rede de esgotos

A indústria automobilística produz alto volume de descarte, com necessidade de implementação de dispositivos de tratamento.

- Proximidade de mão-de-obra

O setor automobilístico é uma indústria com emprego intensivo de mão-de-obra.

- Qualidade de vida para fixação de mão-de-obra

Refere-se à satisfação da mão-de-obra especializada, bem remunerada, no que diz respeito a escolas, centros de lazer, cultura e shopping centers locais.

- Sistema de transporte marítimo

A indústria automobilística demanda alta e média movimentação de materiais e produtos, com grande peso e volume a grandes distâncias (mercados regionais e internacionais).

- Sistema de transporte rodoviário

Refere-se à qualidade do sistema de transporte rodoviário no que tange conexões modais, vias principal, secundária e vicinal, malha urbana e entroncamento principal e secundário, por exemplo.

- Telecomunicações

Refere-se ao dimensionamento da rede de telefonia e à adequação da área quanto à transmissão.

É interessante verificar como a relevância de cada fator muda dependendo das características do setor.

### **2.3.2. Localização de Centros de Distribuição**

Segundo BOWERSOX (2001), a localização dos centros de distribuição, determinada em função de sua finalidade, é fator fundamental para o sucesso do empreendimento. Assim, os CDs podem ser:

- Orientados para a produção

São estabelecidos próximos à planta industrial, funcionando como concentradores da produção dos fornecedores, pontos de montagem e consolidação de produtos fabricados.

Permitem o envio de cargas de produtos variados a diversos clientes a um custo de transporte de carga consolidada. Sua principal finalidade é facilitar a expedição dos produtos aos clientes.

- Orientados para o mercado

São depósitos localizados próximos aos grandes mercados consumidores, dedicando-se ao ressuprimento do estoque dos clientes e permitindo máxima consolidação de cargas para o transporte de longas distâncias. Servem, também, como locais para a montagem de produtos de diferentes origens e de vários fornecedores. Nas questões relativas ao ressuprimento de estoques, esta modalidade apresenta-se como a alternativa de menor custo.

- Intermediários

São centros híbridos, funcionando entre a área industrial e o mercado consumidor. Semelhantes aos depósitos localizados em atenção à produção, oferecem cargas únicas de uma ampla variedade de produtos a um custo logístico reduzido. Buscam equalizar as vantagens dos centros de distribuição orientados para a produção e orientados para o mercado, priorizando o menor custo.

Entre os principais fatores locacionais relacionados à seleção de centros de distribuição, podemos citar:

- Posicionamento dos fornecedores e clientes, já que a proximidade facilita o transporte, a comunicação e a resolução de problemas;
- Previsão de demanda e características do produto, fatores essenciais para o dimensionamento do armazém e da quantidade de funcionários;
- Disponibilidade e capacidade de veículos. Regiões concentradoras de veículos têm maior apelo para o estabelecimento de centros de distribuição;
- Restrições legais de circulação de veículos. Em determinados locais e horários, não é permitida a circulação de veículos de carga de grande porte;
- Custos de terrenos. Determinadas áreas podem mostrar-se estratégica e operacionalmente perfeitas, no entanto inviáveis economicamente;
- Periculosidade da área, um dos fatores de grande peso e motivador do surgimento e rápido crescimento dos condomínios de carga;
- Infra-estrutura e geografia. Quanto maior a acessibilidade e outras facilidades geográficas e de infra-estrutura, mais atrativa a região;
- Impostos e subsídios fiscais. Incentivos fiscais podem ser determinantes na escolha do local.
- Quantidade de períodos analisados. Diferentes resultados são conseguidos a partir da análise de diferentes períodos. Estratégias de curto, médio ou longo prazos podem indicar decisões divergentes;

- Mão-de-obra disponível. Toda a construção e operação do armazém dependem diretamente da mão-de-obra envolvida, daí a importância da instalação em áreas de grande oferta de trabalhadores;
- Impacto urbano. O centro de distribuição deve ser projetado e instalado de forma a minimizar os impactos urbanos advindos de sua construção e operação.

### **2.3.3. Modelos Clássicos de Localização Industrial**

Podemos considerar como exemplos de modelos clássicos de localização industrial as teorias de Thünen, Weber, Lösch e Isard que serão abordadas a seguir. Todas com abordagem focada na dimensão distância e na importância dos custos de transportes.

Thünen, por muitos considerado o pioneiro da teoria de localização, desenvolveu o estudo aplicado ao uso agrícola da terra, tendo como resultado um modelo de alocação de cultivos segundo a criação de anéis ou cinturões de atividades agrícolas.

Weber definiu conceitos importantes para estudos de localização industrial, principalmente questões relacionadas a fatores de transporte e mão-de-obra.

Na teoria de Lösch, há uma ênfase na ligação entre a política de preços e fatores de ordem geográfica, ressaltando o aspecto da demanda em relação aos locais distintos onde se encontram os diversos clientes.



Por fim, Isard defende que a localização ótima é alcançada pela melhor combinação possível de insumos de transporte com matéria-prima e com produto, considerando os requisitos de insumos de transporte por unidade de produto e tarifas.

### O Modelo de Von Thünen

Muitos estudiosos acreditam que o marco inicial da teoria de localização industrial tenha sido o trabalho do economista alemão Joachim Von Thünen em 1842. Foi o primeiro autor que levou em consideração a dimensão distância na teoria econômica. A sua teoria de localização das atividades agrícolas tem a finalidade de determinar a forma mais lucrativa do uso de um pedaço de terra, a partir de sua distância ao mercado.

O modelo de Thünen define uma série de anéis em uma região agrícola circundando um centro de mercado. Cada anel produz um determinado tipo de safra que fornece a maior remuneração da terra para aquele local. O preço líquido recebido para o produto por um produtor agrícola poderá diminuir com o aumento dos custos de transporte devido ao crescimento da distância até o mercado. Dessa forma, pode-se construir uma escala de hierarquia para o que produzir em cada anel em função da distância até a cidade.

Pode-se resumir o modelo de Thünen como sendo:

$$R = (P - C) - T \cdot D$$

onde:

$P$  = preço conseguido por unidade de produto

$C$  = custo da produção por unidade

$T$  = custo de transporte por unidade de produto na unidade de distância

$D$  = distância ao centro de mercado

$R$  = renda

O custo de produção e o custo de transporte são deduzidos do preço final obtidos no mercado. Considerando o preço de mercado e a região agrícola homogênea e isótropa, assume-se  $P$ ,  $C$  e  $T$  constantes para cada produto. A renda  $R$  passa, então, a ser função da distância  $D$ :

$$R = f(D)$$

Esta função linear tem sua interseção no eixo  $y$  em  $(P - C)$ , que corresponde ao rendimento líquido que seria obtido pelo produtor localizado junto ao mercado. A interseção com o eixo  $x$  em  $((P - C) / T)$  corresponde à distância pela qual o custo de transporte absorveria todo o lucro bruto da produção.

Se não houvesse concorrência para a ocupação do solo, qualquer das culturas ocuparia todo o interior desde o centro de mercado até a distância em que o custo de transporte esgota o lucro bruto da produção. Entretanto, isso não ocorre.

## O Modelo de Weber

Alfred Weber foi um sociólogo alemão que publicou em 1909 uma teoria de localização industrial que se tornou a mais representativa a respeito de custos mínimos. Seu objetivo era provar que o melhor local para se instalar uma fábrica é onde se consegue o custo mínimo.

Esse modelo estabelece o conceito de fator locacional como uma economia de custo que a indústria pode obter ao escolher a localização, podendo ser este classificado como fator específico ou geral. Os fatores gerais são os considerados na elaboração da teoria e podem ser subdivididos entre aglomerativos e desaglomerativos de acordo com a maior ou menor concentração da indústria de uma certa região. Weber identifica os fatores transporte e mão-de-obra e desenvolve análise comparativa dos custos desses dois fatores para obter a localização de mínimo custo.

O custo de transporte é o custo de reunião de insumos materiais e o custo de distribuição do produto. Há, entretanto, alguns insumos materiais presentes em qualquer parte das ubiqüidades, não acarretando custos de transporte. Já outros – as matérias-primas localizadas – estão disponíveis apenas em alguns lugares.

São estabelecidos dois conceitos para analisar custo de transporte: índice material (IM) e peso locacional (PL).

O IM é a razão entre o peso das matérias-primas localizadas e o peso bruto. Logo, IM apresenta valor mínimo igual a zero, quando apenas ubiqüidades são utilizadas. Por

outro lado, apresenta valor maior do que a unidade, quando o peso do produto é menor do que o peso das matérias-primas localizadas devido às perdas do processo industrial.

O PL é a razão entre o peso total a ser transportado em uma figura locacional e o peso do produto. O índice PL elevado indica perdas no processamento e orientação da localização para as fontes de matérias-primas. Já o PL baixo, está associado ao ganho de peso no processamento e, portanto, a localização é orientada para o mercado.

$$PL = IM + 1$$

Com relação ao fator mão-de-obra, dois indicadores são estudados: o índice de custo de mão-de-obra (IC) e o coeficiente de mão-de-obra (CM).

O IC é calculado pela razão entre o custo de mão-de-obra e o peso do produto e, dessa forma, representa o número de unidades monetárias de salários por unidade de peso de produto.

O CM é obtido pela razão entre o custo de mão-de-obra e o PL.

$$CM = IC / PL$$

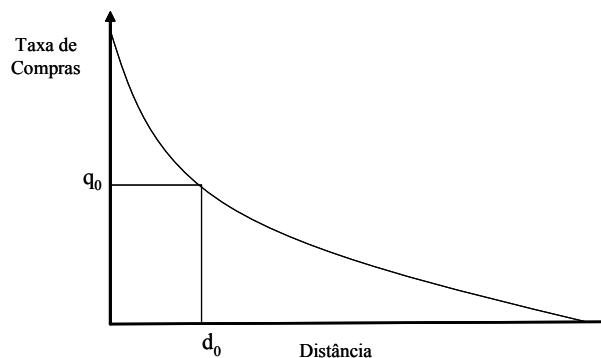
O CM elevado caracteriza a indústria leve, pois as despesas de salários são superiores às despesas com transporte. Essa se orienta pelo fator mão-de-obra. Já o CM baixo caracteriza a indústria pesada, que se orienta pelo fator transporte.

## O Modelo de Lösch

Em 1954, August Lösch criou um modelo de localização industrial incluindo outras variáveis além do custo de transportes. Para ele, ao contrário de Weber, mais importante que o custo mínimo era o lucro máximo. Dessa forma, introduz na análise as variações espaciais de demanda, aplicando princípios da economia de mercado.

Para a determinação espacial da demanda, Lösch assume que as empresas adotam a política de estabelecer o preço do produto em termos FOB (o comprador paga todos os custos de transporte e do seguro), adicionando a este o custo de transporte para formar o preço final. Supõe também que o espaço é constituído de uma planície homogênea e isotrópica, não havendo diferenças de renda ou gostos entre os consumidores. Então, obtém uma curva espacial de demanda decrescente com a distância devido aos acréscimos de custo de transporte, conforme figura 6.

Figura 6 - Curva espacial de demanda



Se for admitido formato linear para a curva de demanda, por exemplo, teremos:

$$Q = a - b \cdot P$$

onde  $Q$  e  $P$  têm os significados usuais. Se, entretanto,  $P$  varia com a distância devido ao custo de transporte, pode-se admitir que essa variação também seja linear tal que:

$$P = P_0 + t \cdot x$$

onde  $P_0$  representa o preço FOB,  $t$  a tarifa de transporte por unidade do produto por unidade de distância e  $x$  a distância.

A função linear de demanda pode, então, ser reescrita como:

$$Q = (a - b \cdot P_0) - b \cdot t \cdot x$$

e, uma vez fixado o  $P_0$ , a quantidade demandada por unidade de tempo,  $Q$ , variará apenas em função da distância  $x$ .

Junto à fábrica, tem-se a máxima taxa de demanda:

$$Q_{\text{máx}} = a - b \cdot P_0$$

Por outro lado, o valor mínimo ( $Q = 0$ ) corresponde ao raio da área de mercado:

$$X_{\text{máx}} = (a - b \cdot P_0) / b \cdot t$$

A quantidade total vendida no mercado por unidade de tempo é obtida considerando-se que a densidade demográfica, o nível de renda e o padrão de preferência são uniformes e que a quantidade demandada por consumidor é decrescente devido ao encarecimento do custo de transporte.

Se  $g$  representar a densidade demográfica, o volume total de vendas por unidade de tempo será:

$$V = 2 \pi \cdot g \cdot \{ 0,5 [ a - b \cdot P_0 ] \cdot x_{\text{máx}}^2 - 0,33 b \cdot t \cdot x_{\text{máx}}^3 \}$$

Geometricamente,  $V$  corresponde ao volume do sólido gerado pela rotação da curva espacial de demanda em torno do seu eixo vertical, o que dá origem ao célebre Cone de Demanda.

Sendo o raio da área de mercado função do preço FOB, é possível reescrever a última equação:

$$V = \frac{\pi \cdot g}{3 \cdot t^2} \left[ \frac{a^3}{b^2} - \frac{3 \cdot a^2 \cdot P_0}{b} + 3 \cdot a \cdot P_0^2 - b \cdot P_0^3 \right]$$

A receita total por unidade de tempo, descontados os custos de transporte do produto, é obtida como o preço FOB multiplicado pela quantidade total vendida.

$$R = P_0 \cdot V$$

Por outro lado, o custo total de produção resulta da soma dos custos fixos com os custos variáveis:

$$C = C_0 + c \cdot V$$

onde  $c$  representa o custo variável unitário de produção.

Assim, o lucro total por unidade de tempo pode ser obtido da seguinte forma:

$$L = R - C = V (P_0 - c) - C_0$$

De fato, há um consenso entre os autores de que a maior contribuição de Lössch está no seu Modelo de Equilíbrio Espacial, que é um estudo de equilíbrio geral da distribuição espacial das atividades econômicas, e de que sua Teoria da Localização é inédita em muitos aspectos.

### Modelo de Isard

O modelo de Walter Isard pode ser considerado um aprofundamento do modelo desenvolvido por Weber, principalmente porque ambos destacam o custo de transporte como principal explicação para a escolha locacional e para o padrão das atividades econômicas.

Isard introduz ainda o conceito de insumo de transporte, que seria o despêndio de recursos necessários para que as mercadorias se desloquem no espaço e superem distâncias. Pode ser simplificado também como o esforço necessário para transportar uma unidade de peso ou volume por unidade de distância. O preço do insumo é a tarifa, que depende da estrutura de concorrência e de fatores conjunturais.

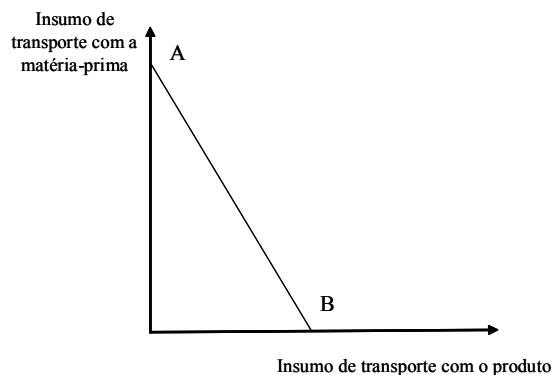


Quando uma empresa escolhe se vai localizar-se próximo a uma fonte de matéria-prima ou próximo ao mercado, está, na verdade, decidindo a combinação particular de quantidades de insumo de transporte despendidas com matéria-prima e com o produto. Se escolher, por exemplo, ficar junto a fonte de matéria-prima, terá máximo o insumo de transporte com o produto e mínimo o insumo de transporte com a matéria-prima.

Para escolher a localização que otimize a combinação de insumos de transporte com matéria-prima e com o produto, deve-se levar em consideração os requisitos de insumos de transporte por unidade de produto e as tarifas.

Se houver perda de peso na transformação industrial, sendo necessárias duas unidades de matéria-prima para cada unidade de produto, a localização junto ao mercado será o dobro de insumo de transporte em comparação com a localização junto à fonte de matéria-prima. Isso pode ser visualizado na figura 7.

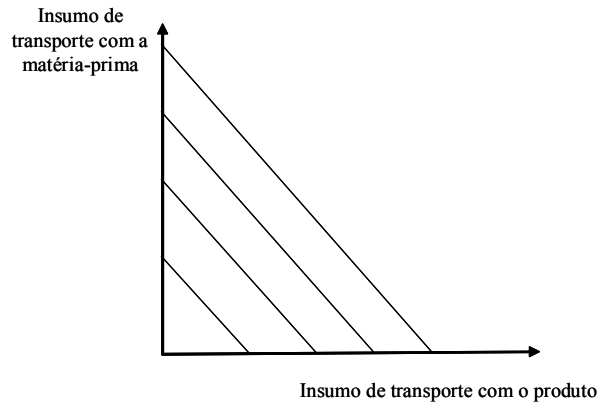
Figura 7 – Linha de transformação



Para, enfim, encontrar a localização de menor custo de transporte devem ser considerados os preços relativos dos dois insumos. Se ambas as tarifas não forem dependentes da distância e forem as mesmas, os níveis de despesa de transporte poderão ser

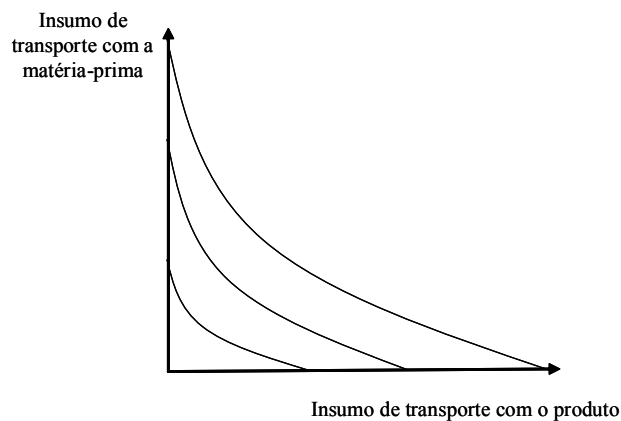
representados por linhas retas, conforme a figura 8. Nesse caso, em que supomos tarifas iguais, essas linhas de isocusto de transporte possuem inclinação igual a  $-1$ .

Figura 8 - Curvas de isocusto para tarifas iguais e constantes



Se as figuras 7 (linha de transformação) e 8 (curvas de isocusto) forem superpostas, poderemos determinar a combinação ótima de insumos de transporte. Se consideramos um caso mais realista de tarifas de transporte iguais, mas decrescentes com a distância teremos as curvas de isocusto representadas segundo a figura 9.

Figura 9 - Curvas de isocusto para tarifas iguais e decrescentes



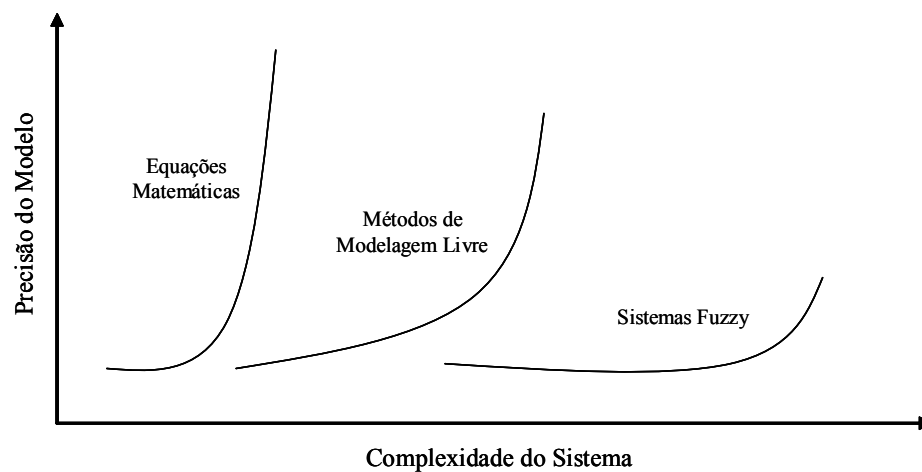
Pode-se concluir com o estudo de Isard que a perda de peso no processamento e transporte de matéria-prima atraem a empresa para a fonte de matéria-prima; enquanto que

o ganho de peso no processamento e transporte do produto relativamente dispendioso atraem a empresa para o centro de mercado. No caso em que não há ganho nem perda de peso. A localização ótima é definida pelas tarifas relativas.

#### 2.3.4. Modelos Modernos de Localização com Suporte da Lógica Fuzzy

A contribuição da lógica fuzzy para os estudos de localização industrial é de extrema importância, pois permite que os modelos modernos utilizem variáveis quantitativas e qualitativas simultaneamente. A aplicação de tal lógica possibilita a modelagem de métodos a partir de informações imprecisas ou ambíguas, levando em consideração os cenários complexos da realidade de hoje. Quanto mais complexo o sistema, menor a precisão do modelo e maior a aplicabilidade dos sistemas fuzzy, o que pode ser visto através da figura 10.

Figura 10 – Precisão do modelo segundo a complexidade do sistema



Em 1971, duas instituições fundaram um consórcio para desenvolver instrumentos de análise de problemas de localização industrial: a italiana Somea e a francesa Sema. Nesse contexto, pesquisadores membros da equipe mista Somea/Sema criaram o Modelo Masterli (Modelo di Asserto Territoriale e di Localizzazione Industriale), que deu origem ao Modelo Coppetec- Cosenza. Ambos tinham como características principais a utilização das variáveis qualitativas nos estudos de localização industrial e o confronto entre demanda de fatores pelas atividades econômicas e oferta desses fatores pelas unidades territoriais de certa região.

Com relação ao Modelo Coppetec-Cosenza, pode-se destacar como principais contribuições ao Modelo Masterli, os seguintes pontos:

- Estudos de assentamento territorial em zonas de menor área, já que o Masterli só operava em macro regiões;
- Operação matricial considerando situações intermediárias antes reagrupadas em apenas dois níveis (perfis de demanda e oferta mais detalhados);
- Redefinição de alguns critérios, como os de inclusão e processamento do excesso da oferta de fatores em regiões homogêneas e os de penalização devido à escassez de oferta. Isso quer dizer que alternativas que dispõem de mais fatores que os demandados são encarados como vantagem adicional, podendo atender a outras requisições ou gerar economias externas. Também, não é mais permitida penalização de uma alternativa que não tenha um fator que não foi requerido.

Em 1977, Baas e Kwakernaak criaram um modelo para avaliação de alternativas com base em lógica fuzzy. Sendo  $A_1, A_2, \dots, A_n$  as alternativas e  $a_1, a_2, \dots, A_n$  os fatores locais, a importância relativa do fator  $a_j$  na alternativa  $A_i$  é representada pela função de pertinência  $\mu_{R_{ij}}(r_{ij})$ , onde  $r_{ij}$  é um valor real em  $R$ . Da mesma forma, a importância relativa do fator  $a_j$ , como demanda, será uma variável fuzzy representada pela função de pertinência  $\mu_{W_j}(w_j)$ , onde  $w_j$  é um valor real em  $R$ . As funções de pertinência obedecem ao intervalo  $[0,1]$ .

Dessa forma, segundo Baas e Kwakernaak, para encontrarmos a alternativa  $A_i$ , devemos obter o índice de preferência e o mapeamento dado por  $\tilde{P}=(R, \mu_{\tilde{P}_i})$ , com a função de pertinência  $\mu_{\tilde{P}_i}(p)=\sup \mu_R (r_1, r_2, \dots, r_n)$ ,  $P_i \in R$ . Logo, três tipos de informações são obtidas:

- $\mu_{\tilde{R}_i}(\tilde{r})$  como categoria fuzzy de  $A_i$
- $\mu_{\tilde{I}}(i)$  como o grau para o qual  $A_i$  é a melhor alternativa
- $\mu_{P_i}(p)$  como o grau de preferência de  $A_i$  sobre as demais alternativas

Com esse método, portanto, selecionamos a melhor alternativa local entre as várias alternativas. No entanto, se tivermos diferentes perfis de diferentes graus de importância aos fatores gerais e específicos, como muitas alternativas locais envolvidas, essa estrutura fica limitada.

## O Modelo Coppetec-Cosenza

O Modelo Coppetec-Cosenza é um modelo de hierarquia fuzzy criado pelo economista e professor da COPPE/UFRJ, Carlos Alberto Nunes Cosenza. Visa encontrar a melhor localização dentro das considerações especificadas no requerimento e mapeadas segundo as alternativas pesquisadas. Nesse sentido, o nível de satisfação de um conjunto de fatores requeridos por um projeto é analisado considerando a disponibilidade desses fatores por diferentes alternativas. Seu principal diferencial é a análise de fatores não só econômicos do projeto, reunindo variáveis qualitativas e quantitativas.

Para comparar a importância de cada fator para o projeto e a quantidade e qualidade da disponibilidade dos fatores em cada alternativa, temos que construir duas matrizes – uma de fatores demandados pelos projetos e outra de oferta dos fatores em cada alternativa – e, em seguida, avaliá-las através de operações definidas empiricamente.

Seja  $F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$  o conjunto de fatores locais a serem considerados no estudo e  $\tilde{A} = (f, \mu_{\tilde{A}})$  a representação fuzzy da matriz de demanda  $A = (\mu_{ij})_{h \times n}$ , onde  $\mu_{\tilde{A}}$  é a função de pertinência representando o grau de importância dos fatores (crítico, condicionante, pouco condicionante e irrelevante). Da mesma forma, consideramos  $\tilde{B} = (f, \mu_{\tilde{B}})$  a representação fuzzy da matriz de oferta  $B = (\mu_{jk})_{n \times m}$ , onde  $\mu_{\tilde{B}}$  é a função de pertinência representando o nível dos fatores disponibilizados pelas alternativas (superior, bom, regular e fraco). Logo, temos as matrizes representadas nas figuras 11 e 12:

Figura 11 - Matriz de demanda dos fatores pelos projetos

	f1	f2	...	fj	...	fn
	w1	w2		wj		wn
A1	a11	a12		a1j		a1n
A2	a21	a22		a2j		a2n
...						
Ai	ai1	ai2		aij		ain
...						
Am	am1	am2		amj		amn

onde:

$A_1, A_2, \dots, A_m$  é o conjunto de atributos demandados pelos projetos

$w_1, w_2, \dots, w_n$  é o grau de importância dos fatores para o conjunto do projeto

$a_{ij}$  é o coeficiente fuzzy do atributo  $i$  com relação ao fator  $j$

Figura 12 - Matriz de oferta dos fatores para as alternativas

		B1	B2	...	Bk	...	Bm
f1	w1	b11	b12		b1k		b1n
f2	w2	b21	b22		b2k		b2n
...							
fj	wj	bj1	bj2		bjk		bjn
...							
fn	wn	bn1	bn2		bnk		bnm

onde:

$B_1, B_2, \dots, B_m$  é o conjunto de alternativas

$w_1, w_2, \dots, w_n$  é o grau de importância dos fatores

$b_{jk}$  é o coeficiente fuzzy da alternativa  $k$  com relação ao fator  $j$

Dadas as matrizes  $\tilde{A}$  e  $\tilde{B}$ , devemos encontrar a matriz  $\tilde{C} = \tilde{A} \times \tilde{B} = (\tilde{c}_{ik})_{h \times m}$  que é a matriz representativa das possibilidades de localização. O produto  $\tilde{a}_{ij} \times \tilde{b}_{jk} = \tilde{c}_{ik}$  é executado através do operador, conforme figura 13.

Figura 13 – Matriz das possibilidades de localização

		Oferta de fatores			
		$a_{ij} \times b_{jk}$	0	...	1
Demanda de fatores	0	0+			0++
	...			1	
	1	0			1

onde:

$\tilde{c}_{ik}$  é o coeficiente fuzzy da alternativa  $k$  com relação ao projeto  $i$

$0^+ = 1/n!$  e  $0^{++} = 1/n$ , sendo  $n$  o número de fatores considerados, são as quantidades limites



Se  $\tilde{a}_{ij} = \tilde{b}_{jk}$ , o indicador será igual a 1;

Se  $\tilde{b}_{jk} > \tilde{a}_{ij}$ , o coeficiente derivado é maior do que 1;

Se  $\tilde{a}_{ij} > \tilde{b}_{jk}$ , o coeficiente fuzzy é igual a zero;

Se não há demanda por um determinado fator, mas existe oferta do mesmo, os valores fuzzy são aqueles no intervalo  $[0^+, 0^{++}]$ .

Entre os fatores considerados críticos, podemos destacar em problemas de localização os elementos relacionados ao ciclo de produção, transportes, comunicação e energia elétrica. Outros também são fatores importantes, como integração industrial, disponibilidade de mão-de-obra e água, condições climáticas, características do solo, etc.

Por fim, a matriz de resultados ( $\Delta$ ) apresenta os índices que indicam se todos os fatores demandados por certo projeto estão sendo atendidos pelas alternativas em estudo e representa todas as possibilidades do projeto em relação a cada alternativa. Portanto, o elemento  $\delta_{ik}$  representa o índice dos fatores satisfeitos na adequação do projeto  $i$  na alternativa  $k$ , tendo estes índices o seguinte significado:

Se  $\delta_{ik} = 1$ , a alternativa  $k$  atende a demanda no nível pretendido;

Se  $\delta_{ik} < 1$ , pelo menos um fator demandado não foi atendido adequadamente;

Se  $\delta_{ik} > 1$ , a alternativa  $k$  oferece mais considerações do que o requerido.

## O Modelo de Gin-Shuh Liang e Mao-Jiun J. Wang

O modelo de Gin-Shuh Liang e Mao-Jiun Wang é, de um modo geral, um modelo de tomada de decisão multi-critério para seleção da melhor localização de uma instalação industrial. Nele é determinada a importância de cada fator locacional para a indústria em questão e são avaliados os níveis de satisfação dos fatores - quantitativos e qualitativos - para cada alternativa de localização. Índices fuzzy de adequação são calculados para permitir a comparação dos fatores quantitativos e qualitativos para, então, se gerar um ranking com as alternativas.

É proposto, desta forma, um algoritmo com base nos conceitos da teoria fuzzy e na análise fuzzy de hierarquia para obtermos uma maior confiança no resultado acerca da seleção locacional, já que variáveis externas à análise puramente econômica do projeto são incorporadas. Isso porque o mesmo é capaz de apontar a melhor alternativa de localização, considerando-se os impactos sociológicos, antropológicos e ambientais em cada alternativa considerada.

## **Capítulo 3**

### **O MÉTODO**

#### **3.1. O MODELO DE SELEÇÃO LOCACIONAL ESCOLHIDO**

O modelo que serve como referência teórica e que será utilizado neste estudo foi desenvolvido por Gin-Shuh Liang e Mao-Jiun J. Wang, tendo como base a metodologia fuzzy. O modelo já foi testado e aplicado satisfatoriamente e sua estrutura lógica tem se mostrado consistente.

Optou-se pela utilização deste modelo como referencial metodológico, porque este permite a utilização simultânea de variáveis qualitativas e quantitativas. Além disso, uma vez que utiliza operações de matemática fuzzy, ele é capaz de gerar resultados quantitativos a partir de dados qualitativos (percepção dos especialistas).

De fato, os modelos clássicos são limitados para a realidade de hoje, que é bastante complexa. Tais modelos não têm abrangência para trabalhar com vários fatores e projetos, o que já fica viabilizado com o suporte da lógica fuzzy. Optou-se, ainda, pelo modelo de Gin-Shuh Liang e Mao-Jiun J. Wang, frente ao Modelo Coppetec-Cosenza, por se tratar de um estudo com apenas um projeto/empresa. O Modelo Coppetec-Cosenza foi estruturado para trabalhar com um número elevado de fatores, projetos e regiões, o que faz com que o modelo de Liang e Wang se adeque perfeitamente ao escopo desta pesquisa.

Dessa forma, é proposta uma abordagem sistemática para solucionar o problema de localização usando os conceitos de teoria fuzzy e análise da estrutura hierárquica.

### **3.2. A APLICAÇÃO DO METÓDO**

Esse método é muito adequado para a tomada de decisão em ambientes nebulosos e baseia-se na análise realizada em dois níveis:

- A importância dos critérios entre si, em que os critérios são avaliados usando variáveis lingüísticas. Essa avaliação é feita por especialistas, que ponderam tais critérios.
- A capacidade de cada alternativa em atender aos critérios. Cada alternativa deve ser avaliada com relação a cada critério.

O objetivo é obter uma matriz final onde é apresentada a hierarquização entre as alternativas, revelando qual delas é a melhor para se localizar o projeto em questão. Para se alcançar esse resultado, o modelo proposto segue as seguintes etapas:

#### **1. Levantamento das alternativas de localização**

Junto a especialistas – executivos conhecedores do mercado em questão, levantar alternativas de localização para o CD.

## 2. Identificação dos principais critérios de seleção

Identificar os principais fatores que influenciam na seleção do local a ser instalado o CD. Isso pode ser levantado também junto aos especialistas, que sabem determinar quais as necessidades a serem consideradas.

## 3. Classificação dos critérios em duas categorias: critérios objetivos e subjetivos

Classificar os critérios em objetivos, que são definidos em termos monetários, e subjetivos, aqueles com definição qualitativa.

## 4. Atribuição de pesos aos critérios

Os tomadores de decisão devem atribuir pesos aos critérios de acordo com a importância que tais fatores têm na escolha do melhor local.

Nesse caso de qualificação da criticidade dos fatores, alguns conceitos são aplicados: VH (very high) para fatores cruciais, H (high) para fatores muito importantes, M (medium) para fatores relevantes, L (low) para fatores com importância reduzida e VL (very low) para fatores inexpressivos.

O fator é dito crucial (VH) quando a presença dele é tão imprescindível que, se este não for encontrado em quantidades satisfatórias, poderá levar ao fracasso do empreendimento. O fator dito muito importante (H) é aquele que, se não encontrado, comprometerá fortemente o sucesso do empreendimento. O fator relevante (M) é aquele condicionante, de tal forma que, se não for encontrado, haverá algum custo adicional para a manutenção do empreendimento. O fator de importância reduzida (L) é um fator pouco

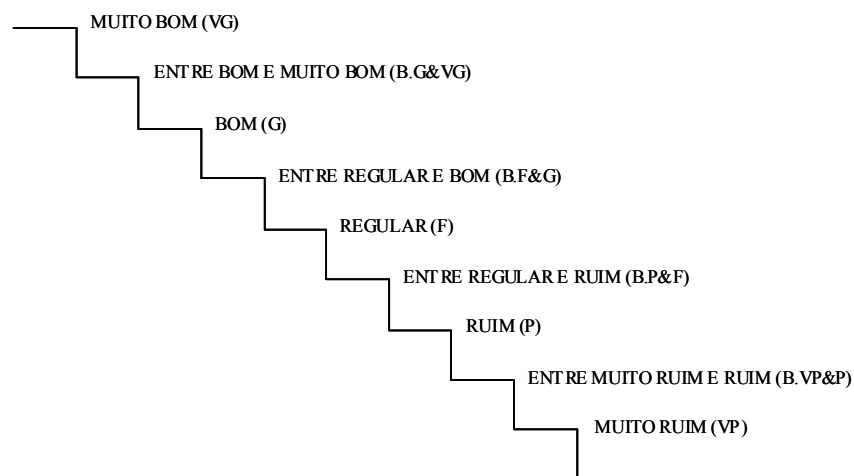
condicionante. Se não for encontrado em quantidades satisfatórias, o empreendimento continua viável, mas sujeito a custos adicionais e a períodos críticos. E, por conseguinte, o fator inexpressivo (VL) é aquele irrelevante de tal forma que, se não for encontrado, pouca diferença fará para o êxito do empreendimento.

## 5. Atribuição de variáveis lingüísticas às alternativas

Avaliar a adequação das alternativas de acordo com os tomadores de decisão em cada critério subjetivo. Isso significa definir as variáveis lingüísticas para expressar a capacidade de uma alternativa atender os critérios estabelecidos. As variáveis lingüísticas são muito úteis ao lidar com situações ruins de serem descritas de forma razoável por expressões quantitativas convencionais.

Assim, para classificar o grau de adequação das alternativas de localização de acordo com os critérios subjetivos, usa-se a escala representada na figura 14.

Figura 14 – Escala de adequação das alternativas de localização



## 6. Conversão dos critérios objetivos em índices adimensionais

A fim de assegurar a compatibilidade entre o custo total do critério objetivo e as classificações linguísticas dos critérios subjetivos, o custo total deve ser convertido em índices. A alternativa que tiver custo mínimo deve ter peso máximo.

## 7. Agregação dos pesos dados aos critérios e dos critérios objetivos e subjetivos

Há muitos métodos para agregar as avaliações fuzzy dos tomadores de decisão, como a mediana, máximo, mínimo e operadores mistos. A operação com a média é o método de agregação mais comum para calcular os índices de adequação fuzzy.

## 8. Ranqueamento dos índices fuzzy de adequabilidade das alternativas

Fazer um ranking entre as alternativas de localização. Existem diversas maneiras de ranquear alternativas de índices fuzzy. Para efetuar tal tarefa, foi escolhido o método de Chen, baseado nas séries de maximização e minimização.

## 9. Análise do ranking e identificação da melhor alternativa

Analisar a ordem do ranking e apontar a melhor alternativa, que será a de valor mais alto.

## Capítulo 4

### **ESTUDO DE CASO DA RIO DE JANEIRO REFRESCOS**

#### **4.1. INTRODUÇÃO SOBRE A INDÚSTRIA DE BEBIDAS**

##### **4.1.1. A Indústria de Bebidas de Hoje**

Com a crescente preocupação com a saúde e com gastos cautelosos, somado a correria do dia a dia, os consumidores vêm procurando produtos saudáveis, que ofereçam boa relação custo-benefício e que, ainda, sejam práticos. Essa tendência impacta diretamente no crescimento de algumas categorias, como a de higiene e beleza e a de bebidas.

Nesse sentido, aumentam as vendas de produtos que previnem doenças, que prometem um bronzamento seguro, que oferecem cuidados com a higiene pessoal, por exemplo. No caso de categorias ligadas a hábitos alimentares saudáveis, e especialmente a de bebidas, aquelas a base de soja apresentam o mais rápido crescimento, principalmente no Japão e nos EUA, seguido por iogurtes líquidos. São, de fato, grupos de crescimento consolidado. Também merecem destaque hoje as bebidas isotônicas/energéticas, que aparecem como recompositoras de sais minerais. Dessa forma, o grupo de bebidas não



alcoólicas representa grande valor de vendas, forte taxa de crescimento e alto crescimento absoluto em valor.

Todo esse enfoque contínuo na saúde acompanha a percepção de saudabilidade ou dieta do consumidor. Dentro desse contexto, podemos dividir as bebidas em três segmentos:

- Bebidas oferecendo benefícios perceptíveis à saúde, freqüentemente relacionados a uma dieta ou regime alimentar específicos - Dependendo do regime ou dieta alimentar contemplado, determinados grupos de alimentos são considerados saudáveis de maneira geral, enquanto outros devem ser evitados. Uma das tendências mais populares dos últimos anos nos países mais desenvolvidos do mundo tem sido dietas ricas em proteínas e com poucos carboidratos. No Japão, produtos a base de cacau (inclusive bebidas a base de cacau, chocolate e malte) estão atualmente sendo promovidas como saudáveis devido ao seu conteúdo antioxidante.
- Bebidas aceitas como fundamentais para a saúde – Temos, nesse caso, o significativo aumento da categoria de água mineral e sucos.
- Bebidas oferecendo alternativas saudáveis - Bebidas a base de soja, iogurtes líquidos e bebidas isotônicas/energéticas. Estas surgem como um complemento a um estilo de vida mais saudável. Seu crescimento foi estimulado pelo lançamento de versões mais saudáveis, como produtos sem adição de açúcar, produtos contendo suplementos adicionais (aminoácidos, por exemplo), entre outros.

Alguns outros comportamentos isolados podem ser observados ao redor do mundo. Na Espanha, vemos um crescimento considerável de cerveja sem álcool. Em Taiwan, há um forte aumento no consumo geral de vinhos devido à divulgação maciça dos benefícios do vinho tinto para a saúde. Já na Suíça, temos um aumento de preço brutal da categoria de misturas alcoólicas prontas, visando a prevenção do alcoolismo. Por fim, na Nigéria, podemos citar o fim do consumo de diluíveis e concentrados por parte de diversos consumidores devido à preocupação com a pureza da água.

#### **4.1.1. Tendências**

Podemos dizer que o crescimento da categoria de bebidas é impulsionado por três forças: enfoque contínuo na saúde, necessidade de praticidade – embalagens individuais mais práticas, por exemplo - e crescente impacto das marcas próprias. Essa última é uma tendência que podemos constatar nos dias de hoje. Com o aquecimento do desenvolvimento econômico, há uma maior atração de empreendedores, que ao investirem em marcas regionais fazem com que as mesmas se destaquem não só pelo preço baixo, mas também pela qualidade. Segundo a ACNielsen, empresa de informações mercadológicas, mais de 33% dos lares brasileiros já consumiram marcas próprias e o volume de vendas dessas marcas no Brasil aumentou 10% em 2006. Em mercados de marcas próprias mais desenvolvidos, como o Reino Unido, onde a participação de tais marcas atinge cerca de 1%, estas impulsionam o crescimento de outras categorias.

Apesar de não haver fatores externos comuns influenciando o crescimento em todos os países, há diversos fatores externos em mercados locais que influenciam o crescimento ou declínio de categorias específicas. Por exemplo, diversos países indicaram que mudanças em regulamentações oficiais nos últimos anos, particularmente envolvendo a venda de bebidas alcoólicas, exerceram impactos tanto positivos quanto negativos sobre o crescimento. O mercado de misturas alcoólicas preparadas diminuiu na Suíça em 2004 devido a enormes aumentos de preço destinados à prevenção do alcoolismo. Esta tendência também foi observada na Alemanha onde, nos últimos anos, impostos mais altos foram taxados a estas bebidas em particular. No extremo oposto, apenas recentemente o ingresso de misturas alcoólicas prontas foi permitido no mercado francês e, portanto, houve um enorme crescimento no último ano no país. Regulamentações oficiais também afetaram o mercado chileno de bebidas de alto teor alcoólico (um ajuste de impostos permite que produtos importados concorram mais eficazmente) e o mercado turco de vinhos (privatizações impulsionaram a entrada de novos produtos). Além disto, uma proibição de importação de sucos na Nigéria provocou um aumento de preços na categoria de sucos e, portanto, um aumento considerável nas vendas em valor, nos últimos anos.

Em suma, surge como tendência o crescimento do mercado de bebidas não-carbonatadas, com alto incremento do mix de produtos a serem comercializados. Isso devido à necessidade de atender às exigências do mercado, aparecendo como grande desafio para as empresas do setor a integração do sistema logístico para gerir um portfolio cada vez mais extenso de produtos e embalagens. Dessa forma, essas empresas, em sua maioria empresas de refrigerantes, por sua vez, deixam de focar somente na venda de refrigerantes e passam a atuar como empresas de bebidas como um todo, acompanhando as

perspectivas do mercado de dar enfoque cada vez maior a bebidas cuja plataforma esteja relacionada à saúde e praticidade. Cabe ressaltar o papel do Estado, que com novas regulamentações, por exemplo, pode influenciar consideravelmente os cenários de consumo de bebidas.

## **4.2. A INDÚSTRIA BRASILEIRA**

### **4.2.1. O Desenvolvimento Industrial Brasileiro**

No Brasil, foi na República Velha que a Revolução Industrial começou. O surgimento das fábricas brasileiras foi quase espontâneo, já que não havia muita ajuda do governo. Os políticos estavam ligados a latifundiários e dominados pela crença retrógrada de que o Brasil deveria ser um país agrário e a indústria não fazia parte das tradições.

No século XIX, surgiram umas poucas fábricas, geralmente para produzir tecidos de algodão para vestir escravos. Em 1866, eram apenas nove, sendo cinco delas na Bahia. A partir de 1855 é que começaram a aparecer fábricas voltadas para um mercado interno mais amplo. No começo do século XX, algumas indústrias se instalaram no Rio Grande do Sul e em Minas Gerais, mas as principais estavam localizadas no Rio de Janeiro e São Paulo.

No Rio de Janeiro, o capital veio indiretamente do café. O passado cafeeiro e o fato de ser a capital do Brasil dotaram o Rio de Janeiro de banqueiros e grandes comerciantes,

que tinham dinheiro para investir em negócios alternativos. Assim, em 1889, quase 60% do capital industrial do Brasil estava na cidade do Rio, que tinha mão-de-obra barata, ferrovias e mercado consumidor.

São Paulo foi mais favorecido ainda pelo café, com terra roxa em abundância e forte imigração. As primeiras fábricas apareceram por volta de 1870, mas foi a partir de 1890 que se iniciou o crescimento industrial. Quando as exportações de café paulista iam bem, os investimentos industriais se multiplicavam.

Outros fatores que ajudaram o desenvolvimento industrial do Sudeste foram a facilidade de obter energia (hidrelétricas e portos para importar carvão), matéria-prima disponível e barata e um sistema de transportes – ferrovias – já desenvolvido por causa da agroexportação.

De fato, o desenvolvimento industrial se deu de forma concentrada, o que ocorreu também com outros países do Terceiro Mundo, no que se refere à ocupação do território nacional. O Rio de Janeiro, primeiro pólo industrial do país, cedeu lugar para São Paulo que, a partir da década de 20, transformou-se no mais importante pólo industrial do país (FRICK, 1991).

HAMER (1982:16, *apud* FRICK, 1991) ressalta que, por ocasião do fim da Primeira Guerra Mundial, o volume de produção do estado de São Paulo já representava quase a metade do valor da transformação industrial de vários setores. Isso sem qualquer incentivo das autoridades governamentais em favor da industrialização, nem da localização de firmas em São Paulo (FRICK, 1991). “A proximidade de mercados e de matérias-primas era mais

importante para a localização da planta do que as economias externas” (SINGER, 168:53, *apud* FRICK, 1991).

Os incentivos governamentais, planos e metas, segundo o autor, impulsionaram o desenvolvimento industrial no país, entretanto, tiveram pouca influência na decisão de localização das empresas. Só durante o governo do General Emílio Garrastazu Médici criou-se a idéia de pólos de desenvolvimento que orientava a localização dos projetos mais importantes, como o pólo petroquímico na Bahia.

#### **4.2.2. A Indústria de Bebidas Brasileira**

São notórias as modificações e transformações ocorridas no Brasil na última década do século XX, seja no âmbito econômico, político e social. O aumento do poder de compra do brasileiro, incrementando e diversificando a sua cesta de consumo, refletiu-se diretamente sobre diversos segmentos da economia. Para o mercado de bebidas não foi diferente.

Com a introdução do Plano Real em agosto de 1994, foi possível verificar um grande impacto na venda de bebidas no Brasil. A estabilização da inflação levou as classes de poder aquisitivo inferior, principalmente as classes C e D (maioria da população brasileira), a ter acesso a bens que antes estavam fora da sua cesta de consumo.

Hoje, o mercado brasileiro ocupa uma posição de destaque no cenário mundial, segundo análises da ACNielsen. Com uma produção anual de cerca de 12 bilhões de litros/ano, o Brasil fica atrás apenas de países como o México, com uma produção anual de aproximadamente 13 bilhões de litros, e os Estados Unidos, produzindo 57 bilhões de litros por ano. Cabe ainda destacar que esse setor movimenta, hoje, no país cerca de 9,5 bilhões de reais por ano, além de empregar 580 mil pessoas, sendo 60 mil em empregos diretos.

De fato, o mercado brasileiro de bebidas não-alcóolicas encontra-se em ascensão. O primeiro trimestre de 2007 foi melhor que o de 2006 em todos os segmentos, segundo dados da ABIR – Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não-Alcóolicas. De janeiro a março, foram produzidos 3,7 bilhões de litros de refrigerantes – 2,69% acima de 2006. O mercado de chás cresceu 8,9% e o de sucos 12,6%.

A ABIR também aponta como principais características do setor no Brasil o fato deste possuir mais de 700 fábricas espalhadas por todo território, sendo comercializadas mais de 3.500 marcas diferentes em mais de 1 milhão de pontos de venda. Porém, deve-se destacar que este mercado é representado basicamente por dois grupos estratégicos bastante distintos: de um lado as marcas consideradas líderes de mercado, e de outros as marcas regionais, popularmente conhecidas como “tubaínas”.

O primeiro grupo, constituído por duas grandes multinacionais - Coca-Cola e Inbev (fusão do grupo brasileiro Ambev com o grupo belga Interbrew), detém aproximadamente 68% do mercado nacional de refrigerantes, conforme dados da ACNielsen. As mesmas possuem características muito similares. Ambas operações contam com um complexo e

forte sistema de distribuição do seu extenso portfólio de produtos, além de realizar pesados investimentos na área de marketing, com mídias de televisão, jornal e outdoors.

Já o segundo grupo surgiu de maneira mais intensa em 1995, ano seguinte ao plano Real. Com a explosão do consumo que se seguiu ao plano de estabilização, e pela disseminação das embalagens no formato PET, o que facilita não só a operação de produção, como também reduz os custos de logística e distribuição, houve um grande incentivo à entrada de pequenos e médios fabricantes regionais. Estes acabaram por ocupar um “espaço livre” deixado pelas grandes marcas. Como armas principais, as “tubainas” utilizaram preços mais acessíveis que chegam a custar cerca da metade do preço das marcas tradicionais, além de um marketing focado principalmente nos pontos-de-venda. Essa estratégia garantiu às mesmas uma participação de aproximadamente 32% de mercado, segundo fontes da ACNielsen do Brasil.

Nos dias de hoje, ao mesmo tempo em que os fabricantes regionais ampliam os seus poderes de mercado, estrutura produtora e logística, as marcas líderes embarcam em estratégias distintas. Enquanto de um lado a Inbev "ataca" os concorrentes numa guerra de preços, com foco principalmente nas suas marcas líderes Guaraná Antarctica e Pepsi/Pepsi Twist nas embalagens PET 2 L e lata, a Coca-Cola aposta na diversificação do portfólio de embalagens, inclusive com o relançamento das famosas embalagens de vidro retornáveis. Esta última ainda ampliou o marketing dentro do ponto de venda, com materiais diferenciados e estratégias distintas para cada canal de consumo.

Segundo informações da ACNielsen, este conjunto de estratégias deve-se principalmente ao fato de que após o boom de consumo percebido no plano Real, com um



incremento nas vendas de cerca de 85% se comparado os anos de 2002 e 1994, uma forte retração passou a dominar a tendência dos últimos anos com relação ao volume de vendas de refrigerantes no Brasil. Para que se tenha uma ordem de grandeza, comparando o ano de 2003 ao de 2002, as vendas registraram uma queda na ordem de 3,3%.

Cabe destacar a constante e intensa entrada de novos produtos não-carbonatados no segmento de bebidas. São chamadas bebidas não-carbonatadas todas aquelas que não são refrigerantes: água, sucos, isotônicos e etc. O aumento da oferta, assim como o crescimento da demanda desses produtos, apenas reduzem a participação das bebidas carbonatadas no chamado "*share* de estômago". Cabe dizer que o avanço dessa categoria já trouxe aos seus fabricantes um faturamento de R\$ 350 milhões em 2003, segundo a ABIR.

Desta forma, assim como no Brasil, percebe-se no mercado de refrigerantes em geral uma intensa mudança de estratégias e do número de participantes nos últimos anos. Ainda podemos destacar que, com o crescimento da quantidade de embalagens e sabores no portfólio de produtos, surge como fator crítico para o sucesso das empresas de bebidas uma cadeia logística bem integrada.

#### **4.2.3. O Mercado de Refrigerantes**

A indústria de refrigerantes é o segmento mais representativo do setor de bebidas no mercado brasileiro, acompanhado pelo de cervejas, conforme a ABIR. Seu forte crescimento nos anos 90 provocou um reflexo positivo em todos os segmentos que a

circundam. A expansão desse mercado, que chegou a 41.93% em 1995 sobre 1994, trouxe impactos positivos para os fabricantes de máquinas e equipamentos e os de embalagem. Após 1996, porém, com a maturação dos projetos de ampliação e o recuo do ritmo da taxa de crescimento do consumo de bebidas, os crescimentos tornaram-se moderados. A indústria de embalagens, particularmente, registrou uma participação peculiar na evolução do mercado de refrigerantes, através da utilização de embalagens descartáveis. Atendeu com mais precisão o apelo dos consumidores por comodidade, que não precisaram mais se preocupar em carregar garrafas de vidro vazias.

A indústria brasileira de refrigerantes é dotada de uma estrutura tecnológica que atende praticamente sozinha a demanda do mercado. Com o programa de estabilização da economia, em julho de 1994, as vendas de bebidas, principalmente refrigerantes e cervejas, cresceram acima da média histórica. Essa estabilidade econômica do país deu base para uma perspectiva positiva a essa indústria, verificado pela clara expansão do consumo nos anos que se seguiram.

#### **4.2.4. O Sistema Coca-Cola**

Com atuação de destaque no País desde 1942, a Divisão Brasil é a terceira maior operação da *The Coca-Cola Company*, superada apenas pelos Estados Unidos e México. O Sistema Coca-Cola Brasil é composto pela Coca-Cola Brasil e 17 grupos empresariais independentes, chamados de fabricantes autorizados, que elaboram o

produto final em suas 37 unidades industriais e o distribuem aos pontos de venda. Esta estrutura absorve cerca de 31 mil colaboradores diretos e gera cerca de 310 mil empregos indiretos.

Os fabricantes autorizados têm um contrato através do qual se comprometem a produzir, engarrafar e distribuir todos os produtos da Coca-Cola Brasil, observando o rigoroso padrão de qualidade mundial, que é marca registrada da empresa. A Coca-Cola Brasil determina o conceito do negócio, define as estratégias e dirige a atuação em relação às metas, ao passo que suas franquias participam do Sistema com seu prestígio e conhecimento do mercado além de operacionalizar o negócio. Além disso, seus fabricantes têm total exclusividade de produção e distribuição das bebidas no território de sua franquia. São econômica e administrativamente autônomos, tendo capacidade de produção para atender à crescente demanda do mercado e reinvestindo parte dos lucros.

Em outubro de 1972, os fabricantes sentiram a necessidade de maior aproximação e relacionamento. Então, foi criada a Associação dos Fabricantes Brasileiros de Coca-Cola, fundada em São Paulo. Em 1974, a Associação foi transferida para o Rio de Janeiro e, atualmente, todos os fabricantes são associados. São 21 Grupos, 65 Fábricas, 152 Linhas, 40.000 funcionários, 14.000 veículos e 980.000 Postos de Venda que se formaram ao longo destes 62 anos no Brasil.

Com relação à fabricação de bebidas, a principal matéria-prima é o concentrado, que é fabricado pela própria *The Coca-Cola Company* em sua fábrica localizada na Zona Franca de Manaus. Os franqueados dividem com a *The Coca-Cola*

*Company* os gastos em atividades de marketing, como patrocínios a eventos, promoções na mídia e merchandising dos produtos.

De fato, são cerca de 2500 parceiros que trabalham na fabricação das bebidas Coca-Cola em mais de 150 países, tornando a marca uma das redes de vendas e distribuição mais eficiente do mundo. Como garantia da qualidade de seus produtos, a Coca-Cola fornece suporte em Operações Técnicas, Assuntos Científicos e Legais, Marketing, Assuntos Corporativos, Área Jurídica, Finanças, Recursos Humanos e Tecnologia da Informação.

As fábricas do Sistema Coca-Cola Brasil encontram-se estrategicamente localizadas em todas as regiões do País, garantindo o abastecimento de cerca de um milhão de pontos de venda, para hidratar e nutrir os consumidores brasileiros com uma ampla linha de bebidas não-alcoólicas, que inclui águas, sucos, refrigerantes, chás, achocolatados, energéticos e isotônicos.

#### **4.2.5. A Rio de Janeiro Refrescos**

A Rio de Janeiro Refrescos é uma empresa licenciada a engarrafar, vender e distribuir produtos da *The Coca Cola Company* no Grande Rio, norte do estado do Rio e Espírito Santo. De acordo com a filosofia da organização, sua visão é liderar o mercado de bebidas, sendo reconhecida como a melhor empresa para se investir e trabalhar, superando as expectativas dos clientes e consumidores, colaborando para o

desenvolvimento da qualidade de vida da sociedade. Sua fábrica, no bairro de Jacarepaguá, na cidade do Rio de Janeiro, conta com 2200 empregados divididos em sete áreas mostradas na Figura 15:

Figura 15 – Organograma da Rio de Janeiro Refrescos



A Rio de Janeiro Refrescos foi a primeira engarrafadora de Coca-Cola do Brasil, sendo fundada em 1942. Em março de 2000, ela comprou outra franquia da Coca-Cola, a Perma-NVG, que cobria as regiões de Niterói, Friburgo, Região dos Lagos, Campos, Governador Valadares e Espírito Santo. Com isso, a empresa cresceu sua operação, passando a possuir inclusive outra unidade fabril, na cidade de Cariacica – ES.

Em setembro de 2004, foi realizada uma troca de territórios com a Refrigerantes Minas Gerais. A Rio de Janeiro Refrescos cedeu a região do Norte de Minas Gerais e, em contrapartida, recebeu a concessão de vender e distribuir nos municípios de Nova Iguaçu, Belford Roxo, São João de Meriti, Mesquita, Nilópolis, Queimados e Miguel

Pereira. Assim, completou a área de atuação do Grande Rio, com o objetivo de aumentar a eficiência das operações nas duas empresas.

Atualmente, a Rio de Janeiro Refrescos destaca-se como o segundo maior fabricante do Brasil em termos de volume, com duas unidades fabris, uma no Rio de Janeiro e outra no Espírito Santo. As duas unidades desenvolvem atividades de aquisição e recebimento de insumos, fabricação e envase de bebidas carbonatadas, estocagem de produto final, comercialização e distribuição bem como as atividades de suporte à gestão destes processos.

As bebidas produzidas são vendidas em garrafas de plástico (descartáveis), vidro (retornáveis), latas e *post-mix* (refrigerante de máquina). Sua linha de produtos é composta pelos refrigerantes Coca-Cola, Coca-Cola Light, Coca-Cola Light Lemon, Coca Zero, Fanta Laranja, Fanta Laranja Light, Fanta Uva, Fanta Uva Light, Fanta Mix, Sprite, Sprite Zero, Kuat, Kuat com Laranja, Kuat Zero, Nестea, Nестea Mate, Aquarius com gás e sem gás, Aquarius Limão, Aquarius Laranja e Aquarius Fresh. A empresa também comercializa e distribui outros produtos, como a tônica Schweppes, Schweppes Club Soda, Schweppes Citrus, a bebida de frutas Kapo, o energético Burn, o suco Minute Maid Mais e algumas marcas de cerveja da franquia FEMSA: Kaiser, Sol, Bavária, Xingu e Heineken.

Vale ressaltar que a Rio de Janeiro Refrescos pertence ao grupo chileno Andina, que tem operações no Chile, Argentina e Brasil. A Embotelladora Andina foi construída em fevereiro de 1946, é uma sociedade anônima aberta que se dedica principalmente à produção e distribuição dos produtos Coca-Cola.

No Chile, a Andina tem licença para produzir e comercializar os produtos Coca-Cola na região metropolitana e nas províncias de San Antonio e Cachapoal. Na Argentina, atende às províncias de San Juan, San Rafael, Mendoza, Santa Fé e Entre Rios através da Embotelladora del Atlântico S.A. (EDASA). Atende também ao território de Córdoba através da INTI S.A.I.C. No Brasil, a Embotelladora Andina, através da Rio de Janeiro Refrescos, opera na cidade do Rio de Janeiro e no Espírito Santo.

Outros negócios da Andina desenvolvem-se através das filiais e coligadas, que são:

- Vital S/A – Produz e distribui sucos e água mineral.
- Envases Multipack S/A – Produz embalagens de plástico PET no Chile.
- Complexo Industrial PET S/A – Produz embalagens de plástico na Argentina.
- Braspet – Produz embalagens de plástico PET no Brasil.

#### **4.3. FATORES LOCACIONAIS CONSIDERADOS NO ESTUDO**

Os fatores locacionais que farão parte do modelo a ser aplicado no presente estudo são:

- Custo de Armazenagem

Os custos de armazenagem normalmente são compostos por três elementos principais: custos de manuseio (mão-de-obra e equipamentos), custos fixos (componentes não proporcionais ao fluxo de produtos através do armazém) e custos de manutenção de

estoques (custos de oportunidade de manter estoques). É importante destacar que, no setor de bebidas, atenção especial deve ser dada ao controle de estoque, principalmente no que tange às datas de vencimento dos produtos. Pessoas dedicadas a esse controle devem minimizar o risco de perda de produto terminado por vencimento.

- Custo de Transferência

Consideramos custos de transferência aqueles relacionados ao frete de veículos que movimentam os produtos entre a fábrica e o CD ou entre os CDs, estando intimamente relacionados à distância entre essas unidades. Geralmente, usa-se para a operação de transferência carretas e trucks, cuja ocupação varia entre 12 e 26 pallets.

- Custo de Distribuição

Os custos de distribuição variam diretamente com a distância entre o centro de distribuição e os clientes atendidos pela unidade. São usados caminhões de porta, com 6, 8 ou 10 baias (capacidade de 6, 8 ou 10 pallets respectivamente).

- Segurança

O fator segurança é importante quando a empresa movimenta produtos, materiais ou equipamentos de grande valor ou cobiçados em operações de furto. Além disso, a proximidade de áreas de risco influencia negativamente a localização de um CD.

- Acessibilidade



A existência de infra-estrutura na região próxima ao CD é importante para a escolha do local. Instalar uma unidade em áreas estratégicas cujos clientes têm restrições de janelas de horário no recebimento de mercadorias pode representar uma oportunidade para garantir o nível de atendimento adequado. Entende-se, assim, por CDs de boa acessibilidade aqueles que, por exemplo, ficam próximos às principais vias de acesso. São vias de acesso de destaque, no Rio de Janeiro, a Linha Amarela, a Linha Vermelha, a Avenida Brasil e Rodovia Washington Luís.

- Proximidade da mão-de-obra

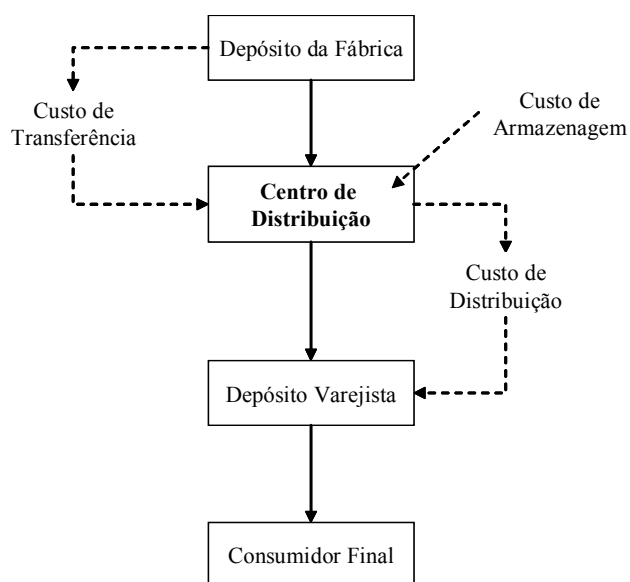
É vantajoso termos, nas proximidades, núcleos populacionais com o perfil para trabalhar na unidade a ser instalada. Isso porque há algumas jornadas de trabalho que iniciam às 6 horas da manhã e terminam quando o último cliente recebe o produto, que é o caso dos motoristas de caminhão. O deslocamento deles de casa para o trabalho e vice-versa sendo pequeno contribui para a redução do absenteísmo, problema enfrentado pelo setor de distribuição.

- Proximidade do mercado consumidor

Estar próximo a um grande mercado consumidor contribui para a garantia do nível de serviço e redução de custos de distribuição. É importante também ter proximidade de mercados consumidores com potencial de crescimento.

Os três primeiros fatores são considerados critérios objetivos, pois são quantitativos, escritos em termos monetários. Tais fatores podem ser visualizados numa rede de distribuição de produtos conforme o fluxo da figura 16.

Figura 16 – Fluxo de rede de distribuição de produtos



Já os fatores segurança, acessibilidade, proximidade de mão-de-obra e proximidade do mercado consumidor são critérios subjetivos, já que têm definições qualitativas, expressas através de variáveis lingüísticas.

#### 4.4. FREQUÊNCIAS E OBSERVAÇÕES

Os questionários preenchidos pelos quatro entrevistados que fizeram parte da pesquisa podem ser encontrados que se encontram no capítulo 7 – Anexo.

Seguem os comentários sobre os pontos levantados nas entrevistas:

#### 1) Seleção das alternativas de localização

Em entrevista semi-estruturada na presença dos quatro executivos, foram levantadas as alternativas de localização que atenderiam ao projeto de instalação do CD. Com base no conhecimento e experiência dos entrevistados, as localidades apontadas foram:

- Nilópolis (A1)
- São Cristóvão (A2)
- Duque de Caxias (A3)
- Niterói (A4)

São Cristóvão e Niterói seriam regiões estratégicas no sentido de atender clientes-chave. Tais locais têm forte exposição da marca e é onde se encontram os maiores formadores de opinião, havendo grande necessidade de se obter níveis de serviço ótimos. São Cristóvão atenderia a Zona Sul, o Centro, Niterói, São Gonçalo e Caxias. Niterói atenderia toda a região de Niterói e São Gonçalo, podendo em épocas de pico de vendas atender também a Região dos Lagos (Cabo Frio, Saquarema, etc).

Já Nilópolis atenderia toda a região da Baixada e Duque de Caxias atenderia Magé, Piabetá, Belford Roxo e São João de Meriti, por exemplo.

Outras localidades também foram destacadas pelos executivos, como Friburgo, Penha, Bangu, São Gonçalo e Itaboraí. No entanto, através de um consenso, as quatro

localidades acima citadas foram, em unanimidade, as alternativas que melhor poderiam atender às necessidades da Rio de Janeiro Refrescos no que tange seus objetivos e perspectivas para o futuro. Na figura 17, pode-se visualizar a localização das alternativas consideradas.

Figura 17 – Mapa com alternativas de localização



## 2) Seleção dos fatores locais

Os fatores locais apontados pelos quatro entrevistados, na primeira parte do questionário, como relevantes no projeto de instalação de um centro de distribuição de bebidas foram:

- Custo de Armazenagem (C1)
- Custo de Transferência (C2)

- Custo de Distribuição (C3)
- Acessibilidade (C4)
- Segurança (C5)
- Proximidade da mão-de-obra (C6)
- Proximidade do mercado consumidor (C7)

Todos os entrevistados votaram nos sete fatores acima, atribuindo o número um ao fator que acreditavam ser o mais relevante no estudo e o número sete ao menos relevante dentre os sete selecionados por ele mesmo.

Os custos de distribuição e transferência apareceram em primeiro e segundo lugares em todos os quatro questionários, enquanto que o custo de armazenagem apareceu três vezes em terceiro lugar e uma vez em quarto. O fator proximidade do mercado consumidor apareceu duas vezes em quarto lugar e duas vezes em quinto. Acessibilidade esteve em quatro posições diferentes em cada entrevista: terceiro, quarto, quinto e sexto lugares. Segurança apareceu duas vezes em sexto e duas vezes em sétimo. Por fim, proximidade de mão-de-obra esteve uma vez em quinto, uma vez em sexto e duas vezes em sétimo lugares.

### 3) Avaliação dos fatores locais

No mesmo questionário, após enumerar os sete fatores locais mais relevantes, os entrevistados atribuíram peso aos fatores de acordo com a sua importância para o estudo de localização em questão. Na tabela 1, temos a avaliação de cada fator.

Tabela 1 – Avaliação dos fatores locais segundo os entrevistados

Fatores	Decisor 1	Decisor 2	Decisor 3	Decisor 4
Custo de Armazenagem	Medium	High	Very High	High
Custo de Transferência	High	Very High	Very High	High
Custo de Distribuição	Very High	High	High	Very High
Acessibilidade	Very High	High	Very High	High
Segurança	Very High	High	High	Very High
Proximidade de Mão-de-Obra	High	High	High	Medium
Proximidade do Mercado Consumidor	Very High	High	Very High	Very High

Vemos que o fator proximidade do mercado consumidor foi avaliado, de modo geral, como o de maior importância, seguido pelo custo de distribuição, custo de transferência, acessibilidade e segurança.

#### 4) Adequação das alternativas de acordo com os critérios subjetivos

Na última parte do questionário, os executivos classificaram as localidades possíveis quanto ao grau de adequação a cada fator locacional. Foram consideradas somente as avaliações dos fatores locais subjetivos, aqueles descritos através de variáveis linguísticas.

Com relação ao fator acessibilidade, destacou-se São Cristóvão, sendo que a pior adequação a esse critério ficou com Duque de Caxias.

Segundo o fator segurança, tiveram o mesmo nível de avaliação no geral São Cristóvão e Niterói, melhor avaliadas do que Nilópolis e Duque de Caxias.

A adequação ao fator proximidade de mão-de-obra apresentou-se mais forte para São Cristóvão, seguido de Nilópolis. Niterói foi o de pior adequação a esse fator.

Por fim, com relação à proximidade do mercado consumidor, São Cristóvão foi o de melhor avaliação, seguido de Niterói. Duque de Caxias teve o pior grau de adequação.

Algumas observações podem ser feitas considerando o caso da Rio de Janeiro Refrescos para ajudar no entendimento e análise dos dados colhidos nos questionários:

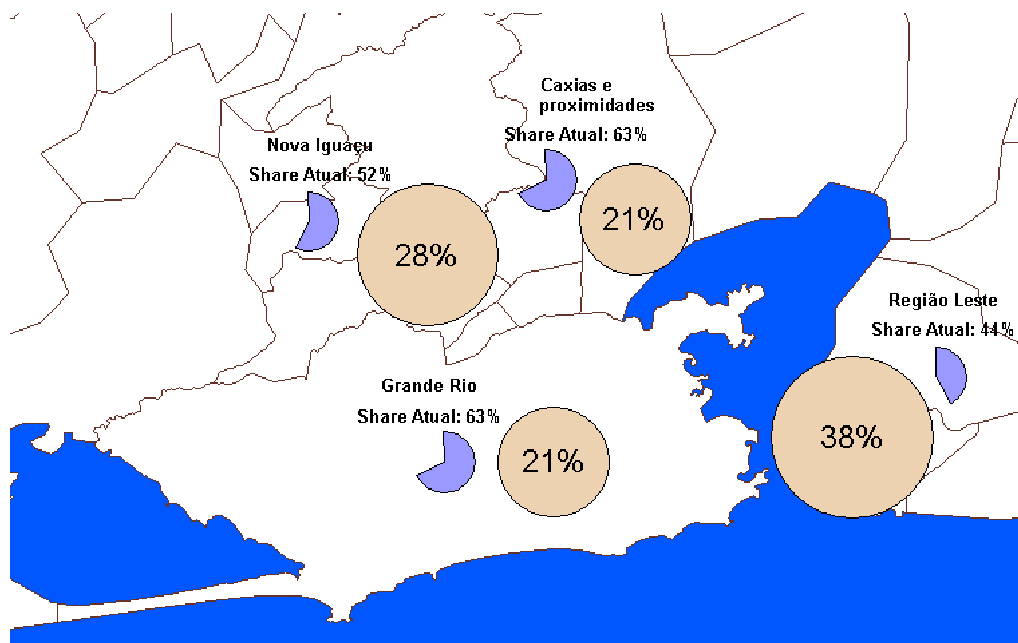
- Em julho de 2006, houve o fechamento do CD de Itaoca, localizado em Bonsucesso, devido a problemas de segurança.
- Os custos logísticos da RJR totalizam cerca de R\$ 44 milhões por ano, representando 8% da receita líquida.
- Em setembro de 2004, os roteiros de entregas no Grande Rio passaram a ser definidos com auxílio do software de roteirização Roadnet. O principal ganho operacional com a introdução dessa ferramenta foi o aumento da ocupação média dos veículos, que passou a ser 85%.
- A empresa possui CD em Jacarepaguá, Nova Iguaçu, Campos, Cabo Frio e Vitória.
- É no CD de Jacarepaguá que recebemos todos os produtos que compramos de terceiros (aqueles que não produzimos, como suco e cerveja, por exemplo) e aonde estão localizadas as linhas de produção. Ele faz distribuição direta para os clientes localizados em: Rio de Janeiro, Niterói, São Gonçalo, Maricá, Itaboraí, Cachoeiras de Macacu, Piabetá.
- O CD de Nova Iguaçu atende as regiões de Nova Iguaçu, Nilópolis, Itaguaí e Miguel Pereira.

- As regiões de Friburgo, Bom Jardim, Sumidouro, Cantagalo e Cordeiro são atendidas por uma operação de cross docking, em que a carreta sai com os produtos de Jacarepaguá e são distribuídas nos veículos de rota (entrega direta para os clientes) ao chegar em Friburgo.
- O CD de Campos atende Campos dos Goytacazes e São João da Barra, enquanto que as regiões de Macaé, Rio das Ostras, Saquarema, e Araruama são parte atendidas por Cabo Frio e parte por Distribuidores de Área (operação com terceiros autorizados).
- A empresa enfrenta problemas com ocupação do estoque em Jacarepaguá, que muitas vezes ultrapassa 100%. Sua capacidade de ocupação é de 14.500 pallets aproximadamente. Ela investe hoje em armazenagem vertical, com a construção de um transelevador com capacidade de 7.872 pallets. Este deve iniciar seu funcionamento no início de agosto de 2007.
- Existe uma forte sazonalidade, com 40% da demanda anual concentrada nos meses de verão (dezembro a março).
- Existe uma diferença de produtividade nas entregas de rota para produtos descartáveis (lata e pet) e retornáveis (vidro 290 mL, 1L e 1,25L). Para entrega de retornáveis, há uma sensibilidade de que o tempo no cliente é maior em função dos maiores cuidados com o descarregamento do vidro, além do carregamento dos cascos. Segundo dados da área de marketing da RJR, há previsão de aumento de cerca de 11% da participação dos retornáveis no volume de vendas total até 2010.



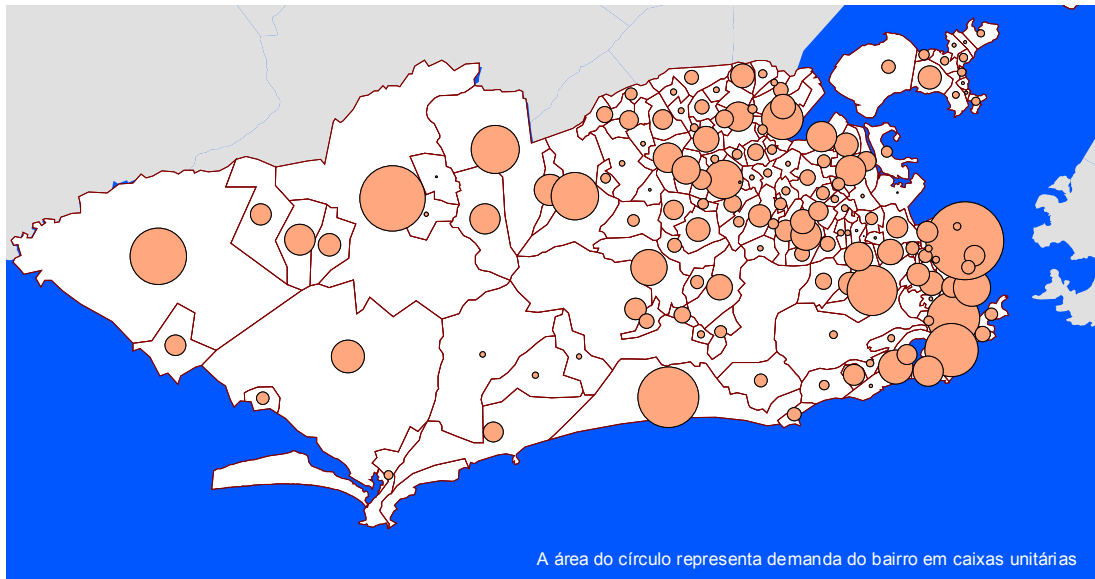
- Segundo projeções da área de marketing da empresa, baseados em dados de abril de 2005, o percentual de aumento do volume de vendas em caixas unitárias para 2010 pode ser representado pela figura 18.

Figura 18 – Projeção de crescimento para 2010



- No Rio de Janeiro, pode-se destacar as regiões do Centro, Zona Sul e Barra da Tijuca, representando juntas quase 30% da demanda total do município. Na figura 19, podemos ver que as localidades citadas possuem forte aglomeração de círculos, que correspondem à demanda em caixa unitária.

Figura 19 – Demanda atual em caixas unitárias



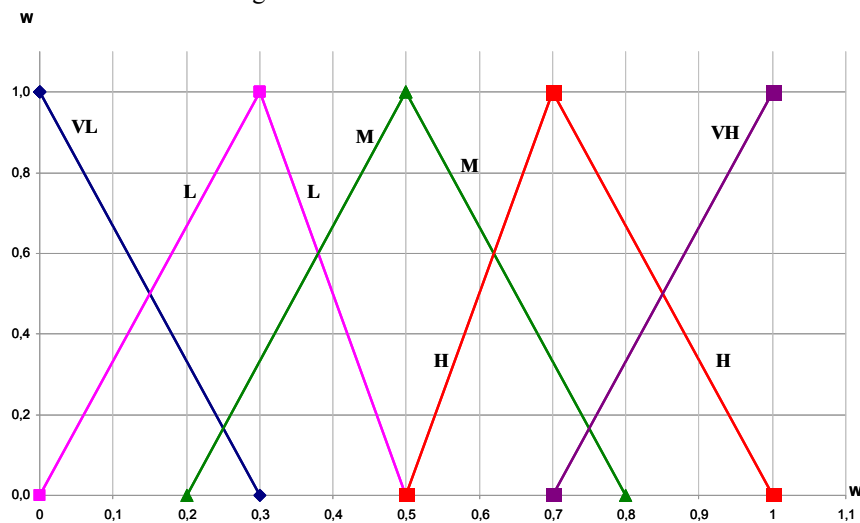
#### 4.5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como já descrito anteriormente, o modelo de Gin-Shuh Liang e Mao-Jiun J. Wang avalia, depois de definidas as alternativas e fatores locacionais, os fatores determinados pelos executivos, atribuindo pesos a esses critérios. Esses pesos referem-se às funções de pertinência relacionadas na tabela 2 e cuja figura 20 serve como ilustração.

Tabela 2 – Funções de pertinência dos critérios

PESOS DOS CRITÉRIOS	FUNÇÕES DE PERTINÊNCIA	FAIXAS DE PERTINÊNCIA	NÚMEROS FUZZY				PERTINÊNCIAS DOS CRITÉRIOS			
VL=VERY LOW	$1-10x/3$	$0 \leq x \leq 0,3$	0	0	0	0,3	1,0	1,0	1,0	0,0
L=LOW	$10x/3$	$0 \leq x \leq 0,3$	0	0,3	0,3	0,5	0,0	1,0	1,0	1,7
L=LOW	$5/2-5x$	$0,3 \leq x \leq 0,5$	0	0,3	0,3	0,5	2,5	1,0	1,0	0,0
M=MEDIUM	$10x-2/3$	$0,2 \leq x \leq 0,5$	0,2	0,5	0,5	0,8	0,0	1,0	1,0	2,0
M=MEDIUM	$8/3-10x/3$	$0,5 \leq x \leq 0,8$	0,2	0,5	0,5	0,8	2,0	1,0	1,0	0,0
H=HIGH	$5x-5/2$	$0,5 \leq x \leq 0,7$	0,5	0,7	0,7	1	0,0	1,0	1,0	2,5
H=HIGH	$10/3-10x/3$	$0,7 \leq x \leq 1$	0,5	0,7	0,7	1	1,7	1,0	1,0	0,0
VH=VERY HIGH	$10x/3-7/3$	$0,7 \leq x \leq 1$	0,7	1	1	1	0,0	1,0	1,0	1,0

Figura 20 – Pertinência dos critérios



Sendo  $W_t = (c_t, a_t, b_t, d_t)$  o vetor que agrega as avaliações dos executivos, onde t é o fator locacional e j é o avaliador, a seguinte operação é realizada:

$$c_t = \sum c_{tj} / n$$

$$a_t = \sum a_{tj} / n$$

$$b_t = \sum b_{tj} / n$$

$$d_t = \sum d_{tj} / n$$

Dessa forma, encontramos os pesos para cada critério segundo a tabela 3:

Tabela 3 – Pesos para cada critério

<b>Crítérios</b>	<b>Decisor 1</b>	<b>Decisor 2</b>	<b>Decisor 3</b>	<b>Decisor 4</b>	<b>Wt = <math>\sum W_{tj} \times 1/n</math></b>
C1	Medium 0,2 0,5 0,5 0,8	High 0,5 0,7 0,7 1	Very High 0,7 1 1 1	High 0,5 0,7 0,7 1	<b>W1</b> 0,475 0,725 0,725 0,950
C2	High 0,5 0,7 0,7 1	Very High 0,7 1 1 1	Very High 0,7 1 1 1	High 0,5 0,7 0,7 1	<b>W2</b> 0,600 0,850 0,850 1,000
C3	Very High 0,7 1 1 1	High 0,5 0,7 0,7 1	High 0,5 0,7 0,7 1	Very High 0,7 1 1 1	<b>W3</b> 0,600 0,850 0,850 1,000
C4	Very High 0,7 1 1 1	High 0,5 0,7 0,7 1	Very High 0,7 1 1 1	High 0,5 0,7 0,7 1	<b>W4</b> 0,600 0,850 0,850 1,000
C5	Very High 0,7 1 1 1	High 0,5 0,7 0,7 1	High 0,5 0,7 0,7 1	Very High 0,7 1 1 1	<b>W5</b> 0,600 0,850 0,850 1,000
C6	High 0,5 0,7 0,7 1	High 0,5 0,7 0,7 1	High 0,5 0,7 0,7 1	Medium 0,2 0,5 0,5 0,8	<b>W6</b> 0,425 0,650 0,650 0,950
C7	Very High 0,7 1 1 1	High 0,5 0,7 0,7 1	Very High 0,7 1 1 1	Very High 0,7 1 1 1	<b>W7</b> 0,650 0,925 0,925 1,000

Em seguida, deve-se avaliar a adequação das alternativas, de acordo com os executivos, a cada critério subjetivo. Para isso, são atribuídas às alternativas variáveis lingüísticas, que obedecem às funções de pertinência da tabela 4.

Tabela 4 – Funções de pertinência das variáveis lingüísticas

VARIÁVEIS LINGÜÍSTICAS	FUNÇÕES DE PERTINÊNCIA	FAIXAS DE PERTINÊNCIA	NÚMEROS FUZZY				PERTINÊNCIAS			
Very Poor = VP	1-5x	$0 \leq x \leq 0,2$	0	0	0	0,2	1,0	1,0	1,0	0,0
Between Very Poor & Poor = B. VP & P	1	$0 \leq x \leq 0,2$	0	0	0,2	0,4	1,0	1,0	1,0	1,0
Between Very Poor & Poor = B. VP & P	2-5x	$0,2 \leq x \leq 0,4$	0	0	0,2	0,4	2,0	2,0	1,0	0,0
Poor = P	5x	$0 \leq x \leq 0,2$	0	0,2	0,2	0,4	0,0	1,0	1,0	2,0
Poor = P	2-5x	$0,2 \leq x \leq 0,4$	0	0,2	0,2	0,4	2,0	1,0	1,0	0,0
Between Poor & Fair = B. P & F	5x	$0 \leq x \leq 0,2$	0	0,2	0,5	0,7	0,0	1,0	2,5	3,5
Between Poor & Fair = B. P & F	1	$0,2 \leq x \leq 0,5$	0	0,2	0,5	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0
Between Poor & Fair = B. P & F	$7/2 - 5x$	$0,5 \leq x \leq 0,7$	0	0,2	0,5	0,7	3,5	2,5	1,0	0,0
Fair = F	$5x-3/2$	$0,3 \leq x \leq 0,5$	0,3	0,5	0,5	0,7	0,0	1,0	1,0	2,0
Fair = F	$7/2-5x$	$0,5 \leq x \leq 0,7$	0,3	0,5	0,5	0,7	2,0	1,0	1,0	0,0
Between Fair & Good = B. F & G	$5x-3/2$	$0,3 \leq x \leq 0,5$	0,3	0,5	0,8	1	0,0	1,0	2,5	3,5
Between Fair & Good = B. F & G	1	$0,5 \leq x \leq 0,8$	0,3	0,5	0,8	1	1,0	1,0	1,0	1,0
Between Fair & Good = B. F & G	$5 - 5x$	$0,8 \leq x \leq 1$	0,3	0,5	0,8	1	3,5	2,5	1,0	0,0
G = Good	$5x-3$	$0,6 \leq x \leq 0,8$	0,6	0,8	1	1	0,0	1,0	2,0	2,0
G = Good	$5 - 5x$	$0,8 \leq x \leq 1$	0,6	0,8	1	1	2,0	1,0	0,0	0,0
Between Good & Very Good = B. G & VG	$5x-3$	$0,6 \leq x \leq 0,8$	0,6	0,8	1	1	0,0	1,0	2,0	2,0
Between Good & Very Good = B. G & VG	1	$0,8 \leq x \leq 1$	0,6	0,8	1	1	1,0	1,0	1,0	1,0
Very Good = VG	$5x - 4$	$0,8 \leq x \leq 1$	0,8	1	1	1	0,0	1,0	1,0	1,0

Sendo  $S_{it} = (q_{it}, o_{it}, p_{it}, r_{it})$  o vetor que representa tal avaliação, onde  $i$  é a alternativa e  $t$  é o fator locacional, realizamos as operações:

$$q_{it} = \sum q_{ij} / n$$

$$o_{it} = \sum o_{ij} / n$$

$$p_{it} = \sum p_{ij} / n$$

$$r_{it} = \sum r_{ij} / n$$

Encontramos, assim, os resultados das tabelas 5, 6, 7 e 8:

- Fator: Acessibilidade (C4)

Tabela 5 – Adequação das alternativas quanto à acessibilidade

Alternativas	Decisor 1	Decisor 2	Decisor 3	Decisor 4	Sit = $\sum Sit \times 1/n$
A1	Fear 0,3 0,5 0,5 0,7	B. Poor & Fear 0 0,2 0,5 0,7	Poor 0 0,2 0,2 0,4	Fear 0,3 0,5 0,5 0,7	S14 0,15 0,35 0,425 0,625
A2	B. Fear & Good 0,3 0,5 0,8 1	Good 0,6 0,8 0,8 1	Good 0,6 0,8 0,8 1	B. Fear & Good 0,3 0,5 0,8 1	S24 0,45 0,65 0,8 1
A3	B. Very Poor & Poor 0 0 0,2 0,4	Poor 0 0,2 0,2 0,4	Poor 0 0,2 0,2 0,4	B. Poor & Fear 0 0,2 0,5 0,7	S34 0 0,15 0,275 0,475
A4	B. Poor & Fear 0 0,2 0,5 0,7	Poor 0 0,2 0,2 0,4	B. Poor & Fear 0 0,2 0,5 0,7	Fear 0,3 0,5 0,5 0,7	S44 0,075 0,275 0,425 0,625

- Fator: Segurança (C5)

Tabela 6 – Adequação das alternativas quanto à segurança

Alternativas	Decisor 1	Decisor 2	Decisor 3	Decisor 4	Sit = $\sum Sit \times 1/n$
A1	B. Poor & Fear 0 0,2 0,5 0,7	Fear 0,3 0,5 0,5 0,7	Poor 0 0,2 0,2 0,4	Fear 0,3 0,5 0,5 0,7	S15 0,15 0,35 0,425 0,625
A2	B. Fear & Good 0,3 0,5 0,8 1	Good 0,6 0,8 0,8 1	B. Poor & Fear 0 0,2 0,5 0,7	Good 0,6 0,8 0,8 1	S25 0,375 0,575 0,725 0,925
A3	Fear 0,3 0,5 0,5 0,7	B. Poor & Fear 0 0,2 0,5 0,7	B. Poor & Fear 0 0,2 0,5 0,7	B. Fear & Good 0,3 0,5 0,8 1	S35 0,15 0,35 0,575 0,775
A4	B. Fear & Good 0,3 0,5 0,8 1	Good 0,6 0,8 0,8 1	Fear 0,3 0,5 0,5 0,7	B. Fear & Good 0,3 0,5 0,8 1	S45 0,375 0,575 0,725 0,925

- Fator: Proximidade de Mão-de-Obra (C6)

Tabela 7 – Adequação das alternativas quanto à proximidade de mão-de-obra

Alternativas	Decisor 1	Decisor 2	Decisor 3	Decisor 4	Sit = $\sum Sit \times 1/n$
A1	Good 0,6 0,8 0,8 1	Good 0,6 0,8 0,8 1	Good 0,6 0,8 0,8 1	B. Fear & Good 0,3 0,5 0,8 1	S16 0,525 0,725 0,8 1
A2	Good 0,6 0,8 0,8 1	Good 0,6 0,8 0,8 1	B. Fear & Good 0,3 0,5 0,8 1	Very Good 0,8 1 1 1	S26 0,575 0,775 0,85 1
A3	Good 0,6 0,8 0,8 1	Good 0,3 0,5 0,8 1	B. Poor & Fear 0 0,2 0,5 0,7	Fear 0,3 0,5 0,5 0,7	S36 0,3 0,5 0,65 0,85
A4	B. Fear & Good 0,3 0,5 0,8 1	B. Fear & Good 0,3 0,5 0,8 1	B. Poor & Fear 0 0,2 0,5 0,7	Fear 0,3 0,5 0,5 0,7	S46 0,225 0,425 0,65 0,85

- Fator: Proximidade do Mercado Consumidor (C7)

Tabela 8 – Adequação das alternativas quanto à proximidade do mercado

Alternativas	Decisor 1	Decisor 2	Decisor 3	Decisor 4	Sit = $\sum Sit \times 1/n$
A1	B. Fear & Good 0,3 0,5 0,8 1	B. Fear & Good 0,3 0,5 0,8 1	B. Poor & Fear 0 0,2 0,5 0,7	Good 0,3 0,5 0,8 1	S17 0,225 0,425 0,725 0,925
A2	Good 0,6 0,8 0,8 1	Good 0,6 0,8 0,8 1	Good 0,6 0,8 0,8 1	Very Good 0,8 1 1 1	S27 0,65 0,85 0,85 1
A3	B. Fear & Good 0,3 0,5 0,8 1	Fear 0,3 0,5 0,5 0,7	B. Poor & Fear 0 0,2 0,5 0,7	Fear 0,3 0,5 0,5 0,7	S37 0,225 0,425 0,575 0,775
A4	Good 0,6 0,8 0,8 1	Good 0,6 0,8 0,8 1	B. Fear & Good 0,3 0,5 0,8 1	Very Good 0,8 1 1 1	S47 0,575 0,775 0,85 1

Com relação aos critérios objetivos – custo de armazenagem, custo de transferência e custo de distribuição, alguns cálculos foram realizados procurando aproximar ao máximo os custos estimados da realidade.

Para estimarmos os custos de armazenagem, não foram considerados os investimentos. Foram utilizados para a análise somente os custos operacionais. As contas de despesas usadas foram: segurança patrimonial, pátio, despesas de distribuição e administração de vendas.

Para a estimativa dos custos de transferência, foram consideradas carretas de 24 pallets, com ocupação máxima de 98%. O custo fixo consistia em R\$12.000,00 por mês e o custo variável R\$1,70 por quilômetro.

A estimativa dos custos de distribuição considerou a capacidade dos caminhões sendo 10 pallets, com ocupação máxima de 90%. O custo fixo considerado foi R\$9.976,00 por mês e o custo variável R\$1,46 por quilômetro.

Foram calculados através dessas premissas os custos estimados na tabela 9:

Tabela 9 – Estimativa de custos

Cenário CDs	Custo de Armazenagem	Custo de Transferência	Custo de Distribuição
Nilópolis	14.768.718	1.247.252	33.218.554
São Cristovão	15.821.228	1.890.400	32.484.159
Duque de Caxias	14.027.129	904.337	34.787.540
Niterói	13.693.841	1.357.263	33.370.995

A fim de assegurar a compatibilidade entre os custos referentes aos critérios objetivos e as classificações lingüísticas dos critérios subjetivos, tais custos devem ser convertido em índices. A alternativa que tiver custo mínimo deve ter peso máximo. Dessa forma, o custo da alternativa i é denominado  $T_i$  ( $i = 1,2,3...m$ ) e a classificação do critério objetivo é representada por  $RT_i$ :

$$RT_i = \{T_i \otimes [T_1^{-1} \oplus T_2^{-1} \oplus \dots \oplus T_m^{-1}]\}^{-1}$$

Logo, transformando os fatores objetivos em índices fuzzy, temos as tabelas 10,12 e 14, que podem ser resumidas pelas tabelas 11, 13 e 15.

- Fator: Custo de Armazenagem (C1)

Tabela 10 – Índice fuzzy referente ao custo de armazenagem

Alternativas	Custo Total =Ti				$10^{-2}/Ti$ (ou $1/Ti$ )				$Ti \times \Sigma 1/Ti$ (ou $Ti \times G$ )				$RTi=(1/TixG)$			
1	14,77	14,77	14,77	14,77	6,77	6,77	6,77	6,77	4,06	4,06	4,06	4,06	0,25	0,25	0,25	0,25
2	15,82	15,82	15,82	15,82	6,32	6,32	6,32	6,32	4,35	4,35	4,35	4,35	0,23	0,23	0,23	0,23
3	14,03	14,03	14,03	14,03	7,13	7,13	7,13	7,13	3,86	3,86	3,86	3,86	0,26	0,26	0,26	0,26
4	13,69	13,69	13,69	13,69	7,30	7,30	7,30	7,30	3,77	3,77	3,77	3,77	0,27	0,27	0,27	0,27
$G=\Sigma(1/Ti)=$					0,2752	0,2752	0,2752	0,2752	$\Sigma RTi=$				1,00	1,00	1,00	1,00



As operações de adição, divisão e multiplicação foram realizadas, seguindo a lógica fuzzy. Temos, então, por definição:

Tabela 11 – (q,o,p,r) referente ao custo de armazenagem

<b>Rti</b>	<b>q</b>	<b>o</b>	<b>p</b>	<b>r</b>	
RT1	0,25	0,25	0,25	0,25	s11
RT2	0,23	0,23	0,23	0,23	s21
RT3	0,26	0,26	0,26	0,26	s31
RT4	0,27	0,27	0,27	0,27	s41
<b>ΣRTi=</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	

- Fator: Custo de Transferência (C2)

Tabela 12 – Índice fuzzy referente ao custo de transferência

Alternativas	Custo Total =Ti				10 <sup>-2</sup> /Ti (ou 1/Ti)				Ti x Σ1/Ti (ou Ti x G)				RTi=(1/TixG)			
	1	1,25	1,25	1,25	1,25	80,18	80,18	80,18	80,18	0,34	0,34	0,34	0,34	2,91	2,91	2,91
2	1,89	1,89	1,89	1,89	52,90	52,90	52,90	52,90	0,52	0,52	0,52	0,52	1,92	1,92	1,92	1,92
3	0,90	0,90	0,90	0,90	110,58	110,58	110,58	110,58	0,25	0,25	0,25	0,25	4,02	4,02	4,02	4,02
4	1,36	1,36	1,36	1,36	73,68	73,68	73,68	73,68	0,37	0,37	0,37	0,37	2,68	2,68	2,68	2,68
	G=Σ(1/Ti)=				3,1733	3,1733	3,1733	3,1733	ΣRTi=				11,53	11,53	11,53	11,53

Tabela 13 – (q,o,p,r) referente ao custo de transferência

<b>Rti</b>	<b>q</b>	<b>o</b>	<b>p</b>	<b>r</b>	
RT1	2,91	2,91	2,91	2,91	s12
RT2	1,92	1,92	1,92	1,92	s22
RT3	4,02	4,02	4,02	4,02	s32
RT4	2,68	2,68	2,68	2,68	s42
<b>ΣRTi=</b>	<b>11,53</b>	<b>11,53</b>	<b>11,53</b>	<b>11,53</b>	

- Fator: Custo de Distribuição (C3)

Tabela 14 – Índice fuzzy referente ao custo de distribuição

Alternativas	Custo Total =Ti				10 <sup>-2</sup> /Ti (ou 1/Ti)				Ti x Σ1/Ti (ou Ti x G)				RTi=(1/TixG)							
	1	33,22	33,22	33,22	33,22	3,01	3,01	3,01	3,01	9,14	9,14	9,14	9,14	0,11	0,11	0,11	0,11			
2	32,48	32,48	32,48	32,48	3,08	3,08	3,08	3,08	8,94	8,94	8,94	8,94	0,11	0,11	0,11	0,11				
3	34,79	34,79	34,79	34,79	2,87	2,87	2,87	2,87	9,57	9,57	9,57	9,57	0,10	0,10	0,10	0,10				
4	33,37	33,37	33,37	33,37	3,00	3,00	3,00	3,00	9,18	9,18	9,18	9,18	0,11	0,11	0,11	0,11				
	G=Σ(1/Ti)=				0,1196	0,1196	0,1196	0,1196					ΣRTi=				0,43	0,43	0,43	0,43

Tabela 15 – (q,o,p,r) referente ao custo de distribuição

Rti	q	o	p	r	
RT1	0,11	0,11	0,11	0,11	s13
RT2	0,11	0,11	0,11	0,11	s23
RT3	0,10	0,10	0,10	0,10	s33
RT4	0,11	0,11	0,11	0,11	s43
<b>Σ RTi=</b>	<b>0,43</b>	<b>0,43</b>	<b>0,43</b>	<b>0,43</b>	

Assim, com os critérios objetivos e subjetivos ajustados, deve-se agregar os pesos dados aos fatores através da média dos produtos. Com isso, o indicador de adequabilidade fuzzy poderá ser encontrado. De forma resumida, os pesos atribuídos aos fatores foram:

Tabela 16 – Pesos atribuídos aos fatores

<b>Pesos</b>	c	a	b	d
W1	0,5	0,7	0,7	1
W2	0,6	0,9	0,9	1
W3	0,6	0,9	0,9	1
W4	0,6	0,9	0,9	1
W5	0,6	0,9	0,9	1
W6	0,4	0,7	0,7	1
W7	0,7	0,9	0,9	1

Da mesma forma, os índices fuzzy dos critérios com relação a cada alternativa podem ser encontrados na tabela 17:

Tabela 17 – Índices fuzzy referentes aos critérios objetivos

Alternativas	Sit = Rti (Alternativas X Critérios Objetivos)											
	S11				S12				S13			
A1	0,25	0,25	0,25	0,25	2,91	2,91	2,91	2,91	0,11	0,11	0,11	0,11
A2	S21				S22				S23			
	0,23	0,23	0,23	0,23	1,92	1,92	1,92	1,92	0,11	0,11	0,11	0,11
A3	S31				S32				S33			
	0,26	0,26	0,26	0,26	4,02	4,02	4,02	4,02	0,10	0,10	0,10	0,10
A4	S41				S42				S43			
	0,27	0,27	0,27	0,27	2,68	2,68	2,68	2,68	0,11	0,11	0,11	0,11

Tabela 18 – Índices fuzzy referentes aos critérios subjetivos

Alternativas	Sit = ΣSit x 1/n (Alternativas X Critérios subjetivos)															
	S14				S15				S16				S17			
A1	0,27	0,27	0,27	0,27	0,15	0,35	0,43	0,63	0,53	0,73	0,80	1,00	0,23	0,43	0,73	0,93
A2	S24				S25				S26				S27			
	0,45	0,65	0,80	1,00	0,38	0,58	0,73	0,93	0,58	0,78	0,85	1,00	0,65	0,85	0,85	1,00
A3	S34				S35				S36				S37			
	0,00	0,15	0,28	0,48	0,15	0,35	0,58	0,78	0,30	0,50	0,65	0,85	0,23	0,43	0,58	0,78
A4	S44				S45				S46				S47			
	0,08	0,28	0,43	0,63	0,38	0,58	0,73	0,93	0,23	0,43	0,65	0,85	0,58	0,78	0,85	1,00

Para encontrarmos a média dos produtos, usamos a fórmula:

$$F_i = (1/k) \otimes [(S_{i1} \times W_1) \oplus (S_{i2} \times W_2) \oplus \dots \oplus (S_{ik} \times W_k)]$$

Pelo princípio da extensão, F é um número fuzzy com função de pertinência:

$$f_{F_i} = \begin{cases} -H_{i1} + [H_{i1}^2 + (x - Y_i / T_{i1})^{1/2}] & , Y_i \leq x \leq Q_i \\ 1 & , Q_i \leq x \leq R_i \\ -H_{i2} + [H_{i2}^2 + (x - Z_i / U_{i1})^{1/2}] & , R_i \leq x \leq Z_i \\ 0 & , \text{ para os demais} \end{cases}$$

sendo:

$$T_{i1} = \sum (o_{it} - q_{it}) (a_t - c_t) / k$$

$$T_{i2} = \sum [q_{it}(a_t - c_t) + c_t(o_{it} - q_{it})] / k$$

$$U_{i1} = \sum (r_{it} - p_{it}) (d_t - b_t) / k$$

$$U_{i2} = \sum [d_t (p_{it} - r_{it}) + r_{it}(b_t - d_t)] / k$$

$$H_{i1} = T_{i2} / (2T_{i1}) \quad H_{i2} = -U_{i2} / (2U_{i1})$$

$$Y_i = \sum q_{it} c_t / k \quad Q_i = \sum o_{it} a_t / k$$

$$R_i = \sum p_{it} b_t / k \quad Z_i = \sum r_{it} d_t / k$$

Substituindo os valores, encontramos:

Tabela 19 – Números fuzzy

<b>A</b>	<b>Yi</b>	<b>Qi</b>	<b>Ri</b>	<b>Zi</b>	<b>Hi1</b>	<b>Ti1</b>	<b>Hi2</b>	<b>Ui1</b>	<b>Ui2</b>	<b>Ti2</b>
<b>1</b>	0,637	1,034	1,131	1,505	4,786	0,038	7,627	0,026	-0,400	0,359
<b>2</b>	0,623	1,057	1,133	1,532	3,838	0,050	7,368	0,029	-0,428	0,384
<b>3</b>	0,740	1,209	1,342	1,800	4,499	0,047	7,286	0,034	-0,492	0,422
<b>4</b>	0,634	1,081	1,187	1,599	3,848	0,050	6,781	0,033	-0,445	0,385

De fato, dizemos que o  $X_{\min}$  é 0,623 e o  $X_{\max}$  é 1,800, sendo o  $\Delta X$  equivalente a 1,177.

O próximo passo é ranquear os índices fuzzy de adequabilidade das alternativas. Existem diversas maneiras de ranquear alternativas de índices fuzzy, mas vamos adotar o método de Chen. Assim, a função de maximização é definida por:

$$F_M(x) = \begin{cases} (x - x_1) / (x_2 - x_1)^k, & x_1 \leq x \leq x_2 \\ 0 & , \text{ para os demais} \end{cases}$$

E a função de minimização é definida por:

$$F_G(x) = \begin{cases} (x - x_2) / (x_1 - x_2)^k, & x_1 \leq x \leq x_2 \\ 0 & , \text{ para os demais} \end{cases}$$

onde:  $k = 1$ ,  $x_1 = X_{\min}$  e  $x_2 = X_{\max}$

Logo:

Tabela 20 – Função de maximização

<b>A</b>	Yi	Qi	Ri	Zi
<b>1</b>	0,012	0,349	0,432	0,750
<b>2</b>	0,000	0,368	0,433	0,772
<b>3</b>	0,100	0,498	0,611	1,000
<b>4</b>	0,010	0,389	0,479	0,829

$f_M(x)$

Tabela 21 – Função de minimização

<b>A</b>	Yi	Qi	Ri	Zi
<b>1</b>	0,988	0,651	0,568	0,250
<b>2</b>	1,000	0,632	0,567	0,228
<b>3</b>	0,900	0,502	0,389	0,000
<b>4</b>	0,990	0,611	0,521	0,171

$f_G(x)$

onde:

$$U_M(F_i) = \sup (f_{F_i}(x) \wedge f_M(x))$$

$$U_G(F_i) = \sup (f_{F_i}(x) \wedge f_G(x))$$

Logo,

Tabela 22 – Definição do  $U_M$

<b>A</b>	Yi	Qi	Ri	Zi
<b>1</b>	0	0,349	0,432	0
<b>2</b>	0	0,368	0,433	0
<b>3</b>	0	0,498	0,611	0
<b>4</b>	0	0,389	0,479	0

$U_M(x)$

Tabela 23 – Definição do  $U_G$

$U_G(x) =$

<b>A</b>	$Y_i$	$Q_i$	$R_i$	$Z_i$
<b>1</b>	0	0,651	0,568	0
<b>2</b>	0	0,632	0,567	0
<b>3</b>	0	0,502	0,389	0
<b>4</b>	0	0,611	0,521	0

$U_G(x)$

O ranqueamento do índice fuzzy de adequabilidade ( $U_T(F_i)$ ) será definido por:

$$U_T(F_i) = [U_M(F_i) + 1 - U_G(F_i)] / 2$$

A partir desta equação, encontra-se os seguintes valores para  $U_T(x)$ :

Tabela 24 – Definição do  $U_T$

<b>A</b>		
<b>1</b>	$U_{T1}(x)$	0,39
<b>2</b>	$U_{T2}(x)$	0,401
<b>3</b>	$U_{T2}(x)$	0,554
<b>4</b>	$U_{T3}(x)$	0,434

O ranking do valor de  $U_i(F_i)$  para o índice de adequação  $F_i$  pode ser obtido pela equação:

$$U_T(F_i) = [H_{i2} - (H_{i2}^2 + (x_R - Z_i)/U_{i1})^{1/2} + 1 + H_{i1} - (H_{i1}^2 + (x_L - Y_i)/T_{i1})^{1/2}] / 2 \quad \text{para } i=1, 2, \dots, m$$

onde:

$$x_R = \{2x_1 + 2H_{i1}(x_2 - x_1) + (x_2 - x_1)^2 / U_{i1} - (x_2 - x_1)$$

$$[2H_{i2} + (x_2 - x_1) / U_{i1}]^2 + 4x_1 - Z_i / U_{i1}\} / 2$$

$$x_L = \{2x_2 + 2H_{i1}(x_2 - x_1) + (x_2 - x_1)^2 / T_{i1} - (x_2 - x_1)$$

$$[2H_{i1} + (x_2 - x_1) / T_{i1}]^2 + 4(x_2 - Y_i) / T_{i1}\} / 2$$

Para a qual os valores de  $x_R$ ,  $x_L$  e  $U_T(x)$  encontrados serão iguais a:

Tabela 25 – Definição de  $x_R$ ,  $x_L$  e  $U_T(x)$

<b>A</b>	<b>xR</b>	<b>xL</b>	<b>UT(x)</b>
<b>1</b>	1,288	1,811	-0,506
<b>2</b>	1,296	1,800	-0,388
<b>3</b>	1,465	1,887	-0,236
<b>4</b>	1,340	1,809	-0,366

Uma possibilidade de gerar o ranking das alternativas considerando os números fuzzy trapezoidais ( $Y_i$ ,  $Q_i$ ,  $R_i$ ,  $Z_i$ ) é utilizar a equação simplificada:

$$U_T(F_i) \approx [(Z_i - x_1) / ((x_2 - x_1) - (R_i - Z_i)) + 1 - (x_2 - Y_i) / ((x_2 - x_1) + (Q_i - Z_i))] / 2 \quad \text{para } i=1, 2, \dots, m$$



Neste caso, os valores encontrados para  $U_T(x)$ , foram:

Tabela 26 – Definição da melhor alternativa

<b>A</b>	<b><math>U_T(x)</math></b>
<b>1</b>	0,293
<b>2</b>	0,303
<b>3</b>	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,423</span>
<b>4</b>	0,329

Por fim, ao analisar o ranking acima, podemos verificar que a melhor alternativa é a 3, ou seja, a instalação de um centro de distribuição em Duque de Caxias.

## **Capítulo 5**

### **CONCLUSÕES**

#### **5.1. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES**

Ser competitivo nos dias de hoje requer a presença de uma cadeia de valor integrada e focada em resultados. Essa cadeia precisa pensar em eficiência desde o momento em que o cliente faz o pedido até a hora em que este é entregue. A entrega, de fato, deve ser perfeita. Isso significa que o cliente tem que receber na data certa, o produto certo, na quantidade certa, com o preço acordado e com a qualidade esperada.

Nesse sentido, as operações da cadeia de valor têm início com a expedição de materiais de um fornecedor e terminam com o produto entregue ao cliente. Dentro desse fluxo, decisões logísticas importantes devem ser tomadas, sendo críticas para a sobrevivência da empresa. Uma decisão que se destaca é a localização de instalações industriais, como centros de distribuição, tratados neste estudo. Equívocos na determinação do local podem gerar custos inesperados e falta de sincronia nos processos logísticos.

O nível adequado de custos logísticos está relacionado com o desempenho desejado de serviço. A obtenção simultânea de grande disponibilidade de produto, confiabilidade e desempenho operacional tem um alto custo. Como cada vez mais o mercado mostra-se exigente, requerendo um nível de serviço de excelência, os estudos de localização industrial

devem levar em consideração não só os aspectos quantitativos, mas também os aspectos qualitativos.

O objetivo do presente trabalho foi justamente avaliar o melhor local para instalar um centro de distribuição do setor de bebidas ponderando fatores monetários e não-monetários. São eles: custo de armazenagem, custo de transferência, custo de distribuição, acessibilidade, segurança, proximidade da mão-de-obra e proximidade do mercado consumidor. Esses fatores foram apontados por alguns executivos como aqueles mais relevantes na escolha do CD e, com base neles, aplicou-se método fuzzy de hierarquização das alternativas locais.

Observou-se que, de acordo com os pesos atribuídos a cada fator, aquele que foi apontado como o mais importante foi a proximidade com o mercado consumidor, enquanto que o que foi julgado como menos importante foi a proximidade da mão-de-obra.

Através do modelo fuzzy de Gin-Shuh Liang e Mao-Jin J. Wang, a localização mais adequada seria em Duque de Caxias. Pode-se dizer que o resultado obtido com o modelo foi satisfatório, podendo este ser considerado como um instrumento eficiente para escolha de localização ótima de um projeto de investimento industrial no setor de bebidas.

Por fim, o presente estudo confirma que o método fuzzy aplicado é uma ferramenta poderosa na resolução de problemas de seleção locacional, podendo ser usado com confiabilidade nas tomadas de decisões logísticas no que diz respeito à localização.

## **5.2. RECOMENDAÇÕES**

À luz dos resultados e conclusões obtidos, recomenda-se que futuros estudos no setor de bebidas, com a utilização de método fuzzy, continuem sendo desenvolvidos em maior profundidade. O Modelo COPPETEC/Cosenza de Localização Industrial poderia ser aplicado para avaliar o nível de satisfação dos fatores demandados pela indústria de bebidas vis-a-vis a oferta destes fatores por diferentes alternativas locacionais. Assim, teríamos uma análise a respeito das atuais localizações dos CDs existentes, resultando no apontamento dos locais que não são adequados para atenderem aos objetivos do empreendimento.

Recomenda-se também que a opinião dos executivos sejam ponderadas de acordo com sua experiência profissional, ou seja, as avaliações daqueles com maior intimidade com o assunto receberiam um peso maior, influenciando mais nos resultados.

## Capítulo 6

### BIBLIOGRAFIA

ABIR – Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não-Alcóolicas. *Dados contidos na página da Internet*. 2007. Disponível em: <<http://www.abir.org.br/>>. Acesso em: 10 mar 2007.

ACNIELSEN. *Dados contidos na página da Internet*. 2007. Disponível em: <<http://br.acnielsen.com/site/index.shtml>>. Acesso em: 10 mar 2007.

ALMEIDA SILVA, E. N. de. *Centralização da distribuição e custos de transportes: estudo de caso da Ambev*. 2006. Dissertação (Mestrado) - COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.

AMARAL GURGEL, F. do. *Logística industrial*. São Paulo: Atlas, 2000.

ANDRADE, E.L. *Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para análise de decisões*. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, 2004.

BAAS, S.; KWAKERNAAK, H. *Rating and raking of multiple-aspect alternatives using fuzzy-sets*. *Automatica*, v. 13, p. 47-58. 1977.

BALLOU, H.R. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

\_\_\_\_\_. *Logística empresarial*. 1. ed. São Paulo: Atlas, 1993.

BOWERSOX, D.J.; CLOSS, D. J. *Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento*. São Paulo: Atlas, 2001.

CLEMENTE, A. et al. *Projetos empresariais e públicos*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

COCA-COLA. *Dados contidos na página da Internet*. 2007. Disponível em: <<http://www.cocacola.com.br/pt-br/index.jsp>>. Acesso em: 25 mar 2007.

COSENZA, C.A.N.; TOLEDO, O. *Metodologia de avaliação de desempenho baseada em lógica fuzzy*. Artigo do XXXII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Rio de Janeiro, 2004.

COSENZA, C.A.N. *Modelo de localização industrial*. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1979.

\_\_\_\_\_. *A evolução do modelo Coppetec-Cosenza de modelo de localização industrial para modelo de hierarquia fuzzy e sua aplicabilidade*. Artigo do XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, 2001.

\_\_\_\_\_. *An industrial location model*. Cambridge (working paper), Martin Center for Architectural and Urban Studies Cambridge University, 1981.

\_\_\_\_\_. *Teoria de conjuntos fuzzy – comparação introdutória com a teoria clássica dos conjuntos*. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2001.

DEMO, P. *Pesquisa: princípio científico e educativo*. 3. ed. São Paulo: Cortez Autores Associados, 1992.

DONDA JÚNIOR, A. *Fatores influentes no processo de escolha da localização agroindustrial no Paraná: estudo de caso de uma agroindústria de aves*. 2002. Dissertação (Mestrado) - UFSC, Florianópolis, 2002.

FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. *Logística empresarial: a perspectiva brasileira*. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

FRICK, O.O. *Reflexões sobre a desconcentração industrial em São Paulo*. 1991. Tese (Doutorado) – USP, São Paulo, 1991.

GERTNER, R.K. *A Decisão de localização industrial em mercados globalizados: uma aplicação do modelo Cosenza em empresas do setor automobilístico instaladas no Brasil*. 2000. Tese (Doutorado) - COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2000.

HORA, A.F. da; LONGO, O.C.; SOUZA, R.N. de. *Teoria da localização segundo Von Thünen, Alfred Weber e August Lösch*, 1995. Trabalho final da disciplina do curso de graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro-COPPE, Rio de Janeiro, 1995.

ISARD, W. *Location and the space economy: a general theory relating to industrial location, market areas, land use, trade and urban structure*. New York, John Wiley, 1956.

KOTLER, P.; HAIDER, D.H.; REIN, I. *Marketing places: attracting investment industry, and tourism to cities, states and nation*. New York, New York Press, 1993.

LACERDA, L. Armazenagem estratégica: analisando novos conceitos. *Artigos CEL*, Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <http://www.centrodelogistica.com.br/new/fr-conceitos.htm>. Acesso em: 25 mar 2007.

\_\_\_\_\_. Considerações sobre o estudo de localização de instalações. *Artigos CEL*, Rio de Janeiro, 1999. Disponível em: <http://www.centrodelogistica.com.br/new/fr-loc-inst.htm>>. Acesso em: 25 mar 2007.

LAM, B; SELDIN, R. *Modelos de localização – teoria e relevância para as indústrias*. Artigo do Encontro de Engenharia de Produção da UFRJ – VIII Profundão. Rio de Janeiro, 2004.

LAMBERT, D. M.; STOCK, J.R. *Strategic logistics management*. Boston: Ed. Irwin, 1992.

LIANG, G.S.; WANG, M.J.J. A fuzzy multi-criteria decision-making method for facility site selection. *International Journal of Production Resources*, v. 11, p. 2313-2330. 1991.

NOVAES, A. G. *Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação*. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

PORTER, M. E. *The competitive advantage of nations*. New York, The Free Press, 1990.

PONTES SARAIVA, G.J. de. *Lógica fuzzy*. Rev. Mil. Ciên. Tecnol. Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 43-66. 2000.

RHEINGANTZ, P. *Cosenza hierarchical analysis model for the performance assessment of office buildings*. Facilities, v. 21, p. 333-346. 2003.

RIO DE JANEIRO REFRESCOS. *Dados contidos na página da Internet*. 2007. Disponível em: <<http://www.rjrefrescos.com.br/home.asp>>. Acesso em: 25 mar 2007.

ROSS, T.J. *Fuzzy logic with engineering applications*. New York, McGraw-Hill, 1995.

SCHMIDT, M. F. *Nova história crítica do Brasil: 500 anos de história malcontada*. São Paulo: Nova Geração, 1997.

TANAKA, K. *An introduction to fuzzy logic for practical applications*. New York, Springer, 1962.

WANKE, P. Aspectos fundamentais do problema de localização de instalações em redes logísticas. *Artigos CEL*, Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <<http://www.centrodelogistica.com.br/new/fr-aspec.htm>>. Acesso em: 25 mar 2007.

\_\_\_\_\_. Posicionamento logístico e a definição da política de atendimento aos clientes. *Artigos CEL*, Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <<http://www.centrodelogistica.com.br/new/fr-posicion.htm>>. Acesso em: 25 mar 2007.

WEBER, A. *Theory of the location of industries*. Tradução de C.J.Z. Friederich. Chicago, University of Chicago Press, 1957.

## **Capítulo 7**

### **ANEXOS**

#### **Questionário Aplicado**



## INTRODUÇÃO

Prezado respondente,

Conforme já informado, esse estudo tem como objetivo final a seleção de uma localidade para a instalação de um centro de distribuição da Rio de Janeiro Refrescos. Em conversas anteriores, foram levantadas as alternativas de localização, que são: Nilópolis, São Cristóvão, Caxias e Niterói. A sua participação nessa etapa é fundamental para o sucesso desse trabalho. Tal etapa consiste em um questionário, que está dividido em três partes.

Na primeira parte, pretendemos avaliar os fatores locais mais importantes a serem considerados na seleção do novo centro de distribuição. Deve-se ter em mente, então, quais as condições desejadas para a localização de um CD da indústria de bebidas no Rio de Janeiro. O questionário já contém uma lista de fatores pré-selecionados; porém, é possível acrescentar outros fatores caso julgue necessário.

Na segunda parte do questionário, queremos avaliar qual o nível de importância dos principais fatores locais identificados na etapa anterior. Isso quer dizer que deverão ser atribuídos pesos aos fatores conforme classificação definida.

Por fim, na terceira parte, gostaríamos de saber como as alternativas de localização já levantadas se adequam aos critérios considerados importantes para definir a localidade do CD. Assim, queremos definir a capacidade de uma alternativa atender os critérios estabelecidos.

Mais uma vez, agradecemos a sua inestimável colaboração. Lembro que não existem respostas certas ou erradas, estamos interessados na sua opinião.

Obrigada.

## **PARTE 1**

Nesta primeira parte, desejamos avaliar quais os critérios mais relevantes para a seleção de localização de um CD, ou seja, o que a Rio de Janeiro Refrescos deve considerar como fator locacional importante para a tomada de decisão.

Logo, enumere de 1 a 7 os fatores locacionais que mais influenciam na seleção locacional em questão, sendo 1 o fator mais relevante e o 7 o menos importante dentre os selecionados. Caso haja algum fator locacional importante que deva ser considerado na sua opinião, inclua-o na lista.

### Fatores Locacionais

- ( ) Abastecimento de água
- ( ) Abastecimento de combustível
- ( ) Abastecimento de gás
- ( ) Acessibilidade
- ( ) Aspectos legais em relação ao meio ambiente
- ( ) Condições geotécnicas
- ( ) Custos de armazenagem
- ( ) Custos de transferência
- ( ) Custos de distribuição
- ( ) Disponibilidade de áreas
- ( ) Disponibilidade de rede de esgotos
- ( ) Disponibilidade de energia elétrica
- ( ) Disponibilidade de financiamentos
- ( ) Disponibilidade de formação profissional
- ( ) Disponibilidade de habitação
- ( ) Disponibilidade de serviços de implantação e construção
- ( ) Disponibilidade de incentivos
- ( ) Disponibilidade de infra-estrutura industrial

- ( ) Disponibilidade de lazer/cultura/esporte
- ( ) Poluição aérea
- ( ) Poluição hídrica
- ( ) Presença de integração industrial
- ( ) Presença de integração urbana
- ( ) Proximidade de mão-de-obra
- ( ) Preço da terra
- ( ) Proximidade de matéria-prima
- ( ) Proximidade de mercado consumidor
- ( ) Proximidade de serviços de interesse da indústria
- ( ) Qualidade de vida para fixação de mão-de-obra
- ( ) Resíduos industriais sólidos
- ( ) Segurança
- ( ) Sistema de transporte aéreo
- ( ) Sistema de transporte ferroviário
- ( ) Sistema de transporte marítimo
- ( ) Sistema de transporte rodoviário
- ( ) Telecomunicações
- ( ) Transporte de passageiros
- ( ) Outros: \_\_\_\_\_

## PARTE 2

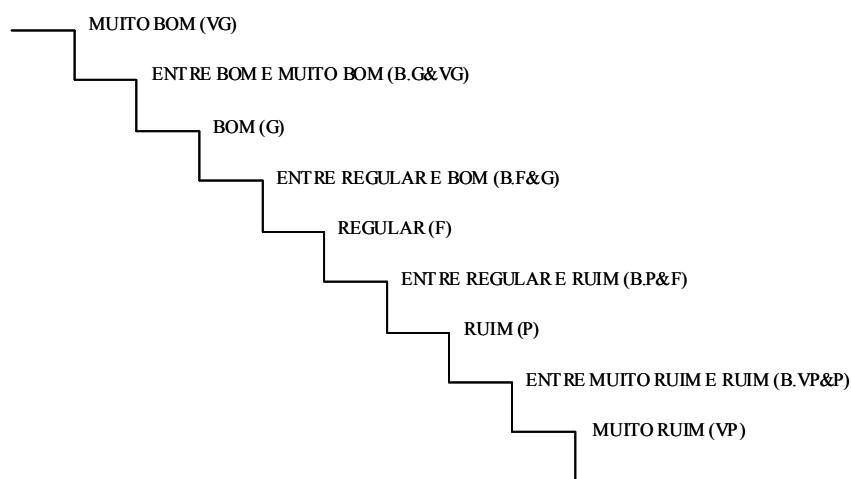
Nesse momento, devemos classificar os fatores locacionais evidenciados na fase anterior, assinalando a criticidade de cada um para o estudo. Os conceitos para avaliação são:

- VH (Very High): Fatores cruciais, sendo sua presença imprescindível. Se esse fator não for encontrado em quantidades satisfatórias, poderá levar ao fracasso a instalação do CD.
- H (High): Fatores muito importantes. Se esse fator não for encontrado, comprometerá fortemente o sucesso da instalação do CD.
- M (Medium): Fatores relevantes, condicionantes. Se não for encontrado, haverá algum custo adicional para a manutenção do empreendimento.
- L (Low): Fatores de importância reduzida, pouco condicionantes. Se não for encontrado em quantidades satisfatórias, a instalação do CD continua viável, mas sujeita a custos adicionais e períodos críticos.
- VL (Very Low): Fatores inexpressivos. Se não for encontrado, pouca diferença fará para o êxito da instalação do CD.

Fator Locacional	Descrição	Criticidade				
1		VH	H	M	L	VL
2		VH	H	M	L	VL
3		VH	H	M	L	VL
4		VH	H	M	L	VL
5		VH	H	M	L	VL
6		VH	H	M	L	VL
7		VH	H	M	L	VL

### PARTE 3

Agora, devemos definir a capacidade das alternativas de localização do CD atenderem os fatores já definidos. Para classificar o grau de adequação das alternativas também são usadas variáveis lingüísticas, conforme a seguinte escala de adequação:



Dessa forma, assinale nas tabelas abaixo o grau de adequação de cada alternativa para cada fator locacional subjetivo (não-monetário).

Fator Locacional 1: \_\_\_\_\_

	Grau de Adequação								
Nilópolis	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
São Cristóvão	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Duque de Caxias	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Niterói	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP

Fator Locacional 2: \_\_\_\_\_

	Grau de Adequação								
Nilópolis	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
São Cristóvão	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Duque de Caxias	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Niterói	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP

Fator Locacional 3: \_\_\_\_\_

				Grau de Adequação					
Nilópolis	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
São Cristóvão	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Duque de Caxias	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Niterói	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP

Fator Locacional 4: \_\_\_\_\_

				Grau de Adequação					
Nilópolis	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
São Cristóvão	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Duque de Caxias	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Niterói	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP

Fator Locacional 5: \_\_\_\_\_

				Grau de Adequação					
Nilópolis	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
São Cristóvão	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Duque de Caxias	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Niterói	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP

Fator Locacional 6: \_\_\_\_\_

				Grau de Adequação					
Nilópolis	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
São Cristóvão	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Duque de Caxias	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Niterói	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP

Fator Locacional 7: \_\_\_\_\_

				Grau de Adequação					
Nilópolis	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
São Cristóvão	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Duque de Caxias	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Niterói	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP

**Questionário Respondido pelo Gerente de Projetos Logísticos**

**da Rio de Janeiro Refrescos**

## PARTE 1

Nesta primeira parte, desejamos avaliar quais os critérios mais relevantes para a seleção de localização de um CD, ou seja, o que a Rio de Janeiro Refrescos deve considerar como fator locacional importante para a tomada de decisão.

Logo, enumere de 1 a 7 os fatores locacionais que mais influenciam na seleção locacional em questão, sendo 1 o fator mais relevante e o 7 o menos importante dentre os selecionados. Caso haja algum fator locacional importante que deva ser considerado na sua opinião, inclua-o na lista.

### Fatores Locacionais

- ( ) Abastecimento de água
- ( ) Abastecimento de combustível
- ( ) Abastecimento de gás
- (4) Acessibilidade
- ( ) Aspectos legais em relação ao meio ambiente
- ( ) Condições geotécnicas
- (3) Custos de armazenagem
- (2) Custos de transferência
- (1) Custos de distribuição
- ( ) Disponibilidade de áreas
- ( ) Disponibilidade de rede de esgotos
- ( ) Disponibilidade de energia elétrica
- ( ) Disponibilidade de financiamentos
- ( ) Disponibilidade de formação profissional
- ( ) Disponibilidade de habitação
- ( ) Disponibilidade de serviços de implantação e construção
- ( ) Disponibilidade de incentivos
- ( ) Disponibilidade de infra-estrutura industrial



- ( ) Disponibilidade de lazer/cultura/esporte
- ( ) Poluição aérea
- ( ) Poluição hídrica
- ( ) Presença de integração industrial
- ( ) Presença de integração urbana
- (7) Proximidade de mão-de-obra
- ( ) Preço da terra
- ( ) Proximidade de matéria-prima
- (5) Proximidade de mercado consumidor
- ( ) Proximidade de serviços de interesse da indústria
- ( ) Qualidade de vida para fixação de mão-de-obra
- ( ) Resíduos industriais sólidos
- (6) Segurança
- ( ) Sistema de transporte aéreo
- ( ) Sistema de transporte ferroviário
- ( ) Sistema de transporte marítimo
- ( ) Sistema de transporte rodoviário
- ( ) Telecomunicações
- ( ) Transporte de passageiros
- ( ) Outros: \_\_\_\_\_

## PARTE 2

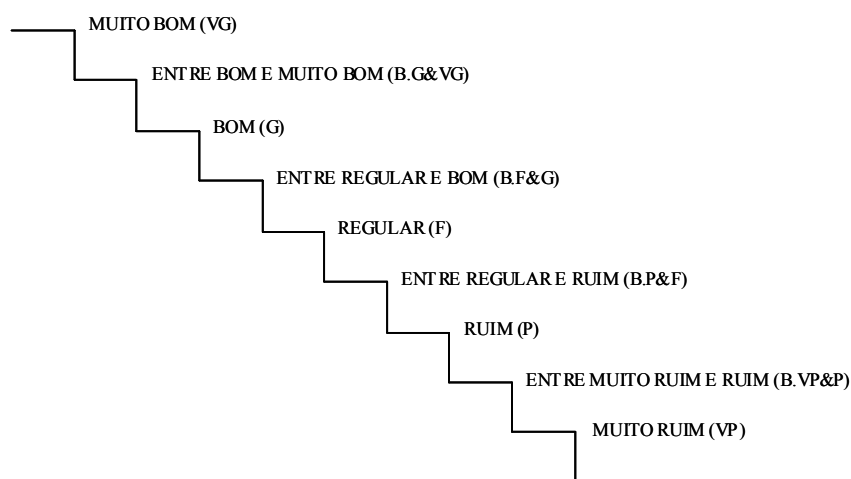
Nesse momento, devemos classificar os fatores locacionais evidenciados na fase anterior, assinalando a criticidade de cada um para o estudo. Os conceitos para avaliação são:

- VH (Very High): Fatores cruciais, sendo sua presença imprescindível. Se esse fator não for encontrado em quantidades satisfatórias, poderá levar ao fracasso a instalação do CD.
- H (High): Fatores muito importantes. Se esse fator não for encontrado, comprometerá fortemente o sucesso da instalação do CD.
- M (Medium): Fatores relevantes, condicionantes. Se não for encontrado, haverá algum custo adicional para a manutenção do empreendimento.
- L (Low): Fatores de importância reduzida, pouco condicionantes. Se não for encontrado em quantidades satisfatórias, a instalação do CD continua viável, mas sujeita a custos adicionais e períodos críticos.
- VL (Very Low): Fatores inexpressivos. Se não for encontrado, pouca diferença fará para o êxito da instalação do CD.

Fator Locacional	Descrição		Criticidade			
1	Custos distribuição	<del>VH</del>	H	M	L	VL
2	Custos transferência	<del>VH</del>	<del>H</del>	M	L	VL
3	Custos armazenagem	VH	<del>H</del>	<del>M</del>	L	VL
4	Acessibilidade	<del>VH</del>	H	<del>M</del>	L	VL
5	Prox. mercado cons.	<del>VL</del>	H	M	L	VL
6	Segurança	<del>VH</del>	H	M	L	VL
7	Prox. mão-de-obra	<del>VH</del>	<del>H</del>	M	L	VL

### PARTE 3

Agora, devemos definir a capacidade das alternativas de localização do CD atenderem os fatores já definidos. Para classificar o grau de adequação das alternativas também são usadas variáveis lingüísticas, conforme a seguinte escala de adequação:



Dessa forma, assinale nas tabelas abaixo o grau de adequação de cada alternativa para cada fator locacional subjetivo (não-monetário).

Fator Locacional 1: Acessibilidade

	Grau de Adequação								
Nilópolis	VG	B.G&VG	G	B.F&G	<del>F</del>	B.P&F	P	B.VP&P	VP
São Cristóvão	VG	B.G&VG	G	<del>B.F&amp;G</del>	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Duque de Caxias	VG	B.G&VG	G	<del>B.F&amp;G</del>	F	B.P&F	P	<del>B.VP&amp;P</del>	VP
Niterói	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	<del>B.P&amp;F</del>	P	<del>B.VP&amp;P</del>	VP

Fator Locacional 2: Segurança

	Grau de Adequação								
Nilópolis	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	<del>B.P&amp;F</del>	P	B.VP&P	VP
São Cristóvão	VG	B.G&VG	G	<del>B.F&amp;G</del>	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Duque de Caxias	VG	B.G&VG	G	<del>B.F&amp;G</del>	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Niterói	VG	B.G&VG	G	<del>B.F&amp;G</del>	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP

Fator Locacional 3: Proximidade de mão-de-obra

				Grau de Adequação					
Nilópolis	VG	B.G&VG	<del>G</del>	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
São Cristóvão	VG	B.G&VG	<del>G</del>	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Duque de Caxias	VG	B.G&VG	<del>G</del>	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Niterói	VG	B.G&VG	<del>G</del>	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP

Fator Locacional 4: Proximidade mercado consumidor

				Grau de Adequação					
Nilópolis	VG	B.G&VG	G	<del>B.F&amp;G</del>	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
São Cristóvão	VG	B.G&VG	<del>G</del>	<del>B.F&amp;G</del>	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Duque de Caxias	VG	B.G&VG	<del>G</del>	<del>B.F&amp;G</del>	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Niterói	VG	B.G&VG	<del>G</del>	<del>B.F&amp;G</del>	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP

**Questionário Respondido pelo Gerente de Movimentação e  
Armazenagem da Fábrica de Jacarepaguá da Rio de Janeiro Refrescos**

## PARTE 1

Nesta primeira parte, desejamos avaliar quais os critérios mais relevantes para a seleção de localização de um CD, ou seja, o que a Rio de Janeiro Refrescos deve considerar como fator locacional importante para a tomada de decisão.

Logo, enumere de 1 a 7 os fatores locacionais que mais influenciam na seleção locacional em questão, sendo 1 o fator mais relevante e o 7 o menos importante dentre os selecionados. Caso haja algum fator locacional importante que deva ser considerado na sua opinião, inclua-o na lista.

### Fatores Locacionais

- ( ) Abastecimento de água
- ( ) Abastecimento de combustível
- ( ) Abastecimento de gás
- (5) Acessibilidade
- ( ) Aspectos legais em relação ao meio ambiente
- ( ) Condições geotécnicas
- (3) Custos de armazenagem
- (2) Custos de transferência
- (1) Custos de distribuição
- ( ) Disponibilidade de áreas
- ( ) Disponibilidade de rede de esgotos
- ( ) Disponibilidade de energia elétrica
- ( ) Disponibilidade de financiamentos
- ( ) Disponibilidade de formação profissional
- ( ) Disponibilidade de habitação
- ( ) Disponibilidade de serviços de implantação e construção
- ( ) Disponibilidade de incentivos
- ( ) Disponibilidade de infra-estrutura industrial

- ( ) Disponibilidade de lazer/cultura/esporte
- ( ) Poluição aérea
- ( ) Poluição hídrica
- ( ) Presença de integração industrial
- ( ) Presença de integração urbana
- (6) Proximidade de mão-de-obra
- ( ) Preço da terra
- ( ) Proximidade de matéria-prima
- (4) Proximidade de mercado consumidor
- ( ) Proximidade de serviços de interesse da indústria
- ( ) Qualidade de vida para fixação de mão-de-obra
- ( ) Resíduos industriais sólidos
- (7) Segurança
- ( ) Sistema de transporte aéreo
- ( ) Sistema de transporte ferroviário
- ( ) Sistema de transporte marítimo
- ( ) Sistema de transporte rodoviário
- ( ) Telecomunicações
- ( ) Transporte de passageiros
- ( ) Outros: \_\_\_\_\_

## PARTE 2

Nesse momento, devemos classificar os fatores locacionais evidenciados na fase anterior, assinalando a criticidade de cada um para o estudo. Os conceitos para avaliação são:

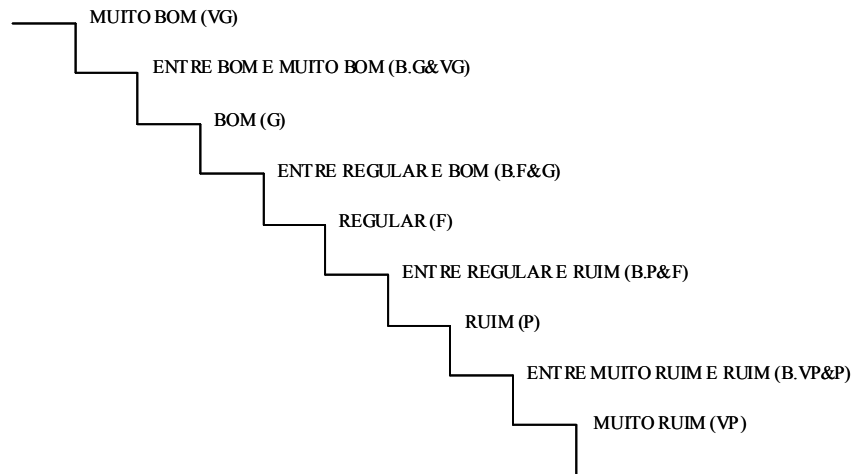
- VH (Very High): Fatores cruciais, sendo sua presença imprescindível. Se esse fator não for encontrado em quantidades satisfatórias, poderá levar ao fracasso a instalação do CD.
- H (High): Fatores muito importantes. Se esse fator não for encontrado, comprometerá fortemente o sucesso da instalação do CD.
- M (Medium): Fatores relevantes, condicionantes. Se não for encontrado, haverá algum custo adicional para a manutenção do empreendimento.
- L (Low): Fatores de importância reduzida, pouco condicionantes. Se não for encontrado em quantidades satisfatórias, a instalação do CD continua viável, mas sujeita a custos adicionais e períodos críticos.
- VL (Very Low): Fatores inexpressivos. Se não for encontrado, pouca diferença fará para o êxito da instalação do CD.

Fator Locacional	Descrição	Criticidade				
1	Custos distribuição	<del>VH</del>	<del>H</del>	M	L	VL
2	Custos transferência	<del>VH</del>	<del>H</del>	M	L	VL
3	Custos armazenagem	<del>VH</del>	<del>H</del>	M	L	VL
4	Prox. mercado cons.	VH	<del>H</del>	M	L	VL
5	Acessibilidade	VH	<del>H</del>	M	L	VL
6	Prox. mão-de-obra	VH	<del>H</del>	M	L	VL
7	Segurança	VH	<del>H</del>	M	L	VL



### PARTE 3

Agora, devemos definir a capacidade das alternativas de localização do CD atenderem os fatores já definidos. Para classificar o grau de adequação das alternativas também são usadas variáveis lingüísticas, conforme a seguinte escala de adequação:



Dessa forma, assinale nas tabelas abaixo o grau de adequação de cada alternativa para cada fator locacional subjetivo (não-monetário).

Fator Locacional 1: Acessibilidade

	Grau de Adequação								
Nilópolis	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	<del>B.P&amp;F</del>	P	B.VP&P	VP
São Cristóvão	VG	B.G&VG	<del>G</del>	B.F&G	F	<del>B.P&amp;F</del>	P	B.VP&P	VP
Duque de Caxias	VG	B.G&VG	<del>G</del>	B.F&G	F	<del>B.P&amp;F</del>	<del>P</del>	B.VP&P	VP
Niterói	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	<del>R</del>	B.VP&P	VP

Fator Locacional 2: Segurança

	Grau de Adequação								
Nilópolis	VG	B.G&VG	G	B.F&G	<del>F</del>	<del>B.P&amp;F</del>	P	B.VP&P	VP
São Cristóvão	VG	B.G&VG	<del>G</del>	B.F&G	F	<del>B.P&amp;F</del>	P	B.VP&P	VP
Duque de Caxias	VG	B.G&VG	<del>G</del>	B.F&G	F	<del>B.P&amp;F</del>	P	B.VP&P	VP
Niterói	VG	B.G&VG	<del>G</del>	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP

Fator Locacional 3: Proximidade de mão-de-obra

				Grau de Adequação					
Nilópolis	VG	B.G&VG	<del>G</del>	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
São Cristóvão	VG	B.G&VG	<del>G</del>	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Duque de Caxias	VG	B.G&VG	<del>G</del>	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Niterói	VG	B.G&VG	<del>G</del>	<del>B.F&amp;G</del>	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP

Fator Locacional 4: Proximidade mercado consumidor

				Grau de Adequação					
Nilópolis	VG	B.G&VG	<del>G</del>	<del>B.F&amp;G</del>	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
São Cristóvão	VG	B.G&VG	<del>G</del>	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Duque de Caxias	VG	B.G&VG	<del>G</del>	B.F&G	<del>F</del>	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Niterói	VG	B.G&VG	<del>G</del>	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP

**Questionário Respondido pelo Supervisor de Operações de Logística para  
Supermercados da Rio de Janeiro Refrescos**

## PARTE 1

Nesta primeira parte, desejamos avaliar quais os critérios mais relevantes para a seleção de localização de um CD, ou seja, o que a Rio de Janeiro Refrescos deve considerar como fator locacional importante para a tomada de decisão.

Logo, enumere de 1 a 7 os fatores locacionais que mais influenciam na seleção locacional em questão, sendo 1 o fator mais relevante e o 7 o menos importante dentre os selecionados. Caso haja algum fator locacional importante que deva ser considerado na sua opinião, inclua-o na lista.

### Fatores Locacionais

- ( ) Abastecimento de água
- ( ) Abastecimento de combustível
- ( ) Abastecimento de gás
- (3) Acessibilidade
- ( ) Aspectos legais em relação ao meio ambiente
- ( ) Condições geotécnicas
- (4) Custos de armazenagem
- (1) Custos de transferência
- (2) Custos de distribuição
- ( ) Disponibilidade de áreas
- ( ) Disponibilidade de rede de esgotos
- ( ) Disponibilidade de energia elétrica
- ( ) Disponibilidade de financiamentos
- ( ) Disponibilidade de formação profissional
- ( ) Disponibilidade de habitação
- ( ) Disponibilidade de serviços de implantação e construção
- ( ) Disponibilidade de incentivos
- ( ) Disponibilidade de infra-estrutura industrial

- ( ) Disponibilidade de lazer/cultura/esporte
- ( ) Poluição aérea
- ( ) Poluição hídrica
- ( ) Presença de integração industrial
- ( ) Presença de integração urbana
- (7) Proximidade de mão-de-obra
- ( ) Preço da terra
- ( ) Proximidade de matéria-prima
- (5) Proximidade de mercado consumidor
- ( ) Proximidade de serviços de interesse da indústria
- ( ) Qualidade de vida para fixação de mão-de-obra
- ( ) Resíduos industriais sólidos
- (6) Segurança
- ( ) Sistema de transporte aéreo
- ( ) Sistema de transporte ferroviário
- ( ) Sistema de transporte marítimo
- ( ) Sistema de transporte rodoviário
- ( ) Telecomunicações
- ( ) Transporte de passageiros
- ( ) Outros: \_\_\_\_\_

## PARTE 2

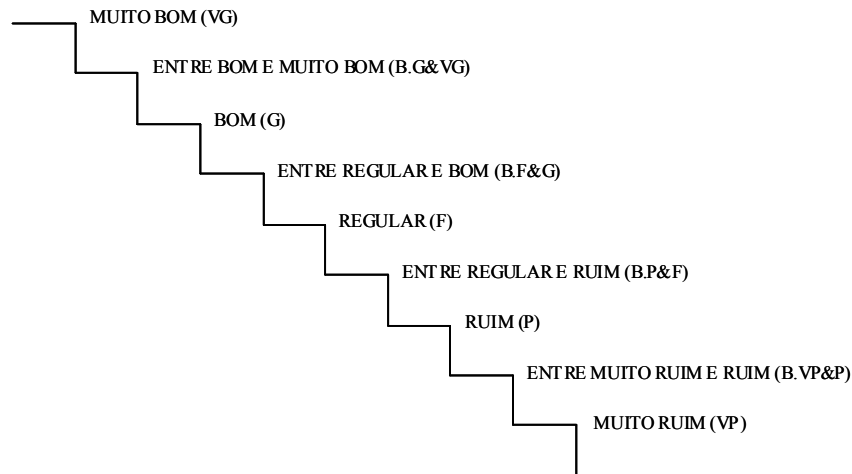
Nesse momento, devemos classificar os fatores locacionais evidenciados na fase anterior, assinalando a criticidade de cada um para o estudo. Os conceitos para avaliação são:

- VH (Very High): Fatores cruciais, sendo sua presença imprescindível. Se esse fator não for encontrado em quantidades satisfatórias, poderá levar ao fracasso a instalação do CD.
- H (High): Fatores muito importantes. Se esse fator não for encontrado, comprometerá fortemente o sucesso da instalação do CD.
- M (Medium): Fatores relevantes, condicionantes. Se não for encontrado, haverá algum custo adicional para a manutenção do empreendimento.
- L (Low): Fatores de importância reduzida, pouco condicionantes. Se não for encontrado em quantidades satisfatórias, a instalação do CD continua viável, mas sujeita a custos adicionais e períodos críticos.
- VL (Very Low): Fatores inexpressivos. Se não for encontrado, pouca diferença fará para o êxito da instalação do CD.

Fator Locacional	Descrição	Criticidade				
1	Custos distribuição	<del>VH</del>	H	M	L	VL
2	Custos transferência	VH	<del>H</del>	M	L	VL
3	Acessibilidade	<del>VH</del>	<del>H</del>	M	L	VL
4	Custos armazenagem	<del>VH</del>	H	<del>M</del>	L	VL
5	Prox. mercado cons.	<del>VH</del>	H	<del>M</del>	L	VL
6	Segurança	VH	H	<del>M</del>	L	VL
7	Prox. mão-de-obra	VH	<del>H</del>	M	L	VL

### PARTE 3

Agora, devemos definir a capacidade das alternativas de localização do CD atenderem os fatores já definidos. Para classificar o grau de adequação das alternativas também são usadas variáveis lingüísticas, conforme a seguinte escala de adequação:



Dessa forma, assinale nas tabelas abaixo o grau de adequação de cada alternativa para cada fator locacional subjetivo (não-monetário).

Fator Locacional 1: Acessibilidade

	Grau de Adequação								
Nilópolis	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	<del>P</del>	B.VP&P	VP
São Cristóvão	VG	B.G&VG	<del>G</del>	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Duque de Caxias	VG	B.G&VG	<del>G</del>	B.F&G	F	B.P&F	<del>P</del>	B.VP&P	VP
Niterói	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	<del>B.P&amp;F</del>	P	B.VP&P	VP

Fator Locacional 2: Segurança

	Grau de Adequação								
Nilópolis	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	<del>P</del>	B.VP&P	VP
São Cristóvão	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	<del>B.P&amp;F</del>	<del>P</del>	B.VP&P	VP
Duque de Caxias	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	<del>B.P&amp;F</del>	P	B.VP&P	VP
Niterói	VG	B.G&VG	G	B.F&G	<del>F</del>	B.P&F	P	B.VP&P	VP

Fator Locacional 3: Proximidade de mão-de-obra

	Grau de Adequação								
Nilópolis	VG	B.G&VG	<del>G</del>	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
São Cristóvão	VG	B.G&VG	<del>G</del>	<del>B.F&amp;G</del>	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Duque de Caxias	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	<del>B.P&amp;F</del>	P	B.VP&P	VP
Niterói	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	<del>B.P&amp;F</del>	P	B.VP&P	VP

Fator Locacional 4: Proximidade mercado consumidor

	Grau de Adequação								
Nilópolis	VG	B.G&VG	<del>G</del>	B.F&G	F	<del>B.P&amp;F</del>	P	B.VP&P	VP
São Cristóvão	VG	B.G&VG	<del>G</del>	B.F&G	F	<del>B.P&amp;F</del>	P	B.VP&P	VP
Duque de Caxias	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	<del>B.P&amp;F</del>	P	B.VP&P	VP
Niterói	VG	B.G&VG	G	<del>B.F&amp;G</del>	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP



**Questionário Respondido pelo Supervisor de Operações de Logística do  
Armazém de Jacarepaguá da Rio de Janeiro Refrescos**

## PARTE 1

Nesta primeira parte, desejamos avaliar quais os critérios mais relevantes para a seleção de localização de um CD, ou seja, o que a Rio de Janeiro Refrescos deve considerar como fator locacional importante para a tomada de decisão.

Logo, enumere de 1 a 7 os fatores locacionais que mais influenciam na seleção locacional em questão, sendo 1 o fator mais relevante e o 7 o menos importante dentre os selecionados. Caso haja algum fator locacional importante que deva ser considerado na sua opinião, inclua-o na lista.

### Fatores Locacionais

- ( ) Abastecimento de água
- ( ) Abastecimento de combustível
- ( ) Abastecimento de gás
- (6) Acessibilidade
- ( ) Aspectos legais em relação ao meio ambiente
- ( ) Condições geotécnicas
- (3) Custos de armazenagem
- (1) Custos de transferência
- (2) Custos de distribuição
- ( ) Disponibilidade de áreas
- ( ) Disponibilidade de rede de esgotos
- ( ) Disponibilidade de energia elétrica
- ( ) Disponibilidade de financiamentos
- ( ) Disponibilidade de formação profissional
- ( ) Disponibilidade de habitação
- ( ) Disponibilidade de serviços de implantação e construção
- ( ) Disponibilidade de incentivos
- ( ) Disponibilidade de infra-estrutura industrial

- ( ) Disponibilidade de lazer/cultura/esporte
- ( ) Poluição aérea
- ( ) Poluição hídrica
- ( ) Presença de integração industrial
- ( ) Presença de integração urbana
- (5) Proximidade de mão-de-obra
- ( ) Preço da terra
- ( ) Proximidade de matéria-prima
- (4) Proximidade de mercado consumidor
- ( ) Proximidade de serviços de interesse da indústria
- ( ) Qualidade de vida para fixação de mão-de-obra
- ( ) Resíduos industriais sólidos
- (7) Segurança
- ( ) Sistema de transporte aéreo
- ( ) Sistema de transporte ferroviário
- ( ) Sistema de transporte marítimo
- ( ) Sistema de transporte rodoviário
- ( ) Telecomunicações
- ( ) Transporte de passageiros
- ( ) Outros: \_\_\_\_\_

## PARTE 2

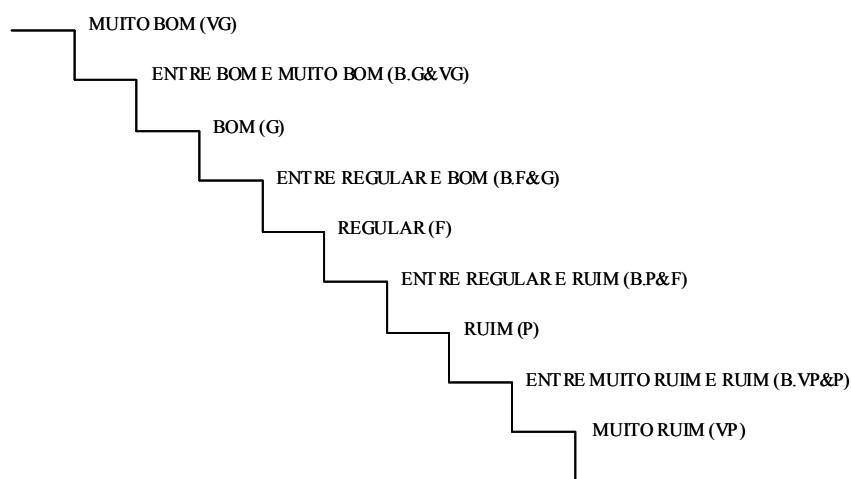
Nesse momento, devemos classificar os fatores locacionais evidenciados na fase anterior, assinalando a criticidade de cada um para o estudo. Os conceitos para avaliação são:

- VH (Very High): Fatores cruciais, sendo sua presença imprescindível. Se esse fator não for encontrado em quantidades satisfatórias, poderá levar ao fracasso a instalação do CD.
- H (High): Fatores muito importantes. Se esse fator não for encontrado, comprometerá fortemente o sucesso da instalação do CD.
- M (Medium): Fatores relevantes, condicionantes. Se não for encontrado, haverá algum custo adicional para a manutenção do empreendimento.
- L (Low): Fatores de importância reduzida, pouco condicionantes. Se não for encontrado em quantidades satisfatórias, a instalação do CD continua viável, mas sujeita a custos adicionais e períodos críticos.
- VL (Very Low): Fatores inexpressivos. Se não for encontrado, pouca diferença fará para o êxito da instalação do CD.

Fator Locacional	Descrição	Criticidade				
1	Custos transferência	<del>VH</del>	H	<del>M</del>	L	VL
2	Custos distribuição	<del>VH</del>	H	<del>M</del>	L	VL
3	Custos armazenagem	VH	<del>H</del>	M	L	VL
4	Prox. mercado cons.	<del>VH</del>	<del>H</del>	<del>M</del>	L	VL
5	Prox. mão-de-obra	<del>VH</del>	H	<del>M</del>	L	VL
6	Acessibilidade	<del>VH</del>	H	M	L	VL
7	Segurança	VH	H	<del>M</del>	L	VL

### PARTE 3

Agora, devemos definir a capacidade das alternativas de localização do CD atenderem os fatores já definidos. Para classificar o grau de adequação das alternativas também são usadas variáveis lingüísticas, conforme a seguinte escala de adequação:



Dessa forma, assinale nas tabelas abaixo o grau de adequação de cada alternativa para cada fator locacional subjetivo (não-monetário).

Fator Locacional 1: Acessibilidade

	Grau de Adequação								
	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Nilópolis	VG	B.G&VG	G	B.F&G	<del>F</del>	B.P&F	P	B.VP&P	VP
São Cristóvão	VG	B.G&VG	G	<del>B.F&amp;G</del>	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Duque de Caxias	VG	B.G&VG	G	<del>B.F&amp;G</del>	F	<del>B.P&amp;F</del>	P	B.VP&P	VP
Niterói	VG	B.G&VG	G	B.F&G	<del>F</del>	B.P&F	P	B.VP&P	VP

Fator Locacional 2: Segurança

	Grau de Adequação								
	VG	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Nilópolis	VG	B.G&VG	G	B.F&G	<del>F</del>	B.P&F	P	B.VP&P	VP
São Cristóvão	VG	B.G&VG	<del>G</del>	<del>B.F&amp;G</del>	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Duque de Caxias	VG	B.G&VG	G	<del>B.F&amp;G</del>	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Niterói	VG	B.G&VG	G	<del>B.F&amp;G</del>	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP

Fator Locacional 3: Proximidade de mão-de-obra

	Grau de Adequação								
Nilópolis	<del>VG</del>	B.G&VG	G	<del>B.F&amp;G</del>	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
São Cristóvão	<del>VG</del>	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Duque de Caxias	VG	B.G&VG	G	B.F&G	<del>F</del>	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Niterói	VG	B.G&VG	G	B.F&G	<del>F</del>	B.P&F	P	B.VP&P	VP

Fator Locacional 4: Proximidade mercado consumidor

	Grau de Adequação								
Nilópolis	<del>VG</del>	B.G&VG	<del>G</del>	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
São Cristóvão	<del>VG</del>	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Duque de Caxias	<del>VG</del>	B.G&VG	G	B.F&G	<del>F</del>	B.P&F	P	B.VP&P	VP
Niterói	<del>VG</del>	B.G&VG	G	B.F&G	F	B.P&F	P	B.VP&P	VP