



**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**CAMPUS PONTA GROSSA**

**GERÊNCIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**PPGEP**

**ISABEL MÁRCIA RODRIGUES**

**METODOLOGIA PARA LOCALIZAÇÃO DE CENTROS  
DE DISTRIBUIÇÃO PARA O SETOR CERVEJEIRO**

**PONTA GROSSA**

**FEVEREIRO - 2010**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**ISABEL MÁRCIA RODRIGUES**

# **METODOLOGIA PARA LOCALIZAÇÃO DE CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO PARA O SETOR CERVEJEIRO**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Área de Concentração: Gestão Industrial, da Gerência de Pesquisa e Pós-Graduação, do Campus Ponta Grossa, da UTFPR.

**Orientador:** Prof. João Carlos Colmenero, Dr.

**PONTA GROSSA**

**FEVEREIRO - 2010**

Ficha catalográfica elaborada pela Divisão de Biblioteca  
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa  
n.52/10

R696 Rodrigues, Isabel Márcia

Metodologia para localização de centros de distribuição para o setor cervejeiro /  
Isabel Márcia Rodrigues. -- Ponta Grossa: [s.n.], 2010.

102 f.: il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. João Carlos Colmenero

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa. Curso de Pós-Graduação  
em Engenharia de Produção. Ponta Grossa, 2010.

1. Setor cervejeiro – Distribuição. 2. Método de análise hierárquica. 3. Lingo –  
Programa de computador. I. Colmenero, João Carlos. II. Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa. III. Título.

CDD 658.5



Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campus Ponta Grossa  
Gerência de Pesquisa e Pós-Graduação  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**



### TERMO DE APROVAÇÃO

Título de Dissertação Nº 139/2009

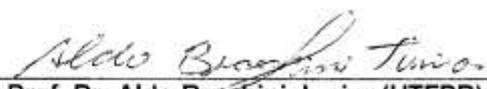
**METODOLOGIA DE LOCALIZAÇÃO DE CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO PARA O SETOR  
CERVEJEIRO**

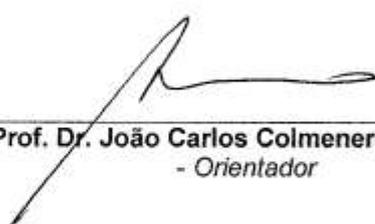
por

**Isabel Marcia Rodrigues**

Esta dissertação foi apresentada às **10 horas de 22 de fevereiro de 2010** como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, com área de concentração em Gestão Industrial, linha de pesquisa em **Gestão da Produção e Manutenção**, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Ubiratã Tortato (PUCPR)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Aldo Braghini Junior (UTFPR)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. João Carlos Colmenero (UTFPR)  
- Orientador

Visto do Coordenador:

\_\_\_\_\_  
João Luiz Kovaleski (UTFPR)  
Coordenador do PPGEP

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus pela graça de ter me inserido em seu Reino.

Ao meu marido Luiz pela paciência e compreensão nos momentos de ausência e pelo apoio nas horas de dificuldades.

Aos meus pais João e Isabel pela educação que me proporcionaram.

A minha irmã Rita por me incentivar a estudar.

Ao meu orientador Prof. Dr. João Carlos Colmenero pelo apoio e disposição em me encaminhar nesta pesquisa.

***O coração do homem pode fazer planos, mas o caminho certo está nas mãos do Senhor.***

***Provérbios 16:9***

## RESUMO

A indústria Cervejeira comercializa a bebida em milhares de estabelecimentos que envolvem o atendimento do atacado e varejo. Aproximadamente 70% das vendas se destinam aos pequenos pontos de venda caracterizados por bares, padarias e lanchonetes. Como sua rede de distribuição é extensa o setor se utiliza de intermediários para disponibilizar seu produto até o consumidor final. A distribuição direta da fábrica até as lojas de consumo e a utilização de Centros de Distribuição também é empregada pelo segmento. Com o objetivo de contribuir com a tomada de decisão dos gestores do segmento, esta pesquisa propôs uma metodologia para localização de Centros de Distribuição. Foram estabelecidos critérios para análise de localização que são fundamentais para o setor cervejeiro. A localização geral dos Centros foi determinada por um modelo contínuo de programação não-linear com a implementação do *software* Lingo 11.0.1.6. Como base para comparação de resultados, foi também utilizado o método Centro de Gravidade que ofereceu somente o local aproximado para um CD, ao passo que o Modelo Contínuo apresentou a solução global ótima. Para analisar as cidades candidatas com potencial de implantação dos Centros de Distribuição, foi desenvolvido um modelo baseado no Método de Análise Hierárquica. Como contribuições, esta pesquisa ofereceu o detalhamento dos critérios para analisar cidades com potencial de implantação dos Centros e apresentou um modelo que determina a área de localização global ótima.

**Palavras-chave: Setor Cervejeiro, Localização de Centros de Distribuição, Método de Análise Hierárquica, Modelagem Matemática.**

## **ABSTRACT**

The Breweries sells the beverage in several stores that are classified like the wholesale and retail. Approximately 70% of sales are aimed at small retail outlets characterized by bars, bakeries and snack bars. As its distribution network is extensive, makes use of intermediaries to deliver their product to the consumer. Direct distribution from the factory to stores consumption and the distribution centers is also used by the segment. In order to contribute to the decision making of managers in the segment, this research proposed a methodology for locating distribution centers. Criteria have been established for analysis of location that are fundamental to the brewing industry. The general location of the centers was determined by a continuous model of nonlinear programming with the software implementation Lingo 11.0.1.6. As a basis for comparison of results was also utilized the Center of Gravity, which offered only the approximate location for a CD, while the Continuum Model presented the global optimal solution. To analyze the candidate cities with potential deployment of the distribution centers, a model was developed based on the Analytic Hierarchy Process. This research established the criteria for cities analysis that have potential to location of Centers and presented a model that determines the location area global optimum.

**Keywords: Segment of beer, Location of Distribution Centers, the Analytic Hierarchy Process, Mathematical Modeling.**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Fluxo do processo produtivo da cerveja.....	22
Figura 2 Níveis da estrutura de distribuição da cerveja.....	24
Figura 3 Mapeamento do sistema de distribuição da cerveja.....	28
Figura 4 Atividades de distribuição da cerveja.....	39
Figura 5 Etapas do Método de Análise Hierárquica.....	48
Figura 6 Etapas da metodologia da pesquisa .....	50
Figura 7 Mapa de Santa Catarina .....	76
Figura 8 Pontos de localização do modelo M1 e CG .....	79
Figura 9 Localização para 2 CD.....	81
Figura 10 Localização para 3 CD.....	82
Figura 11 Localização para 4 CD.....	83
Figura 12 Identificação das cidades para o CD1.....	84
Figura 13 Identificação das cidades para o CD2.....	84
Figura 14 Identificação das cidades para o CD3.....	86
Figura 15 Identificação das cidades para o CD4.....	86

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Unidades produtivas no Brasil .....	19
Tabela 2 Formação da paletização da cerveja.....	23
Tabela 3 Levantamento geográfico .....	51
Tabela 4 Relação dos setores .....	53
Tabela 5 Aplicação método centro de gravidade. ....	54
Tabela 6 Matriz de comparação de cidades.....	58
Tabela 7 Grau de importância ou preferência. ....	58
Tabela 8 Normalização da matriz de cidades.....	59
Tabela 9 Índices randômicos .....	62
Tabela 10 Classificação de consistência das cidades .....	62
Tabela 11 Análise de critérios .....	63
Tabela 12 Classificação de consistência dos critérios .....	66
Tabela 13 Matriz de comparação cidades com critérios.....	66
Tabela 14 Aplicação final do modelo de análise .....	67
Tabela 15 Erro dos pontos de localização entre Caso1 e Caso 2.....	78
Tabela 16 Erro dos pontos de localização entre o CG e M1. ....	80

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CD	Centro de Distribuição
CDs	Centros de Distribuição
CG	Centro de Gravidade
CP	Central de Pedidos
EPI	Equipamento de Proteção Individual
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Índice de Consistência
MAH	Método de Análise Hierárquica
RC	Relação de Consistência
SINDICERV	Sindicato Nacional das Indústrias de Cerveja

# SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	Objetivos.....	16
1.1.1	Objetivo Geral .....	16
1.1.2	Objetivos Específicos.....	16
1.2	Justificativa .....	16
1.3	Estrutura do Trabalho.....	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO .....	18
2.1	Panorama do Setor Cervejeiro .....	18
2.1.1	Mercado Consumidor.....	20
2.1.2	Processo Produtivo.....	21
2.1.3	Caracterização do Produto .....	21
2.1.3.1	Percebibilidade.....	21
2.1.3.2	Acondicionamento .....	23
2.1.4	Estrutura de Distribuição.....	23
2.1.4.1	Mapeamento do Sistema de Distribuição .....	27
2.1.4.2	Sistemas de Transporte.....	34
2.1.4.3	Custos de Distribuição.....	37
3	LOCALIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES .....	42
3.1	Método Centro de Gravidade.....	45
3.2	Modelo Contínuo.....	47
3.3	Método de Análise Hierárquica.....	47
4	METODOLOGIA DA PESQUISA .....	50
4.1	Etapas da Metodologia.....	50
4.2	Delimitar área.....	51
4.3	Selecionar as cidades candidatas.....	56
4.4	Definir a cidade mais apropriada .....	57
5	RESULTADOS .....	68
5.1	Critérios para definição das cidades .....	68
5.2	Delimitação da área .....	75
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	86
6.1	Conclusões .....	86
6.2	Sugestões para trabalhos futuros .....	87
	REFERÊNCIAS .....	88
	APÊNDICE A – HIERARQUIA PARA DEFINIR A MELHOR CIDADE .....	93
	APÊNDICE B – CIDADES DE SANTA CATARINA.....	94
	APÊNDICE C – DIVISÃO DA REGIÃO EM SETORES.....	97
	APÊNDICE D – COORDENADAS DO CENTRO DE GRAVIDADE .....	98

# 1 INTRODUÇÃO

A extensa dimensão geográfica do Brasil representa uma barreira para muitas empresas desenvolverem seu sistema de distribuição. Atender centenas de pontos de venda em diversificadas regiões, aliado a estrutura deficitária da malha de transportes são alguns dos fatores que caracterizam as dificuldades das organizações.

No segmento privado, a distribuição física de produtos está em evidência devido aos altos custos que o transporte representa dentro da cadeia logística e também porque atua como um diferenciador de serviços aos clientes. Como uma das premissas da logística é entregar o produto certo, no tempo certo e com qualidade, percebe-se a importância de um planejamento adequado no sistema de distribuição.

Neste contexto, o estudo de localização de instalações tem se aprimorado ao longo dos anos, por ser um fator determinante no planejamento estratégico das empresas. As decisões sobre as estruturas precisam ser lucrativas para continuarem funcionais por um longo tempo, porque são baseadas em investimentos feitos para extensos períodos. Casos assim aplicam-se aos Centros de Distribuição que servem como intermediários das organizações ao longo de uma rede de distribuição e proporcionam vantagens de custo ou de serviço.

A aplicação de pesquisas com este tema se faz adequada ao setor cervejeiro que vivencia restrições em seu sistema de distribuição, devido à necessidade de atendimento a um grande número de estabelecimentos comerciais. De acordo com dados da LAFIS (2008), o Brasil é considerado o 5º produtor mundial de cerveja com a fabricação de 10,3 bilhões de litros ao ano. A bebida é distribuída para mais de 1,5 mil revendedores que atendem aproximadamente 1 milhão de pontos-de-venda.

A participação de mercado no segmento aumenta de acordo com a adoção da política de preços baixos, disponibilidade de produto e investimentos em publicidade. Estes fatores visam atender um consumidor que oscila na fidelidade à marca ao trocar sua cerveja preferida por uma de menor preço ou pelo produto que estiver disponível ou ainda pela maior estimulação de compra quanto à imagem.

Aproximadamente 70 % das vendas do setor são comercializadas em canais chamados tradicionais ou pontos frios que são representados por padarias, mercearias, casas noturnas, lanchonetes e bares. Os canais autosserviço, constituídos pelos supermercados e hipermercados, assumem 30% do volume e compõem cerca de 70 mil pontos de vendas (ROSA *et al*, 2006).

Para atendimento desta rede, as Indústrias Cervejeiras utilizam o modal rodoviário, atuando em alguns casos com a distribuição direta da fábrica até o cliente, fato que aumenta o custo final. Outra forma adotada são os Centros de Distribuição que permitem um bom atendimento ao cliente, no entanto incorrem em custos de instalação. Há também a participação dos intermediários, chamados Revendedores Autorizados ou Distribuidores, os quais assumem parte da distribuição dos produtos.

No entanto, em alguns casos esta estrutura se torna insuficiente para reter empresários no setor. Em 2006, José de Souza Cintra, proprietário da Cervejaria Cintra, se dispôs a vender parte do capital da empresa, alegando dificuldades no fornecimento de embalagens e deficiências em seu sistema de distribuição para atender o mercado nacional (OMIRANTE, 2006).

No aspecto operacional, as Cervejarias se deparam com a necessidade de atender a dois objetivos conflitantes, redução de custos e cumprimento do nível de serviço. De acordo com Ballou (2006) custos com o transporte representam cerca de 60% dos custos logísticos de uma empresa, deste modo a redução destes custos normalmente implica em formas inflexíveis de atendimento ao cliente.

Além destas, outras questões se caracterizam como obstáculos da distribuição do setor cervejeiro:

- Altos valores gastos com a distribuição direta, da fábrica até o cliente.
- Sazonalidade das vendas: os maiores volumes ocorrem no verão coincidindo com as festas de natal, final de ano e carnaval. Nestes períodos a Indústria sente o impacto da falta de caminhões para atender o aumento da demanda e como consequência paga altos fretes para conseguir entregar seus pedidos.
- Nos períodos de safra, grande parte dos caminhões se direciona para atendimento do setor agrícola, fato que prejudica a distribuição de produtos do setor.

- Estrutura rodoviária deficitária: ocasiona danos aos caminhões, provoca avarias nas mercadorias e gera atraso nos prazos de entrega.

- Roubo de cargas: fator que coloca em risco a vida dos motoristas e causa grandes prejuízos financeiros.

- Devoluções de cargas devido a questões de mercadoria avariada, atrasos na entrega e pedidos incorretos.

- Insatisfação dos clientes por falhas nos prazos de entrega que geralmente são ocasionados por problemas de trajeto como, trânsito intenso, acidentes e roubos de carga.

- Entrega porta a porta: muitos clientes são atendidos de forma fracionada onde um único caminhão pode entregar produtos em 10 diferentes pontos de venda. Porém muitas regiões não têm estrutura para descarga destes caminhões, pois são dotadas de pequenas vias que impossibilitam a entrada de veículos para descargas o que dificulta a entrega dos produtos. Outro problema associado a este tipo de entrega é ocasionado quando há atraso na entrega de um ponto de venda impactando no descumprimento dos prazos em toda a cadeia de clientes.

- Serviços de descarga ou enlonamento das cargas são incomuns de encontrar nas regiões de entrega. Isto exige que os próprios motoristas realizem os serviços ou que desembolsem valores não acordados para cumprir com a entrega.

- Custos com pedágios influenciam os motoristas a buscarem rotas alternativas, as quais nem sempre garantem uma viagem tranqüila, a qualidade do produto e tão pouco o cumprimento do prazo de entrega.

Em face de tal situação, acredita-se que os Centros de Distribuição podem minimizar estes impactos vivenciados pelo segmento de cervejas, uma vez que atuam como mediadores da distribuição de produtos, por se localizarem entre a fábrica e o varejo. Como o consumidor tende a substituir sua compra caso não tenha a marca de sua preferência, a utilização de CDs pode evitar o custo de desabastecimento, que afeta as vendas e a imagem da empresa.

De acordo com Bowersox *et al* (2006), uma forma menos onerosa de reabastecer os estoques do varejo com maior velocidade, consiste em estabelecer

depósitos dentro da área geográfica de mercado. As questões básicas que abrangem a decisão de localização de um depósito podem ser descritas por: (1) O depósito deve ser próprio, alugado ou arrendado? (2) Qual o número e o tamanho ideal do armazém? (3) Qual é o melhor local para instalar o depósito? (KORPELA & TUOMINEN, 1996).

Diante do exposto, e com o objetivo de auxiliar a tomada de decisão dos gestores do setor e contribuir com uma solução mais apropriada, esta pesquisa se propõe a responder ao seguinte problema:

Em uma determinada região, qual o melhor local e quais cidades são as melhores candidatas para a instalação de Centros de Distribuição de cerveja?

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Propor uma metodologia para localização de Centros de Distribuição para o setor cervejeiro.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Estabelecer critérios para avaliar cidades que tenham potencial de sediar os Centros de Distribuição.
- Definir um modelo para selecionar a região para instalação dos Centros de Distribuição.
- Construir um modelo para definir a melhor cidade para a instalação dos Centros de Distribuição.
- Aplicar o modelo para selecionar os locais em uma região do país.

## **1.2 Justificativa**

Primeiramente o setor em estudo tem relevância na economia do país, apresentando crescimento em média de 6% nos anos de 2007 e 2008, alcançando um faturamento anual de aproximadamente R\$ 26 bilhões. O investimento no segmento também esteve em ascensão nos últimos cinco anos. A implantação de novas fábricas, atualizações tecnológicas e ampliações em algumas plantas somam

valores de mais de R\$ 3 bilhões. Outra contribuição se constitui através da geração de mais de 150 mil empregos diretos e indiretos (LAFIS, 2008).

Quanto ao aspecto operacional foram observadas as diversas peculiaridades da distribuição de cerveja e como estas impactam a produtividade logística do setor. Frente a este cenário, verifica-se a possibilidade de melhorar a operacionalização da distribuição da bebida, com a inserção de Centros de Distribuição em determinados pontos da rede.

Entende-se que o tema se refere a uma questão de nível estratégico e que muitas empresas focam seus recursos em seu objetivo maior que é a produção e venda da cerveja. Desta forma acredita-se que uma metodologia voltada para apoiar o setor, facilitará o processo de tomada de decisão em questões de implantação de Centros de Distribuição.

### 1.3 Estrutura do Trabalho

A estrutura desta pesquisa está organizada em cinco capítulos que são detalhados na seqüência:

- **Capítulo 1:** são caracterizados o problema, os objetivos e a justificativa da pesquisa.
- **Capítulo 2:** apresenta o tema Panorama do Setor Cervejeiro que compõe o Referencial Teórico, onde são descritas as características gerais do segmento e as peculiaridades da distribuição da bebida.
- **Capítulo 3:** neste capítulo está incluso o tópico Localização de Instalações que discursa sobre os modelos utilizados nesta pesquisa.
- **Capítulo 4:** compreende a descrição da metodologia empregada nesta dissertação.
- **Capítulo 5:** discorre sobre os resultados obtidos, com a descrição dos critérios para análise das cidades e a aplicação do modelo matemático para localização geral dos Centros de Distribuição.
- **Capítulo 6:** são apresentadas as conclusões gerais obtidas com esta pesquisa e sugere temas para estudos futuros.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Panorama do Setor Cervejeiro

No Brasil, a produção teve início com a chegada dos imigrantes que fabricavam a cerveja de forma artesanal. Em 1846 surge a primeira linha produtiva em Nova Petrópolis (RS) com denominação de Ritter, sendo a pioneira do ramo. No século XIX, entre os anos de 1940 a 1980 houve expansão do setor, surgindo diversas fábricas no Rio de Janeiro, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (CERVEJASDOMUNDO, 2009).

A partir da década de 90 houve uma evolução dos pequenos fabricantes que passaram a atuar em maior escala. Em 1995 as indústrias menores produziam cerca de 120 milhões de litros de cerveja. No entanto, com a adoção de estratégias como política de preços baixos e posicionamento da marca para conquistar o consumidor de baixa renda, conseguiram alavancar suas vendas. Em 2005 o setor expandiu para 920 milhões de litros devido ao aumento da produção destas fábricas (SINDICERV, 2007).

Em 2007 o Brasil ocupou o 5º lugar em volume de produção mundial com 10,3 bilhões de litros, perdendo para a China, Estados Unidos, Rússia e Alemanha. Neste mesmo ano o consumo per capita chegou a 56,7 litros. As perspectivas de crescimento do consumo no setor para o ano de 2009 são de 3,4% que representará um faturamento de R\$ 27 bilhões (LAFIS, 2008).

A concentração das vendas está a cargo das grandes Cervejarias, que detém mais de 95% do mercado. Estas fábricas dividem-se em 67 unidades produtivas de médio e grande porte, sendo que 27 Cervejarias atuam com a produção mista (cerveja, refrigerante e outros) e as demais têm o foco somente na fabricação de cerveja, conforme mostra a Tabela 1.

Em termos de região, o Estado de São Paulo detém a maior parte das indústrias com 20 unidades, seguido do Rio de Janeiro que abriga 7 Cervejarias, as demais se dividem entre os outros Estados (SINDICERV, 2007).

Entre os fatores que caracterizam as grandes Cervejarias pode-se citar: (a) alta tecnologia empregada no sistema de fabricação e processo de envasamento,

(b) produção em grande escala, (c) intensa estrutura de distribuição de produtos, (d) laboratórios de ponta, (e) estações de tratamento de efluentes inovadoras (AMBEV, FEMSA, SCHINCARIOL, 2008)<sup>1</sup>.

Empresa	Cerveja	Mista	Total
AMBEV	13	12	25
FEMSA	7	1	8
SCHINCARIOL	2	8	10
PETRÓPOLIS	2	0	2
BELCO	0	2	2
COLONIA	2	0	2
OUTRAS	14	4	18
<b>Totais</b>	<b>40</b>	<b>27</b>	<b>67</b>

Tabela 1: Unidades produtivas no Brasil  
Fonte: SINDICERV (2007).

O setor foi atingido pela globalização através das aquisições e fusões que ocorreram no segmento. Em 1999 a Companhia Antártica Paulista e a Brahma Bebidas se unem dando origem a AMBEV. Após cinco anos, em 2004, ocorre a fusão entre a AMBEV e a belga Interbrew, surgindo a INBEV. No ano de 2006 a mexicana FEMSA adquire o controle da Kaiser. As Cervejarias adotam estas táticas para aumentar seu mercado, obter ganhos com a escala de produção e aproveitar os canais de distribuição já desenvolvidos pelas empresas adquiridas (SEIXAS, 2002; SILVA, 2006 a).

As microcervejarias atuam na distribuição regional de produtos, na fabricação de itens com textura, sabor e aroma diferenciados e respondem por cerca de 0,3% da produção nacional. Existem mais de 60 microcervejarias no Brasil e a maior concentração das fábricas se localiza nas regiões Sul e Sudeste, havendo maior incidência em Santa Catarina e Rio Grande do Sul devido à colonização alemã. Os elementos que caracterizam estas empresas se destacam por: (a) permitir a produção de qualquer tipo de cerveja em pequenos lotes, (b) a área necessária para instalação dos equipamentos é considerada pequena e varia entre 10m<sup>2</sup> a 150m<sup>2</sup>, (c) as produções se alternam entre 1000 litros a 40.000 litros por mês (CERVESIA, 2009).

---

<sup>1</sup> AMBEV, FEMSA, SCHINCARIOL: Informação disponível nos sites destas Cervejarias.

### 2.1.1 Mercado Consumidor

O comportamento do consumidor oscila entre preferências por marca, preço e propagandas, que em sua maioria incluem mulheres, praia e humor. As estratégias utilizadas pelas Cervejarias consistem em: preço, rede de distribuição, publicidade e investimento na imagem do produto (SEIXAS, 2002; SILVA, 2008).

Alguns estudos apresentam características dos hábitos do consumidor quanto a sua opção de compra e preferência. Silva (2008) pesquisou sobre a decisão de escolha do consumidor em diferentes situações de uso, como no cotidiano e em posição de *status* (festas ou jantares de negócio). Ele concluiu que três fatores são importantes na decisão de compra: o sabor da cerveja, a aceitação social e o menor preço. Constatou também que em situações do dia a dia, a opção do indivíduo não é alterada quanto a sua marca preferida. No entanto, quando se trata de situação de *status*, há uma tendência de que o consumidor priorize marcas mais nobres e caras, como as chamadas cervejas Premium.

Urdan e Urdan (2001) investigaram em seu trabalho a preferência de 180 consumidores quanto ao sabor e marca de cerveja. Foram analisadas quatro marcas de cerveja classificadas como A, B, C e D. Antes da degustação 110 pessoas atestaram seu favoritismo pela marca B. No entanto, após experimentarem o produto, o resultado mudou ficando a marca C como a preferida de 54 dos consumidores, seguida de resultados muito próximos para as marcas A e B com 48 e 44 votos respectivamente. Os autores constataram que os consumidores são estimulados pela mídia a ter uma preferência, porém não conseguem distinguir sua marca favorita das demais, quando são submetidos a um teste cego de sabor.

Uma pesquisa feita em 2008 pelo IBOPE nas regiões metropolitanas do Brasil mostra que a segmentação do mercado consumidor corresponde a 60% homens e 40% mulheres, um percentual que equivale a 22 milhões de pessoas. As regiões que têm a maior proporção de consumidores são: Salvador com 49%, Curitiba com 44%, Belo Horizonte e Porto Alegre seguem empatadas com 43%. De acordo com Rosa *et al* (2006), as classes C,D, E, são responsáveis por 70% do consumo.

### **2.1.2 Processo Produtivo**

A cerveja é uma bebida que resulta basicamente da junção dos elementos água, malte, lúpulo e levedura (fermento). Outros itens como *gritz* de milho e o xarope de maltose podem ser adicionados na composição do produto e permitem maior rendimento no processo produtivo.

O setor direciona sua produção com base em previsões de venda, que tem seus volumes alterados de acordo com a temperatura. A sazonalidade prejudica a produtividade na fabricação, onde em alguns períodos as indústrias operam com ociosidade e, em outros, há necessidade de trabalhar com a formação de horas extras para atender a demanda. A similaridade do processo produtivo entre as Cervejarias gera uma bebida sem clara distinção em termos de sabor, cor e espuma (SILVA, 2008).

A formação de grandes estoques constitui uma prática nas Indústrias que buscam garantir a disponibilidade da bebida para seus clientes no auge do verão. O sistema intermitente é aplicado na fabricação de lotes da bebida originado por ordens de produção fundamentadas em demanda prevista. A Figura 1 apresenta de forma resumida, os fluxos que compõem o processo produtivo do setor, que é constituído basicamente de cinco etapas.

### **2.1.3 Caracterização do produto**

A cerveja é considerada um bem de consumo de baixo valor agregado. De acordo com SINDICERV existem mais de 20 tipos de cerveja no mundo. A distinção ocorre pelo teor de álcool, extrato e pelo processo de fermentação utilizado. No Brasil, 98% da cerveja consumida é do tipo pilsen, que tem coloração clara, baixa fermentação e teor alcoólico de 3% a 5%.

#### **2.1.3.1 Perecibilidade**

A perecibilidade de um produto está relacionada com a sua deterioração física. A cerveja é um composto de origem vegetal e está sujeita a alterações em sua composição físico/química. De acordo com Mattos (2007) pode-se analisar o tempo de vida da cerveja sob dois aspectos: estabilidade microbiológica e estabilidade sensorial. Quanto à análise microbiológica refere-se aos processos de pasteurização

e *flash-pasteurização*<sup>2</sup> que garantem à cerveja seis meses de vida na prateleira. Com relação à sensorial, sua avaliação é constituída pela aparência, aroma, sabor, cor e espuma. Atributos estes que são observados pelo consumidor no momento da degustação.

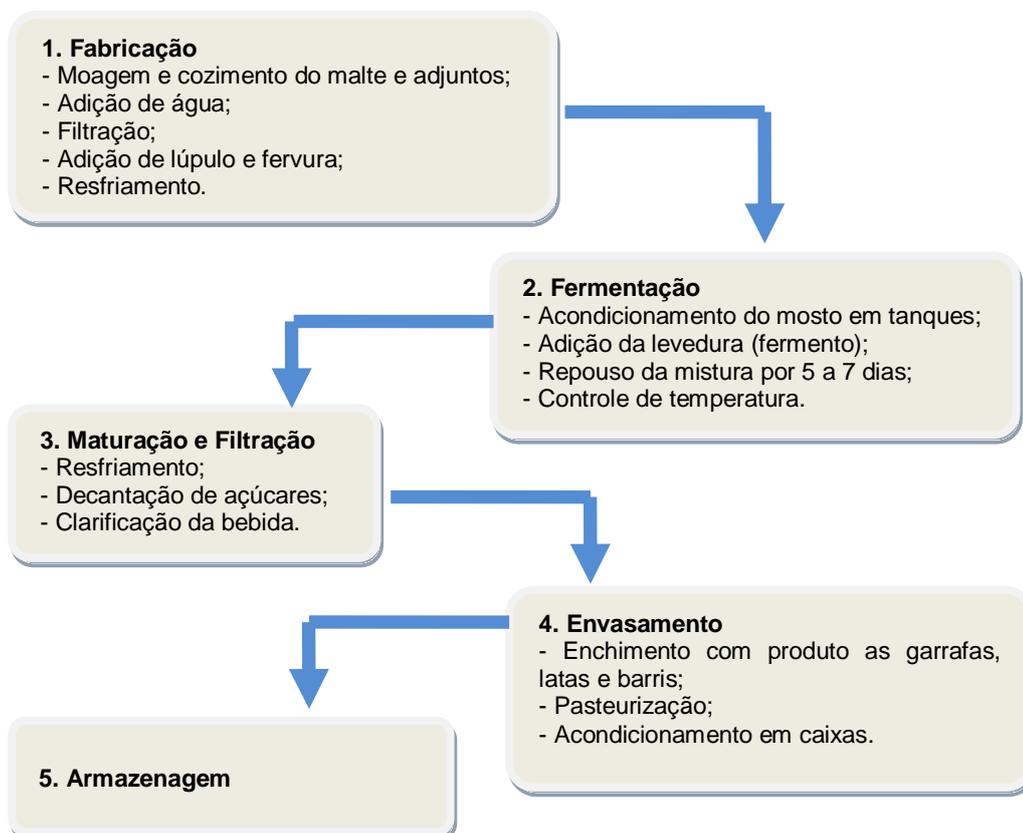


Figura 1: Fluxo do processo produtivo da cerveja.  
Fonte: adaptado de SINDICERV (2007).

Agentes como: calor, frio, agitação, luz e ar podem provocar mudanças nas características da bebida, quando esta for exposta em tempo demasiado a estes fatores. Para garantir a estabilidade do produto por um longo período de tempo é preciso eficiência no processo de produção, envasamento e distribuição (CERVESIA, 2009).

Em sua pesquisa, Mattos (2007) considerou a cerveja pilsen sob a ação de três fatores: temperatura, agitação e incidência de luz. Foram realizados testes com a

<sup>2</sup> Flash-pasteurização: processo de estabilização da cerveja que envolve a variação de altas temperaturas em poucos segundos. Disponível em [www.cervesia.com.br](http://www.cervesia.com.br).

degustação da bebida por provadores treinados, associando-os a análises estatísticas. O autor concluiu que a temperatura afetou de forma muito significativa a estabilidade sensorial da cerveja. As outras variáveis não tiveram relevância. Com base neste resultado, Mattos menciona sobre a importância de garantir que os processos de envasamento, estocagem e transporte sejam adequados, a fim de preservar as características primárias da cerveja.

### 2.1.3.2 Acondicionamento

De forma geral a cerveja é acondicionada em quatro tipos de embalagens: garrafa 600 ml, latas, *long neck* e barril (*kegs*). As Cervejarias normalmente transportam seus produtos de forma paletizada por permitir maior estabilidade à carga. Os paletes utilizados são os chamados PBR<sup>3</sup>, sendo o PBR1 com tamanho de 1,00m x 1,20m (embalagem descartável lata e *long neck*) e o PBR2 que tem dimensões de 1,05m x 1,25m (embalagem retornável garrafa 600 ml e kegs). A Tabela 2 mostra o detalhamento da paletização *versus* volume e peso (RODRIGUES e COLMENERO, 2009 b).

Embalagem	Quantidade por palete	Camada	Peso	Altura
Garrafa 600 ml	42 caixas	7 caixas	1040 kg	1,90 m
Lata 350 ml	264 dúzias	22 dúzias	1210 kg	1,63 m
Long neck 300 ml	84 caixas	12 caixas	1190 kg	1,72 m
Barril 50 l	8 kegs	8 kegs	570 kg	520 mm

Tabela 2: Formação da paletização da cerveja  
Fonte: a autora

### 2.1.4 Estrutura de Distribuição

De acordo com Rosenbloom (2002), uma estrutura de distribuição é composta pela estratégia de canal e pela gestão logística. Primeiramente, desenvolve-se a configuração e operacionalização das metas de distribuição da empresa, que contempla os níveis do canal, objetivos da distribuição e a estrutura de canal. A gestão logística é direcionada para disponibilizar o produto pelos canais de marketing, no tempo e local adequado.

<sup>3</sup> PBR: Palete padronizado para utilização no mercado nacional pela Associação ABRAS.

A estrutura logística do setor Cervejeiro envolve as atividades relacionadas com a produção da bebida e com a distribuição do produto, cuja ênfase trata este trabalho. A inserção em canais de distribuição é relevante para as Cervejarias, que operam através da Distribuição Intensiva, com o objetivo de ofertar a bebida para o maior número possível de consumidores. A Figura 2 ilustra os níveis que compõem o fluxo destes canais.

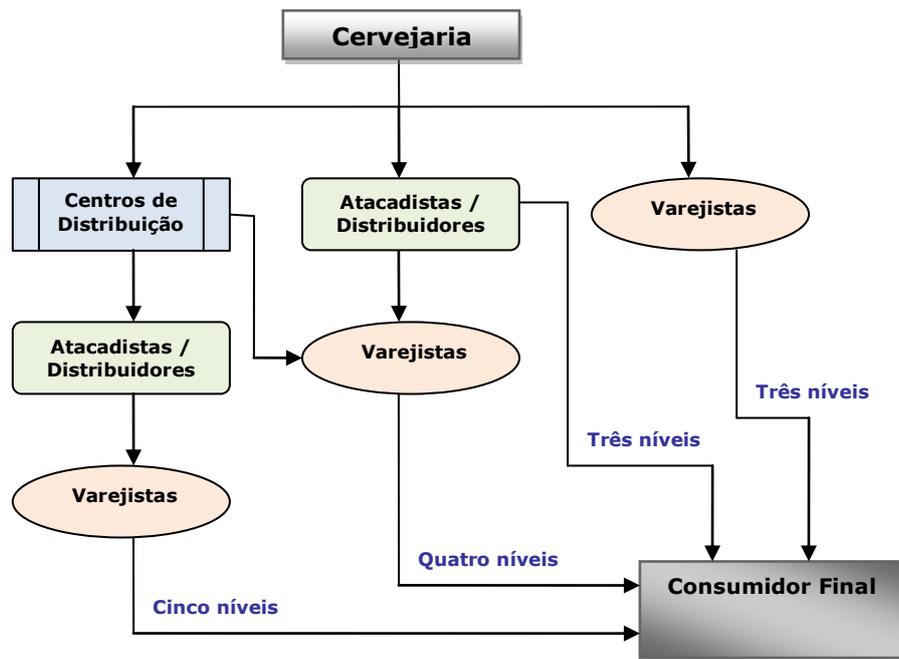


Figura 2: Níveis da estrutura de distribuição da cerveja.  
Fonte: adaptado de Rosenbloom (2002).

De acordo com Rodrigues e Colmenero (2009 b), os níveis apresentados na Figura 2 são indicados pelas estruturas a, b, c.

a) *Três níveis: envolve três fluxos:*

1- Cervejaria > Atacadista > Consumidor

Neste canal a Fábrica contrata o transporte e entrega diretamente para o Atacadista que atende o consumidor através de suas lojas de autosserviço. As mercadorias são vendidas em pequenas quantidades, embalagens fechadas ou fracionadas.

2- Cervejaria > Varejista > Consumidor

A Fábrica contrata o frete e entrega para o Varejista que disponibiliza o produto para os consumidores em supermercados, hipermercados, lojas de conveniência, bares, mercearias, etc.

### 3- Cervejaria > Distribuidor > Consumidor

Os Distribuidores são agentes que têm vínculo de exclusividade com a Cervejaria, para a venda dos produtos nas regiões em que são autorizados a comercializar a bebida. O consumidor pode comprar a cerveja diretamente no ponto de venda do Distribuidor. Neste canal geralmente a responsabilidade pelo frete é do Distribuidor, que agenda data para a retirada do produto na fábrica. Estes agentes atuam como Franquias ou Revendas das Cervejarias atendendo também os pequenos estabelecimentos como armazéns, padarias e bares.

*b) Quatro níveis: esta estrutura é representada por três fluxos:*

#### 1- Cervejaria > Atacadista > Varejista > Consumidor

Neste nível a Fábrica contrata o transporte e entrega diretamente para o Atacadista. O Varejista retira o produto nos depósitos do Atacadista e revende a bebida em suas lojas diretamente para o consumidor.

#### 2- Cervejaria > Distribuidor > Varejista > Consumidor

O Distribuidor retira a cerveja na Fábrica com frete de sua responsabilidade e posteriormente revende a bebida para pequenos Varejistas que comercializam o produto para os consumidores locais.

#### 3- Cervejaria > Centro de Distribuição > Varejista > Consumidor

Este fluxo é operacionalizado pela Fábrica que transporta o produto até o Centro de Distribuição, que contrata o frete e entrega a cerveja nas lojas de Varejo.

*c) Cinco níveis: este canal é representado por dois fluxos:*

#### 1- Cervejaria > Centro de Distribuição > Atacadista > Varejista > Consumidor

A Fábrica transporta a cerveja até o Centro de Distribuição que assume o frete e entrega a bebida no Atacadista, onde o Varejista retira o produto e revende a bebida em suas lojas.

#### 2- Cervejaria > Centro de Distribuição > Distribuidor > Varejista > Consumidor

O Centro de Distribuição recebe o produto da Fábrica e disponibiliza a cerveja para o Distribuidor, que retira a bebida, com frete sob a sua responsabilidade. Os Varejistas compram o produto do Distribuidor e revendem para os consumidores.

Os intermediários que compõem um canal atuam como facilitadores e direcionadores do fluxo da bebida da Indústria até o consumidor final. Os sistemas logísticos que operacionalizam a distribuição dos produtos pelo fluxo dos canais são definidos por Bowersox *et al* (2007) como estrutura escalonada, direta e combinada.

A adoção de mediadores para distribuição da cerveja precisa ser bem estruturada ou poderá causar prejuízos para a Cervejaria. Como exemplo disto Silva (2006) cita um fato ocorrido com a AMBEV em 2000. Esta Cervejaria tinha seu sistema de distribuição dependente de um grande número de Revendedores, porém estes vastos acordos trouxeram danos para a empresa. Os Distribuidores tinham baixa margem de lucro e conseqüentemente problemas financeiros. Os mercados menores e mais distantes não eram atendidos e as ações locais de venda não surtiam os resultados esperados. Diante disto a empresa remodelou seu processo de distribuição com a redução do número de Revendas e com o aumento de Centros de Distribuição.

A classificação escalonada para o segmento de cervejas é aplicada no fluxo de cinco e quatro níveis conforme mostra a Figura 2. A bebida escoia por meio de depósitos (constituídos pelos armazéns dos Distribuidores ou Atacadistas) e pontos de venda ou lojas de varejo, desde a fábrica até o consumidor final. A distribuição direta é posicionada pelo fluxo de três níveis, onde a cerveja é transportada diretamente da fábrica ou do CD para as lojas de varejo (RODRIGUES e COLMENERO, 2009 b). De acordo com Silva (2006 b), as Cervejarias que utilizam a distribuição direta, do CD ao varejo, têm um aumento de 5% no volume de vendas na mesma área comercial.

No mercado de cerveja é fundamental adotar estratégias para evitar o desabastecimento, principalmente em bares e restaurantes, locais onde ocorre a maior expressão de vendas (ROSA *et al*, 2006). Em face disto, muitas Cervejarias adotam os CDs como táticas para aproximação dos mercados e manutenção dos níveis de estoque da região. A AMBEV conseguiu um aumento de 9% no valor de

suas vendas com táticas direcionadas aos clientes, através da implantação de Centros de Distribuição (SILVA, 2006 b).

Os Canais de Distribuição do setor são representados por três grupos: autosserviço, tradicional e bar. As organizações de grande porte como os hiper e supermercados são denominados de *canal autosserviço* ou *key account* (clientes chave). Estes são abordados como clientes especiais, devido ao poder de compra que possuem e também pela importância da exposição da marca e do produto em suas gôndolas. As empresas menores, que normalmente não têm consumo do produto no local como: mercearias, padarias e armazéns, são chamados de *canais tradicionais*. Os estabelecimentos que compõem o *canal bar* se distinguem por liberar o consumo da cerveja no local. Constituem-se por lanchonetes, restaurantes, casas noturnas e bares. Os canais, *tradicional e bar* são também denominados de *ponto-frio* (RODRIGUES e COLMENERO, 2009 b).

Em 2004, aproximadamente 70% do volume das vendas ocorreram nos canais *tradicional e bar*, e 30% no canal *autosserviço*. Em termos de valor de vendas o autosserviço foi responsável por cerca de 26% e o ponto-frio 74% (LAFIS,2008). Com relação ao número de estabelecimentos que comercializam a cerveja, Rosa *et al* (2006) apresenta 70 mil pontos de venda relacionados ao canal autosserviço e cerca de 1 milhão de lojas representados pelo canal bar e tradicional.

#### **2.1.4.1 Mapeamento do Sistema de Distribuição**

O mapeamento de processo consiste em compreender e ilustrar de forma gráfica as relações entre as atividades, pessoas, informação e os objetos envolvidos em determinado procedimento. A importância da utilização deste método deve-se ao baixo custo da técnica e por expor de forma detalhada a estrutura do fluxo de trabalho que envolve uma atividade. A partir disto, é possível ter maior visualização do processo estudado e assim projetar melhorias (BIAZZO, 2000).

O mapeamento do processo de Distribuição da Cerveja pode ser apresentado através do fluxograma interfuncional conforme mostra a Figura 3.

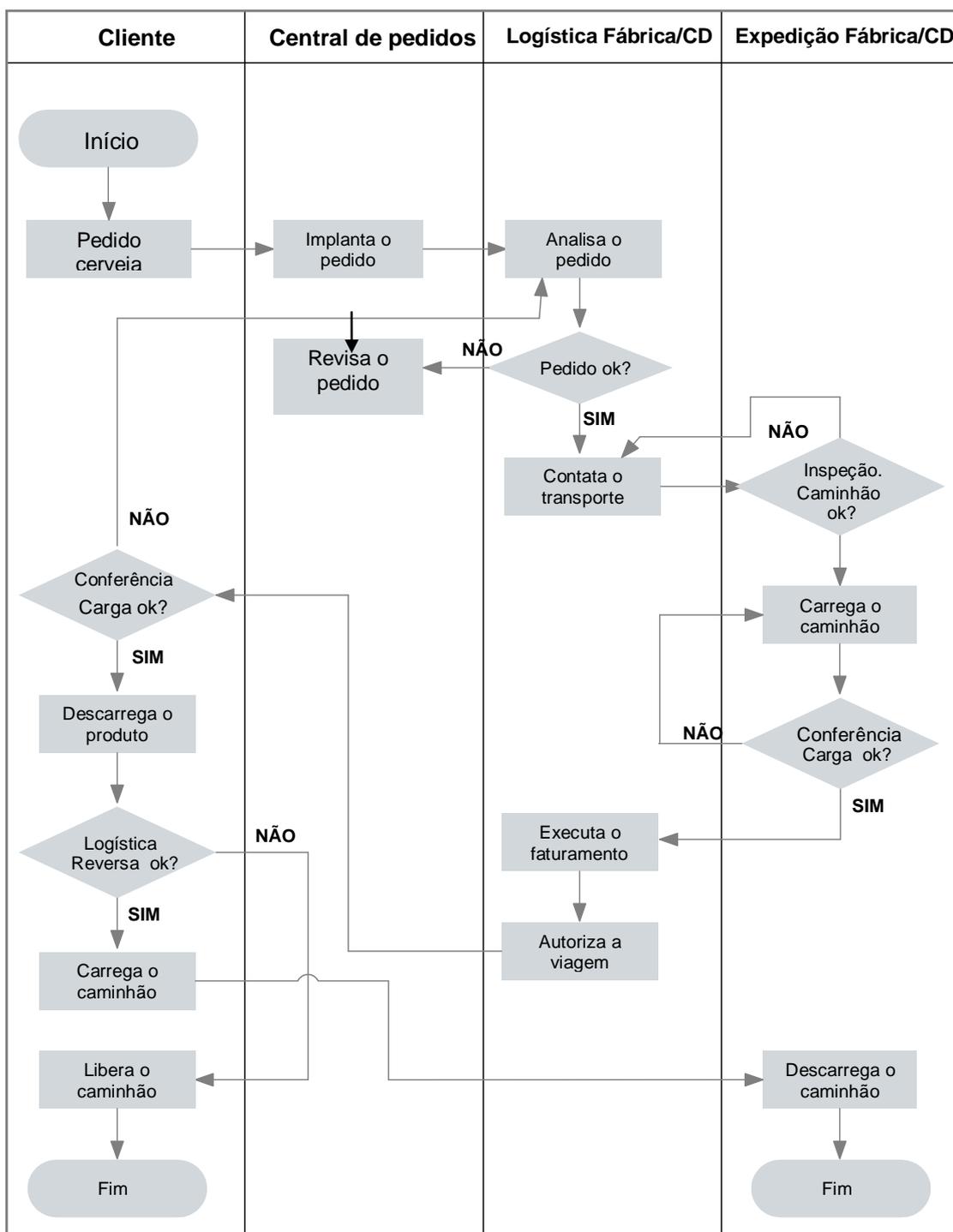


Figura 3: Mapeamento do sistema de distribuição da cerveja.  
Fonte: Rodrigues e Colmenero, (2009).

### 3.1 Delineamento das funções e atividades

De acordo com Rodrigues e Colmenero (2009 b), descreve-se o processo através de quatro componentes: (1) Clientes, (2) Central de Pedidos, (3) Logística da Fábrica e (4) Expedição da Fábrica.

#### 1) Clientes

O processo tem início com os pedidos originados pelos Clientes que formalizam suas demandas junto às Cervejarias, de acordo com sua estrutura de tecnologia. São considerados como clientes diretos: os Atacadistas, Varejistas e os Distribuidores.

Atacadistas e grandes Varejistas: utilizam o sistema o EDI (*Electronic Data Interchange*) para troca de dados com a Cervejaria. Em alguns casos, o pedido é gerado após a baixa do estoque pelo código de barras, no momento em que a bebida passa no caixa. Em outras situações o Cliente implanta uma ordem em seu sistema que é transferida para o programa do Fabricante.

Distribuidores ou Representantes: tem o objetivo de vender os produtos e representar a Indústria em regiões demarcadas pela companhia. Suas solicitações de produtos normalmente ocorrem através de formulários padronizados, os quais depois de preenchidos são direcionados ao Fabricante por *e-mail* ou outras formas de transferência de dados.

Pequenos Varejistas: geralmente recebem visitas periódicas de vendedores, os quais coletam seus pedidos através de *palmtops* (computadores de mão), que permitem a análise do ponto de venda com relação à participação de mercado, estoques, histórico de vendas e preço médio. Há também casos em que estes Clientes enviam suas ordens por *e-mail* diretamente para a Central de Pedidos. Os pedidos dos Clientes podem ser de carga fechada, carga mista ou carga fracionada.

- Carga fechada: o caminhão é direcionado para um único Cliente, onde o pedido solicitado tem um determinado padrão, que pode ser composto por 12 paletes de cerveja (caminhão truck) ou 20 paletes (caminhão carreta). Geralmente este pedido contempla somente produtos com a mesma característica, respeitando um limite de embalagem e quantidade por palete conforme mostra a Tabela 2.

- Carga mista: a regra do item acima com relação à padronização das quantidades se mantém, contudo há diferenciação quanto ao tipo do produto e embalagem a serem carregados. O pedido de carga mista contempla a diversificação de produtos, ou seja, podem ser carregados em um único caminhão, paletes com variados tipos de cerveja e diferentes tipos de embalagem.

- Carga fracionada: este tipo de pedido considera o carregamento não padronizado sob duas formas: (1) o caminhão movimentando paletes com produtos, embalagens e quantidades diferentes para um único Cliente, (2) o caminhão transporta paletes padronizados ou diversificados (carga mista) para Clientes diferentes.

O recebimento da carga de cerveja pelos Clientes é acompanhado de uma conferência com o pedido enviado à Cervejaria. Além dos itens comumente verificados como quantidade, preço, embalagem, produto e avarias, as condições do caminhão e o comportamento dos motoristas são outros fatores importantes, na análise feita pelo Cliente no ato da descarga do produto. Caso haja algum item em discordância com o solicitado, o Cliente pode acessar tanto a Fábrica como o Centro de Distribuição que o atendeu, ou então, contatar diretamente a Central de Pedidos. Alguns casos em que o pedido está em desacordo e não há possibilidade de negociação entre Cliente e Fabricante, a devolução da carga é efetivada à Cervejaria.

A Logística Reversa de embalagens e materiais é outro item a ser observado pelo Cliente e geralmente envolve cargas cuja responsabilidade pela entrega da bebida é do Fabricante. Os materiais a serem devolvidos se caracterizam pelas garrafas retornáveis, as garrafeiras plásticas, os paletes e os chapatex, considerados bens das Cervejarias. O Cliente deve ter disponível estes materiais para devolução e também se responsabilizar pelo carregamento destas embalagens. Situações como a falta dos materiais no ato da entrega do produto e simultânea devolução são resolvidas através de empréstimos via Comodato de Bens entre o Cliente e a Cervejaria com prazo estipulado para restituição.

A liberação do caminhão pelo Cliente ocorre quando a conferência da carga e a Logística Reversa são itens considerados resolvidos e operacionalizados de acordo com as regras entre Cliente e Fabricante.

## 2) Central de Pedidos (CP)

De posse da demanda recebida, a Central de Pedidos tem como responsabilidade, avaliar os dados primários constantes nas ordens, como: prazo, preço, quantidade, embalagem, produto. Verificar situações de limites de crédito do Cliente, questões de inadimplência e identificar a capacidade de estoque nas Fábricas para atendimento do pedido do cliente. Após a verificação destes itens e estando a ordem em conformidade com os acordos comerciais, a CP implanta o pedido no sistema, caso o mesmo seja manual, e repassa o pedido para o Centro de Distribuição ou Fábrica responsável pelo atendimento do respectivo Cliente.

Se houver alguma falha na consolidação dos pedidos devido à incoerência de quantidades, divergência de produtos ou área de atendimento dos Clientes; a Fábrica ou CD devolve o pedido para a Central revisar e proceder à correção na respectiva ordem.

Além destas tarefas, a CP tem como responsabilidade: (1) informar os Clientes sobre a situação dos seus pedidos quanto ao prazo de entrega, atendimento, acompanhamento e localização do seu fluxo, (2) regularizar para os clientes questões referente ao recebimento das cargas quando estiverem incoerentes com as demandas registradas nos pedidos.

## 3) Logística da Fábrica ou do Centro de Distribuição

Esta área tem como função analisar o pedido recebido da Central nos aspectos que envolvem o produto, a quantidade, a embalagem, a otimização da carga, a região a que pertence o Cliente, bem como o prazo de entrega, tempo de viagem, tipo de transporte, entre outros. Caso algum destes elementos impeça o atendimento do pedido no prazo acordado, cabe à Logística contatar a Central para que esta proceda à revisão do pedido e acerto com o Cliente.

Se o pedido analisado cumprir todos os padrões estabelecidos, a Logística contata o Transportador (em casos de transporte terceirizado) ou o responsável pela frota própria que encaminhará o veículo para o carregamento.

Após o caminhão carregado e liberado pelo Conferente, cabe à Logística executar o faturamento do produto e autorizar o motorista a seguir viagem.

#### 4) Expedição da Fábrica ou Centro de Distribuição

Nesta área, as atividades são executadas por etapas. O comando das fases é dado por um Conferente, que é responsável pelas atividades do setor e por direcionar as tarefas para os empilhadeiras, enlonadores e outros terceiros que trabalham na operação.

##### Fase 1: Inspeção do caminhão

Ao receber o caminhão, o Conferente realiza uma vistoria para verificar as condições gerais do veículo. Esta análise consiste em examinar itens como: (a) adequabilidade do caminhão à carga; (b) estabilidade do caminhão; (c) limpeza da carroceria; (d) situação das cordas, cintas e cantoneiras que são responsáveis por uma adequada amarração da carga no caminhão; (e) ainda referente às cantoneiras, quanto ao material (madeira ou ferro) e as dimensões (comprimento e espessura); (f) qualidade das grades e pinos da carroceria; (g) condições da lona que irá cobrir o produto, tanto com relação ao tamanho quanto a presença de rasgos e furos. Se os itens inspecionados estiverem de acordo com os padrões estabelecidos, o caminhão é liberado para carregamento.

##### Fase 2: Análise do pedido

De posse da ordem de carregamento onde constam os itens do pedido, o Conferente avalia de qual tipo de carga se trata (fechada, mista ou fracionada) e se a mesma já está pronta para o carregamento ou se é necessário fazer a separação e montagem do pedido. Nos casos da carga fechada e mista, onde não há diversidade de produtos e embalagens em um mesmo palete, o Conferente passa a ordem para os empilhadeiras executarem o carregamento do produto, que é preparado pela linha de produção e está separado no estoque. Se a carga for mista o Conferente repassa a ordem para o pessoal responsável pela montagem do pedido. Após a consolidação do pedido, os empilhadeiras carregam o produto. A separação e montagem da carga mista pode ser realizada de forma simultânea à inspeção do caminhão ou até mesmo no dia anterior do carregamento do pedido, fato que agiliza o tempo de estadia do caminhão no pátio.

##### Fase 3: Carregamento do caminhão

Nesta etapa o Conferente observa e avalia toda a movimentação para o carregamento dos veículos, examinando o tempo e as condições da operação. Entre os indicadores logísticos das Cervejarias, o tempo e as condições de carregamento são itens de responsabilidade da área de Expedição, que podem atuar de forma direta na causa e solução de problemas como: longos tempos de espera, avarias em produtos pelo manuseio dos paletes e enlonamento inadequado.

#### Fase 4: Conferência

Após o carregamento, o Conferente executa a chamada contagem cega, que consiste na apuração do produto carregado no caminhão, nos itens quantidade e tipo da bebida. No segundo passo, o Conferente registra os números da contagem cega no sistema, que informará se os itens constantes no veículo combinam com os dados do pedido. Caso afirmativo, o Conferente libera o caminhão para o enlonamento e simultaneamente autoriza a Logística a executar o faturamento do produto. Em caso negativo, o Conferente realiza nova contagem cega, revisa o pedido e se necessário for, corrige o carregamento dando sequência a uma nova movimentação.

#### Fase 5: Liberação do caminhão

A liberação do veículo ocorre somente após o Conferente verificar se o enlonamento do caminhão está de acordo com os padrões exigidos. A atividade de enlonamento é um serviço importante para o sistema de Distribuição, pelo fato de comprometer o transporte da carga, caso seja realizado de forma inadequada. Em muitos casos, quando é necessário frear bruscamente durante o transporte da mercadoria, uma amarração imprópria pode facilitar o tombamento do produto. Além disto, os materiais utilizados no enlonamento como cordas, cantoneiras e cintas, contribuem para a preservação da embalagem e, conseqüentemente, da bebida transportada, evitando avarias.

A Expedição responde também por conferir e descarregar os materiais provenientes da Logística Reversa.

#### 2.1.4.2 Sistemas de Transporte

A estrutura de transportes utilizada na Distribuição da cerveja envolve o modal rodoviário, responsável pelo maior número das cargas do setor e a cabotagem, utilizada na região norte do país.

De acordo com Fachinello e Nascimento (2008) dependendo do produto a ser carregado, a cabotagem permite uma redução nos custos de transporte de 15% a 50% quando comparado com o modal rodoviário.

Em maio de 2006 a FEMSA Cerveja Brasil movimentou cerca de 1880 toneladas da bebida pelo terminal portuário do Pecém no Ceará. A cerveja saiu da fábrica de Pacatuba (CE) e teve como destino a fábrica de Manaus (AM). Neste período a cerveja ocupou o 2º lugar de movimentações de cabotagem no terminal (NETO, 2006).

O transporte do produto de Feira de Santana (BA) até Manaus (AM) é outro fluxo de cabotagem utilizado pela FEMSA. O produto é carregado em contêiner tipo *dry box* (contentor com portas no final) que é transportado até o Porto de Salvador via modal rodoviário. Após a descarga no terminal, o produto segue via navio até o Porto de Manaus onde é carregado em caminhões. Em seguida a bebida é direcionada para os clientes da região de Manaus (RODRIGUES e COLMENERO, 2009 a).

O meio rodoviário é o modal predominante no setor e sua relevância deve-se à maior facilidade de manuseio das cargas de cerveja. De acordo com Bowersox *et al* (2007) entre as vantagens que o modal oferece verifica-se a flexibilidade, a disponibilidade e a frequência. Estes itens são bem explorados pelas Cervejarias, que utilizam seus benefícios ao transportar a bebida, em cargas de pequeno ou médio porte, para distâncias curtas ou longas, com entregas porta a porta ou somente para um único cliente.

Alguns elementos como, a capacidade de acondicionamento e a forma de manuseio, ainda que não participem de forma direta da planilha de custos de transporte, são estratégicos para orientar economias no sistema (BOWERSOX *et al* 2007).

As Cervejarias aumentam sua produtividade no transporte carregando os caminhões com os paletes de cerveja invertidos, colocando-os com o lado menor virado para o centro do caminhão. Com esta prática conseguem alocar o excedente de quatro paletes do produto na carga. Além deste processo utilizam caminhões bi-trem com capacidade para 28 paletes, tri-trem (42 paletes) e rodo-trem (46 paletes), que permitem o escoamento de maiores volumes da bebida. Adaptações nos veículos, como a substituição de peças de ferro por outras de alumínio e a redução no tanque de combustível, são outras opções utilizadas para reduzir o peso do caminhão, tornando possível a compensação do peso em produto acabado (RODRIGUES e COLMENERO, 2009 a).

Silva (2006 b) argumenta que transportar uma carga com 22 paletes de bebida é ineficiente para o sistema de transporte em longas distâncias. Através da otimização das cargas, a AMBEV conseguiu aumentar a capacidade dos caminhões em 18%, o que favoreceu uma redução de 9% nos custos.

A utilização do transporte rodoviário é operacionalizada pelo setor através da frota própria (veículos de propriedades da Cervejaria), da Transportadora contratada ou terceirizada e ainda com parte da distribuição feita pela Revenda (representantes ou distribuidores autorizados).

De acordo com Ghisi *et al* (2004) a Schincariol utiliza o serviço terceirizado da fábrica até o Centro de Distribuição, onde após a consolidação da carga, os produtos são distribuídos para os clientes com caminhões da frota própria. No caso da AMBEV, 49% do volume de vendas são transportados por sua rede própria e 51% administrado pelas Revendas (SILVA, 2006 b). A FEMSA<sup>4</sup> atua com parte da sua distribuição via transporte terceirizado e outro percentual é direcionado aos franqueados do Sistema Coca-Cola.

Segundo Bowersox *et al* (2007) três fatores são essenciais para um adequado desempenho no sistema de transportes: o custo, a velocidade e a confiabilidade. O segmento de cervejas apresenta dificuldades em alcançar alta *performance* nestes três elementos, devido à sazonalidade das vendas que acompanha o setor.

---

<sup>4</sup> FEMSA Cerveja Brasil. Informação disponível em <http://www.femsa.com/pr/business/cerveza/brasil.htm>. Acesso em 16/01/2009.

Os volumes de vendas mais expressivos coincidem com os períodos de temperatura mais quente, nas festas de dezembro e carnaval. No entanto, ainda com o aumento das vendas nos meses mais quentes, a distribuição de bebidas é impactada pela indisponibilidade de caminhões. Mesmo as Cervejarias que utilizam Transportadoras terceirizadas não conseguem, em muitos casos, dispor a quantidade necessária de veículos para atendimento do significativo volume. Desta forma, torna-se complexo atender prazos acordados, fato que compromete a confiabilidade do serviço (RODRIGUES e COLMENERO, 2009 a).

Em face de tal situação, algumas Cervejarias optam em abastecer o mercado com a contratação do Transportador *Spot*, que normalmente dispõe em sua frota própria, caminhões para atendimento do setor. Porém, estas contratações geram altos custos para as Indústrias, originados por um valor de frete muito superior ao praticado pelas terceirizadas. Os *Spots* justificam as tarifas mais elevadas porque detêm caminhões dotados de tecnologia de rastreamento e em ótimo estado de conservação. Além disto, garantem os prazos, tanto de carregamento quanto de entrega e atendem demandas de última hora (RODRIGUES e COLMENERO, 2009 a).

Outra alternativa praticada pelo setor para enfrentar o período de sazonalidade é a contratação de frota cativa. Nesta condição, as Transportadoras terceirizadas buscam motoristas autônomos que permaneçam disponíveis por um determinado tempo para atendimento das Cervejarias. Geralmente os motoristas se deslocam para um posto ou depósito e aguardam as cargas para carregamento.

O controle destes motoristas é feito pelo horário de chegada e saída após o carregamento, acompanhamento da viagem, bem como o seu retorno. Além do valor do frete, geralmente os autônomos recebem um incentivo que equivale ao valor de uma diária ou a adição de uma quantia fixada pela Cervejaria, para cobertura de combustível e pedágios. Esta tática é adotada para garantir que os autônomos não desistam do transporte da cerveja, em busca de outros produtos que ofereçam melhores tarifas (RODRIGUES e COLMENERO, 2009 a).

Como consequência do exposto, o setor absorve valores extras de frete para responder ao cliente com a agilidade esperada, gerando em seu sistema de distribuição uma instabilidade, causada pelo desequilíbrio entre altos custos de transporte *versus* atendimento ao nível de serviço.

### 2.1.4.3 Custos de Distribuição

No ambiente da Logística, entender o comportamento dos custos, nas diversas atividades que envolvem a cadeia de distribuição de um produto, torna-se fundamental para a adoção de táticas a serem direcionadas ao alcance de melhores rentabilidades no processo. Segundo Silva (2006 b), os estudos que detalham os custos de distribuição das Cervejarias são relevantes porque a bebida é um produto de baixo valor agregado e falhas no processo de comercialização podem gerar operações dispendiosas com margens negativas para a companhia.

De acordo com Faria e Costa (2007), entende-se por Custo de Distribuição todos os gastos que ocorrem após a fabricação do produto e que envolvem as atividades com o deslocamento interno do produto e trânsito externo até a entrega ao cliente. Silva (2006) apresenta uma classificação de custos para o setor:

a) Transporte da Fábrica até as Revendas:

Os valores são ressarcidos aos distribuidores conforme a distância percorrida, a localização destes agentes, o tipo de embalagem transportada e o volume comercializado. Os contratos são feitos por longo prazo e os aumentos de tarifas de frete são compensadas de acordo com regras comerciais estabelecidas entre o fabricante e a revenda e não de acordo com a vigência do mercado de transportes.

b) Transporte direto

Referem-se aos custos de produtos transferidos da fábrica até os Centros de Distribuição ou até o Varejo/Atacado.

c) Custos de Entrega

São procedentes da entrega dos produtos e ocorrem tanto da fábrica até os pontos de venda como do CD até o cliente. Ambas as situações se referem aos valores gastos com transporte e atividades de descarga.

d) Custos de Armazenagem

São gastos provenientes das movimentações feitas no CD, além dos equipamentos, pessoal, etc.

e) Custos Administrativos

São valores alocados em pessoal e nos processos administrativos (telefone, materiais diversos, despesas jurídicas).

A Figura 4 apresenta de forma genérica as atividades do sistema de distribuição de cerveja, que consistem nos processos Centro de Distribuição e Entrega Direta.

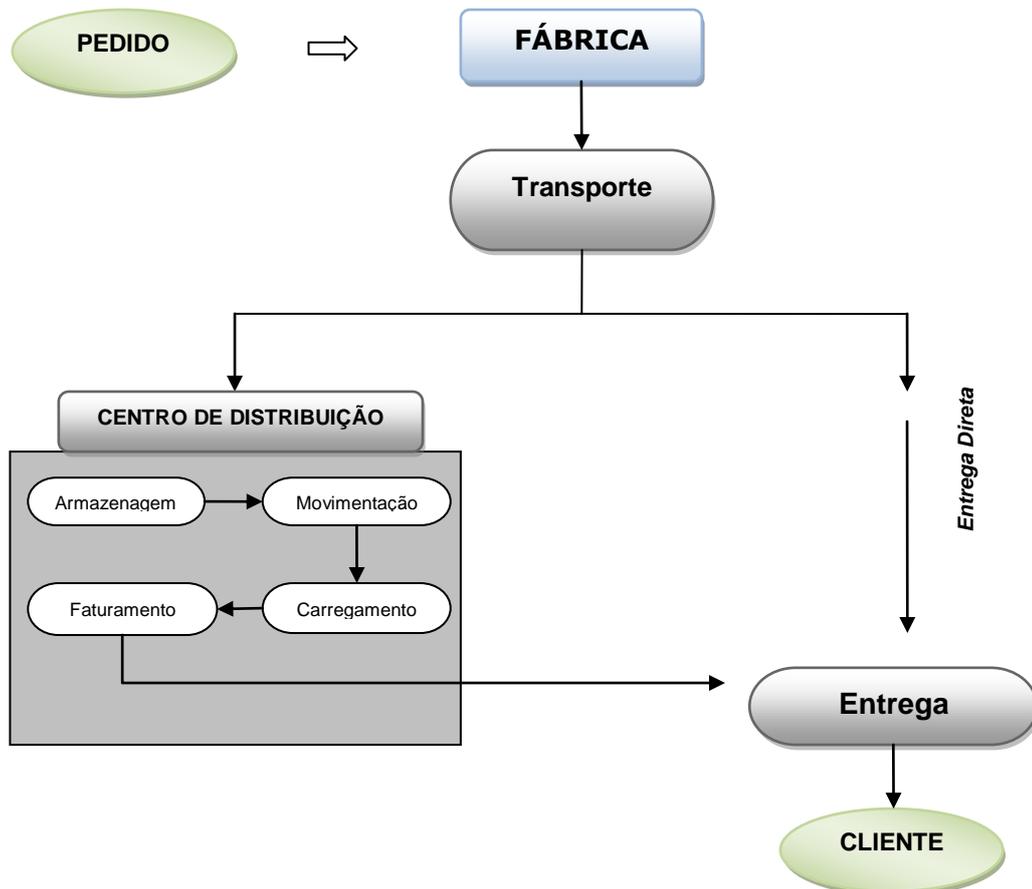


Figura 4: Atividades da distribuição de cerveja.

Fonte: a autora.

### - Transporte

a) Atividades: consiste no deslocamento do produto da Fábrica até o Centro de Distribuição ou até os Clientes pela Entrega Direta, seja através da frota própria ou transporte terceirizado.

b) Recursos físicos: Frota própria - caminhões, gerenciamento de risco, pátio para estacionamento, estrutura para manutenção dos veículos, tecnologia da informação. Frota terceirizada - pátio para estacionamento dos caminhões.

c) Recursos humanos: motoristas e ajudantes, coordenador de frota, analista para controle da transportadora.

Os custos desta operação se referem a: depreciação, manutenção, peças, combustível, pedágios, manutenção e limpeza do pátio, pagamentos por serviços de transporte, salários e impostos, transporte de pessoal, alimentação, EPI (equipamento de proteção individual), sistemas de informação.

#### **- Centro de distribuição**

##### 1) Armazenagem:

a) Atividades: consistem basicamente em dois processos. Armazenar conforme leiaute previsto a cerveja originada das linhas produtivas. Alocar a bebida procedente de transferência de outras fábricas ou centros de distribuição, ou ainda de devoluções de clientes.

b) Recursos físicos: estrutura predial do armazém, paletes, garrafeiras, empilhadeiras, paleteiras, sistemas de informação, prateleiras, *racks*, chapatex.

c) Recursos humanos: operadores de empilhadeira, controladores de estoque, coordenador de armazém, repositores, montadores de pedido.

Os custos inerentes a esta atividade se distinguem por: limpeza e manutenção do armazém e dos equipamentos, depreciação, combustível, reposição de paletes e garrafeiras, salários e impostos, transporte de pessoal, alimentação, EPI, tecnologia, material de escritório.

##### 2) Movimentação

a) Atividades: referem-se ao deslocamento de produtos e materiais dentro do armazém, como o direcionamento da cerveja para a área de montagem de pedidos, o descarregamento de caminhões com transferência de bebida de outras fábricas ou CD e a movimentação da cerveja nos endereços correspondentes do depósito.

b) Recursos físicos: empilhadeiras, paleteiras, transportadores, paletes e embalagens, sistemas de informação.

c) Recursos humanos: operadores de empilhadeira, controlador de armazém.

Os custos relacionados a esta operação classificam-se por: combustível para os equipamentos, manutenção dos equipamentos, reposição de paletes e embalagens, salários e impostos, transporte de pessoal, alimentação, EPI, tecnologia de informação, material de escritório.

### 3) Carregamento

a) Atividades: consiste no deslocamento dos produtos com a utilização de empilhadeiras, do armazém até os caminhões. Após o carregamento, o enlonamento é realizado para dar proteção ao produto e segurança à carga.

b) Recursos físicos: empilhadeiras; transportadores, sistema de trava quedas para segurança dos enlonadores, docas, rampas, separadores de paletes, filmes plásticos, lona, cordas e cintas para amarração dos caminhões.

c) Recursos humanos: operadores de empilhadeira, enlonadores, conferentes de carga.

Os custos desta atividade se caracterizam por: combustível, manutenção dos equipamentos, depreciação, salários e impostos, transporte de pessoal, alimentação, equipamento de proteção individual, materiais auxiliares e de escritório.

### 4) Faturamento

a) Atividades: envolve a impressão das notas fiscais de venda ou transferência do produto.

b) Recursos físicos: computadores, sistemas de informação, formulário de notas.

c) Recursos humanos: analista de faturamento.

Os custos pertinentes a esta tarefa se distinguem por: manutenção de sistema, aquisição de formulários, salários e impostos, transporte de pessoal, alimentação, materiais de escritório.

### - Entrega

a) Atividades: envolve o transporte dos Centros de Distribuição até ao cliente. O serviço de descarga no cliente através da contratação de chapas ou locação de equipamentos.

b) Recursos físicos: carrinho para descarga da cerveja, paleteiras, empilhadeiras.

c) Recursos humanos: motorista, chapas, enlonadores, ajudante de motorista, analista para controle dos caminhões e montagem de rotas.

Os custos desta atividade são compostos por: salários e impostos, transporte de pessoal, alimentação, manutenção do equipamento, locação de equipamento, material de escritório, equipamento de proteção individual.

Entre as atividades concernentes ao sistema de distribuição, o transporte tem mais relevância na análise de custos, devido ao impacto que esta operação tem sobre o desempenho logístico e por representar a maior parte do custo total da cadeia. No entanto, o desenvolvimento de uma estratégia de distribuição eficaz depende da orientação de alguns fatores, que mesmo de forma indireta, fazem parte da composição deste custo como: a distância, o peso, a densidade, o acondicionamento, o manuseio, os riscos e o mercado (BOWERSOX, 2007).

Silva (2006 b) apresenta um comparativo de custos em três grupos de Centros de Distribuição da AMBEV localizados em diferentes distâncias da fábrica de abastecimento. Ele constata que os CD mais distantes, 400 km da fábrica, incorrem em maiores custos de transporte, porém menores custos com entrega e armazenagem. Os CD localizados a 150 km da Indústria apresentam menores custos de transporte, no entanto altos custos com entrega e armazenagem.

A influência que a distância exerce sobre os custos de transportes está relacionada com as despesas variáveis, como mão de obra, manutenção, combustível, pedágios, diárias e estadias.

### 3 LOCALIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES

A questão básica que trata a teoria da localização envolve as formas de escolher um local para uma instalação entre um número infinito de possibilidades, na medida em que este local seja adequado para atender as demandas das regiões que estiverem ao redor do ponto fornecedor. No entanto, os problemas de localização não são restritos somente a instalações, mas variam desde a seleção de máquinas até mecanismos que possam responder de forma eficaz uma situação de emergência (SULE, 2001).

O problema de localização tem início com o objetivo do decisor. Tradicionalmente pretende-se que as instalações estejam mais próximas dos clientes, no entanto há algumas situações em que se prefere localizar os pontos em áreas bem distantes da população, como é o caso de aterro sanitário. Em outros casos há a necessidade de balancear os objetivos, quando se busca localizar instalações e clientes de forma que as distâncias entre si sejam as mais semelhantes possíveis (REVELLE & EISELT, 2004).

Localização de instalações é um tema integrante do planejamento estratégico, pois versa sobre projetos de investimentos em longo prazo com altos custos associados, uma vez que a instalação permanecerá em operação por um tempo prolongado. A alocação de recursos, a análise de fatores e o emprego de tecnologias são alguns dos aspectos importantes no diagnóstico, de modo que os melhores locais sejam identificados e a capacidade das instalações esteja bem definida (OWEN & DASKIN, 1998).

Estudos nesta área datam do século XIX com Johann Von Thunen que relacionou o preço do terreno diretamente com o custo de transporte. Evidenciou dois pontos relacionados ao produto: (1) o preço de um produto era menor quando o local de plantio estava próximo ao ponto de demanda, (2) o valor do bem deveria ser adequado para cobrir todos os custos e tornar lucrativa a operação (BOWERSOX *et al*, 2007).

Além de Thunen, outros teóricos acrescentaram contribuições no campo da localização, como Alfred Weber (1909) que identificou maneiras de reduzir a

distância total de um entreposto e seus diversos clientes, onde a localização ótima seria determinada pela minimização dos custos de transporte (OWEN e DASKIN, 1998). Edgar Hoover em 1957 verificou que os custos de transportes são suscetíveis as variações da distância e quanto mais próxima a fonte dos mercados, menores eram estes custos (BALLOU, 2006). Estas pesquisas incentivaram diversos estudos que vieram a fortalecer a teoria. Entre estes se destaca a publicação de Hamiki em 1964, que buscou localizar em uma rodovia, centros de comutação em uma rede de comunicação e postos policiais minimizando ao máximo a distância (OWEN e DASKIN, 1998).

De forma geral quatro componentes caracterizam os problemas de localização: (1) clientes que já estão alocados em pontos ou rotas, (2) instalações que ainda serão localizadas, (3) o espaço em que os clientes e as instalações estão inseridos, (4) uma métrica que indica distâncias ou tempos entre os clientes e instalações (REVELLE & EISELT, 2004).

O incremento de pesquisas no campo da Localização contribuiu para a classificação dos modelos deste tema. Sule (2001) caracteriza-os sob o aspecto qualitativo e quantitativo, onde os métodos qualitativos têm maior facilidade de compreensão. De acordo com Ballou (2006) a divisão pode ser feita em cinco categorias (1) força direcionadora, (2) número de instalações, (3) descontinuidade das escolhas, (4) grau de agregação de dados, (5) horizonte de tempo.

A diversidade de modelos deve-se a necessidade de tratamento aos vários problemas inerentes a questão da localização, que abrangem diferentes tipos de instalações, onde cada uma tem seu fluxo natural de entrada e saída, além de sua especificidade; produção, armazenagem, distribuição, emergência (MELO *et al*, 2008). Os modelos têm diversas formulações e mudam em termos de complexidade, desde a programação linear simples até métodos determinísticos não-lineares e probabilísticos (KLOSE & DREXL, 2003).

A utilização de modelos na solução de problemas de localização do setor cervejeiro pode ser evidenciada no trabalho de Duran (1987), que analisa um problema de produção e distribuição em uma Cervejaria da Colômbia, no qual aplica um algoritmo de decomposição associado a um modelo de programação inteira mista. Com este método, Duran apresenta uma economia de 3,7% nos custos de

transporte e de produção. Gelders *et al* (1987) trabalharam no objetivo de determinar o número ideal de depósitos, bem como a localização destes para atender o sistema de distribuição de uma Cervejaria Belga. Para isto os autores utilizam simultaneamente dois modelos, o discreto e o contínuo com a aplicação de um algoritmo de Centro de Gravidade. Koksalan *et al* (1993) estudaram sobre a localização de uma nova fábrica para uma Cervejaria na Turquia, baseados num modelo de programação inteira mista.

De acordo com Melo *et al* (2008), nos estudos clássicos verifica-se a ausência do incremento de fatores nas decisões de localização. Em seu trabalho, estes autores apresentam 60 artigos contemporâneos, que utilizaram critérios para incrementar o processo de escolha do melhor local. A análise de fatores em estudos de localização se constitui uma das premissas na definição de pontos para instalações. Primeiramente escolhem-se os critérios que influenciam o local e depois, através de um grupo de decisores, parte-se para uma comparação entre os mesmos (SULE, 2001). Os fatores dependem da localização do ponto, se nacional, regional, local ou fora do país. Os casos de maior impacto estão relacionados com instalações estrangeiras, onde é essencial a pesquisa sobre a cultura e regras da nação (HERAGU, 1997).

Encontra-se na literatura uma diversidade de fatores os quais são aplicados nos mais diversos problemas de localização. Entre os habitualmente utilizados destacam-se: (1) mão de obra, (2) disponibilidade de transportes, matéria-prima, serviços públicos, (3) proximidade do mercado de atuação, (4) condições geográficas e climáticas, (5) impostos e leis da região, (6) atitude da comunidade, (7) questões de segurança local, (8) proximidade com outras instalações da empresa (9) custos de instalação, de manutenção e de transportes (10) especialização técnica (HERAGU, 1997; SULE, 2001,).

Neste contexto, encontra-se a seleção de armazéns que está entre as decisões mais críticas de uma rede de distribuição. Trata-se de um problema que envolve multi-objetivos, incluindo critérios qualitativos e quantitativos (DEMIREL *et al*, 2009). Busca-se a resposta para questões como: (1) Qual o tamanho ideal e o número mais apropriado? (2) Qual o melhor local para instalação do depósito? Além destes pontos, a análise de fatores precede a escolha do local, pelo fato desta

decisão afetar de forma significativa o mercado a ser atendido (KORPELA e TUOMINEN, 1996).

Os armazéns proporcionam ganhos em termos de tempo e lugar além das vantagens de custo e de serviço. Suas principais funções em um sistema logístico são: (a) deter o desequilíbrio gerado pela oferta e demanda, (b) consolidar cargas a partir de fontes múltiplas, (c) reduzir volumes de acordo com a demanda, (d) combinar produtos a partir da necessidade do cliente (KORPELA & TUOMINEN, 1996).

De acordo com Bowersox *et al* (2007) a finalidade de utilizar depósitos é obter a redução do custo total ou melhorar o nível de serviço, em alguns casos os dois objetivos podem ser alcançados de forma simultânea. Armazéns comprometidos com compras são voltados para a estocagem e separação de materiais, os designados para atender a produção são instalados próximos a indústria e os armazéns destinados para o atendimento ao cliente, são localizados de forma estratégica por toda a área de mercado atendida.

Encontra-se a análise de critérios em alguns estudos direcionados a localização de armazéns. Korpela e Tuominen (1996) citam oito critérios em sua pesquisa. Estes se classificam por: custos totais do sistema de distribuição, mercado, a natureza do produto, comunicação, aspectos financeiros, o tipo de armazém, qualidade de transportadoras, qualidade e quantidade de mão-de-obra, custo da terra, potencial de expansão, estrutura tributária, custos de construção e custo dos serviços públicos. No estudo de Demirel *et al* (2009) encontram-se cinco critérios descritos como: custos, trabalho, infra-estrutura, mercado, macro ambiente, os quais se subdividem em outros dezesseis sub-critérios discutidos em seu trabalho.

### **3.1 Método Centro de Gravidade**

Um dos métodos citados em problemas de localização de depósitos refere-se ao Centro de Gravidade (CG) que busca a otimização dos custos e minimização da distância entre os pontos de demanda e consumo (SI & YAFEN, 2006). É um modelo que encontra a solução do custo mínimo de transporte para uma instalação intermediária localizada entres os pontos de origem e destino. Na literatura, o

método CG recebe várias designações tais como: centro de gravidade, p-gravidade, método mediano e centróide. A abordagem matemática classifica este modelo como estático de localização contínua (BALLOU, 2006).

Como destaque da aplicação deste método no segmento de cerveja, cita-se o trabalho de Gelders *et al* (1987), focado na localização de depósitos para uma Cervejaria na Bélgica. Os autores utilizaram um modelo discreto e um contínuo, que utilizou um algoritmo de Centro de Gravidade para determinar o número de depósitos, bem como a localização dos mesmos.

Gandy (1972) cita como benefícios do CG a abordagem simples e a forma de cálculo fácil, porém especifica que o método não apresenta necessariamente a melhor solução para o problema. Em exemplo citado por Ballou (2006), verifica-se uma situação de localização com 50 pontos, onde os volumes e tarifas de transporte são lineares e dispersos de forma aleatória. Esta situação apresentou um erro de 1,6% em relação ao estado ótimo. De acordo com Heragu (1997), o cálculo do CG pode ser obtido pelas equações 1 e 2.

$$\mathbf{x} = \frac{\sum w_i \mathbf{x}_i}{\sum w_i} \quad \text{Eq.1}$$

$$\mathbf{y} = \frac{\sum w_i \mathbf{y}_i}{\sum w_i} \quad \text{Eq.2}$$

Onde:

x = Eixo horizontal das coordenadas

y = Eixo vertical das coordenadas

w<sub>i</sub> = quantidade ou volume das mercadorias

x<sub>i</sub> = coordenadas do eixo X em relação à localização da instalação.

y<sub>i</sub> = coordenadas do eixo Y em relação à localização da instalação.

### 3.2 Modelo Contínuo

O Modelo Contínuo também denominado de Planar tem como característica dois atributos essenciais: (1) o espaço de solução é contínuo, ou seja, é possível localizar instalações em qualquer ponto do plano, (2) a distância para calcular as coordenadas  $(x, y)$  é alcançada pela métrica euclidiana ou retilínea (KLOSE & DREXL, 2003). As distâncias utilizadas no modelo, geralmente são aproximações reais das viagens realizadas por um veículo, em uma determinada rede de transportes (FRANCIS *et al*, 1983).

Este método assume que o número de locais para uma instalação é infinito e pode ser alocada em qualquer lugar dentro dos limites de uma área geográfica, onde por vezes o local fornecido pelo modelo pode ser inviável, como por exemplo, em cima de um rio (HERAGU, 1997). No entanto, busca-se encontrar em meio a este infinito um local que seja o melhor entre tantos analisados, além disto, este modelo tem como vantagem a facilidade de testar soluções para verificar se o método é ótimo para o problema apresentado (FRANCIS *et al*, 1983).

### 3.3 Método de Análise Hierárquica (MAH)

Em um diagnóstico de localização dois aspectos qualitativos podem ser citados: a análise de fatores subjetivos e a opinião dos decisores na escolha do melhor local. Muitas vezes os modelos matemáticos consideram somente os objetivos em suas bases desconsiderando os critérios intangíveis. Diante disto, técnicas como o MAH visam suprir esta lacuna em problemas de localização de instalações (DEY & RAMCHARAN, 2007).

O Método de Análise Hierárquica desenvolvido por Saaty em 1980 é uma ferramenta que orienta a tomada de decisão, através de uma representação hierárquica dos elementos que envolvem um processo. A ordenação de fatores promove a compreensão dos decisores sobre o problema que estão enfrentando KORPELA *et al* (2007). Pode ser utilizada na avaliação de critérios objetivos e subjetivos, pois organiza as variáveis de decisão em sucessivos níveis de importância e examina a inter-relação entre as partes, simplificando o processo decisório SULE (2001).

A primeira etapa deste método começa pela decomposição dos fatores, e depois com a elaboração de um gráfico que represente o objetivo, os critérios, os subcritérios e as alternativas. Após a construção da hierarquia, são determinadas prioridades para os elementos em cada nível do gráfico (KENGPOL, 2008). O objetivo desta composição é visualizar a importância dos elementos entre si e em relação aos outros níveis. Neste processo o decisor realiza avaliações por uma simples comparação de pares, que posteriormente é utilizada para desenvolver as prioridades gerais e então classificar as alternativas do problema. (Saaty & Vargas, 2001).

O Método de Análise Hierárquica toma como princípio a experiência e o conhecimento dos decisores, os quais são valorizados tanto como os dados utilizados. Através da quantificação das ponderações dos tomadores de decisão, determinam-se valores numéricos para os fatores considerados. A prioridade das variáveis é determinada após a sintetização dos julgamentos e desta forma a análise qualitativa de um determinado problema se torna mais consistente (OLIVEIRA, 2007). A Figura 5 apresenta os passos para aplicação do método MAH.

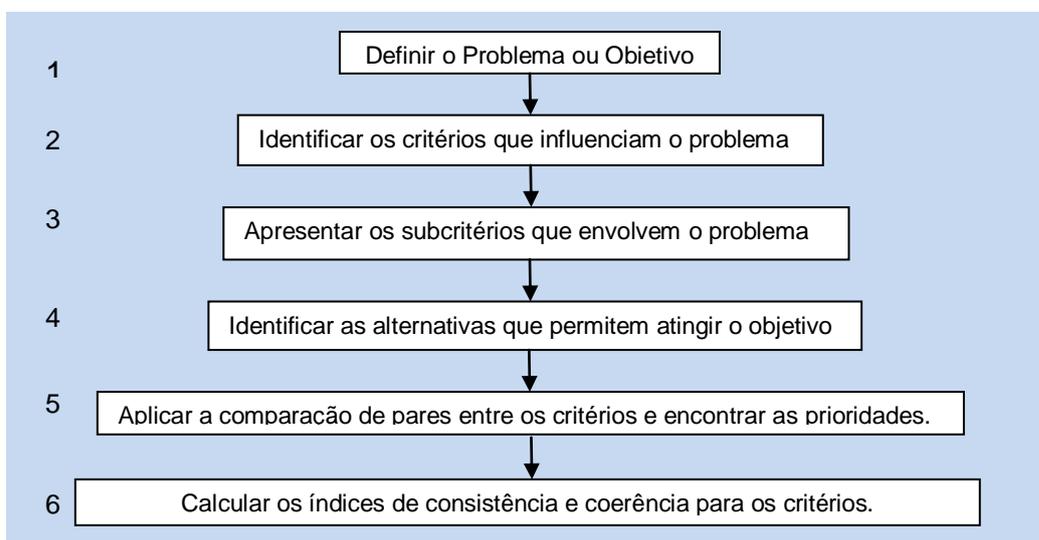


Figura 5 – Etapas da metodologia MAH  
Fonte: adaptado e Vaidya e Kumar (2004).

Vaidya e Kumar (2004) expõem em seu trabalho, mais de 100 referências com aplicações desta técnica. Estas citações envolvem desde áreas de cunho pessoal

até variações entre os campos da medicina, administração, política, engenharia, esportes, entre outros. Verifica-se nesta pesquisa que do período de 1990 a 2003, mais de 20% dos estudos que incluem o MAH são aplicados a seleção de melhores locais para instalações.

Entre os estudos direcionados a armazéns pode-se citar: Korpela e Tuominen (1996) utilizam o MAH com uma abordagem quantitativa para a seleção do local para um armazém. Kengpol (2002) desenvolve um modelo de apoio de investimentos para integrar um novo Centro de Distribuição na região da Tailândia. Korpela *et al* (2007) propõe uma sistemática flexível para a seleção de uma rede de armazéns que maximiza o serviço e melhora a eficácia dos custos. Ho e Emrouznejad (2008) aplicaram o MAH combinado com a programação de metas para escolher o melhor conjunto de armazéns sem exceder os recursos disponíveis e determinar uma rede de distribuição.

## 4 METODOLOGIA DA PESQUISA

A natureza da pesquisa se caracteriza como aplicada, que de acordo com Marconi & Lakatos (2002), se distingue por ser utilizada na solução de problemas que ocorrem na realidade. O estudo apresentou uma metodologia para facilitar a tomada de decisão em problemas de localização de Centros de Distribuição de cerveja.

A forma de abordagem do problema é quantitativa através da aplicação de um modelo matemático de otimização, que traduziu em números as informações e dados levantados, o qual contribuiu para a definição da melhor área para instalação dos Centros de Distribuição. Foi também utilizado um modelo de apoio a decisão, a partir do qual foram definidos os critérios que influenciam o sistema de distribuição do setor.

### 4.1 Etapas da Metodologia

A metodologia foi classificada em três etapas conforme mostra a Figura 6.

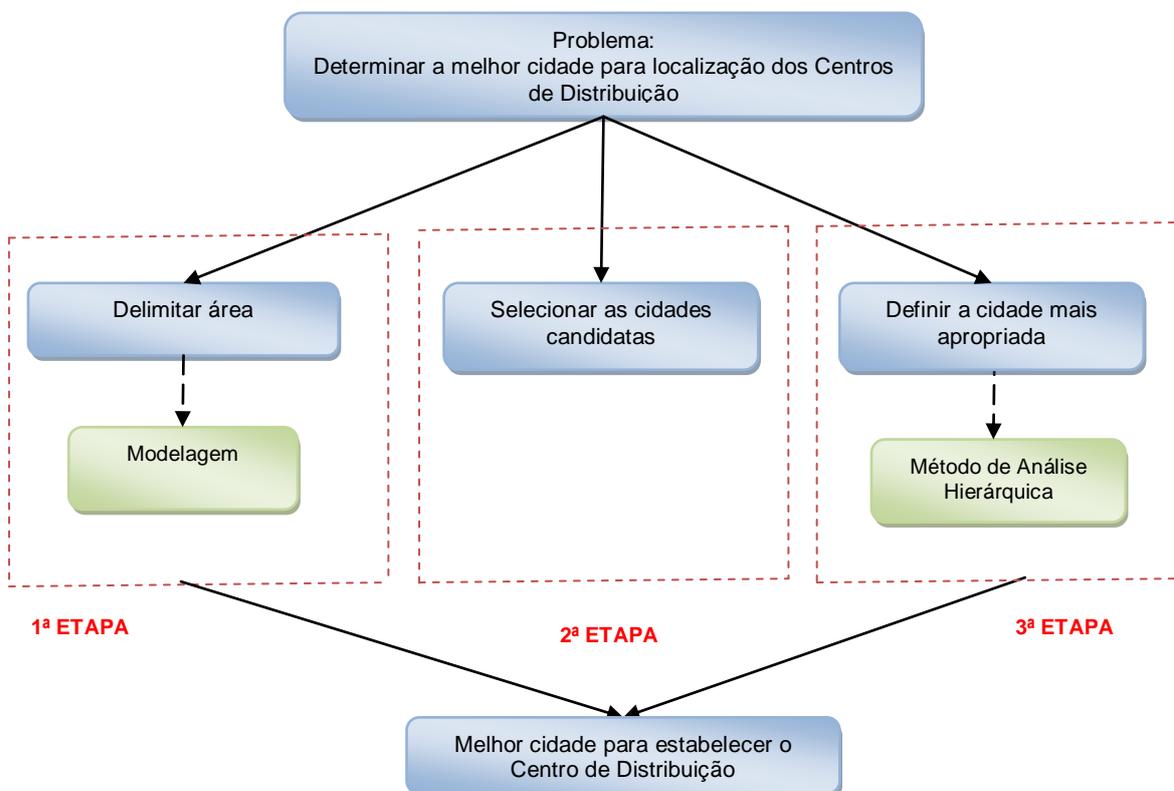


Figura 6: Etapas da metodologia da pesquisa  
Fonte: a autora

- Primeira etapa: Delimitar área

O objetivo foi escolher uma região, definir pontos nesta área para a localização dos Centros de Distribuição e identificar quais cidades pertencem ao redor deste ponto. Foram aplicados o Método Centro de Gravidade e dois Modelos de Programação não-linear para a localização dos CDs.

- Segunda etapa: Selecionar as cidades candidatas

A finalidade foi definir um critério para selecionar cidades entre as que foram identificadas na primeira etapa, que tenham potencial para estabelecer os Centros de Distribuição.

- Terceira etapa: Definir a cidade mais apropriada

Foram estabelecidos critérios e subcritérios para avaliar as cidades selecionadas na segunda etapa. Este passo foi detalhado no capítulo 5. A segunda parte deste tópico foi construir um modelo de decisão, para definir através das avaliações, a cidade mais apropriada para implantar os Centros de Distribuição. Foi utilizado o Método de Análise Hierárquica para definição do modelo.

## 4.2 Delimitar área

Para execução desta etapa foram adotados três passos: (1) levantamento geográfico, (2) mapeamento da área, (3) modelo contínuo, os quais são descritos a seguir.

### Passo 1: Levantamento Geográfico

(a) Definir uma região de estudo e recolher informações sobre o número de cidades e suas respectivas populações, (b) Aplicar os dados de acordo com a Tabela 3.

Nr	Cidade	População
1		
2		
3		
4		
...n		
<b>Total</b>		

Tabela 3: Levantamento Geográfico  
Fonte: a autora

## Passo 2: Mapeamento da área

- (a) Imprimir o mapa da região em papel milimetrado;
- (b) Sobrepor eixo de coordenadas (x, y) no mapa em relação a um referencial (0,0);
- (c) Determinar os valores das coordenadas (x, y) pela medida de escala gráfica do mapa;
- (d) Definir o método de mapeamento por cidade ou por setores;

Quando o número de cidades for considerado expressivo, tornando maior o tempo de resposta do modelo, é possível utilizar a divisão da região em setores (quadrados). Este sistema reduz a complexidade do cálculo do modelo ao diminuir o número de parâmetros, obtendo mais agilidade na solução do problema. As dimensões dos setores são obtidas através do cálculo com as Equações 3 e 4.

$$D = (J - (Y - Z)) \times K \quad \text{Eq.3}$$

Onde:

D= distância total percorrida em um dia de trabalho considerando ida e volta (km/dia);

J= jornada de um dia de trabalho de um motorista (hr / dia);

Y= tempo de descarga em um dia de trabalho, considerando atividades de desamarração da carga (hr / veículo);

Z = tempo não produtivo gasto com atividades extras como: janelas de recebimento, problemas no trânsito, divergências de documentação fiscal, outras paradas, etc. (hr/veículo);

K= velocidade permitida para circulação de um caminhão (km/hr).

Após obter o valor de (D), divide-se este resultado por dois para encontrar a distância percorrida para somente um fluxo (d). Aplica-se o valor de (d) na Equação 4, que resultará no número a ser utilizado como medida do lado do quadrado.

$$l^2 = \frac{d^2}{2} \quad \text{Eq.4}$$

Onde:

$\ell$  = área que delimita os setores. O valor de  $\ell$  é o mesmo para os quatro lados;

d= distância percorrida em um dia de trabalho considerando somente um percurso ida (km/ dia);

O valor de  $\ell$  deve ser transformado em unidade de medida de coordenada, conforme a grandeza mencionada no mapa.

(e) Traçar as coordenadas e destacar os setores no mapa conforme dimensões encontradas;

(f) Enumerar os setores no mapa, verificando quais cidades pertencem às respectivas divisões e alocar os dados das cidades, população e coordenadas na Tabela 4. Somente o item população tem o seu total visualizado na planilha decorrente do somatório das populações das cidades.

Setor	Cidades	Coordenadas		População
		x	y	
1				
2				
...n				
<b>Total</b>				

Tabela 4: Relação dos setores  
Fonte: a autora

### Passo 3: Modelagem

#### 1) Método Centro de Gravidade (CG)

Conforme a revisão de literatura apresentada no Capítulo 3, o método Centro de Gravidade é utilizado em problemas de localização de depósitos, tendo em vista sua facilidade de cálculo, o que justifica o seu aproveitamento nesta metodologia. A aplicação do CG foi implementada através da Tabela 5, a qual foi adaptada das equações 1 e 2 de Heragu (1997).

Cidades	Coordenadas		População	Pesos	
	x	y		wx	wy
1					
2					
3					
n...					
Totais					
Centro de Gravidade					

Tabela 5: Aplicação do Centro de Gravidade  
Fonte: a autora

O preenchimento da Tabela 5 segue os passos:

- a) Alocar na tabela as coordenadas (x, y) de cada cidade e sua respectiva população (w);
- b) Pesos: multiplicam-se os valores das coordenadas pela população;
- c) Totais: somam-se os valores da População e dos Pesos;
- d) Centro de Gravidade: dividem-se os totais obtidos em (wx) pelo somatório de (w) e simultaneamente, os totais de (wy) pelo somatório de (w). O resultado consiste na coordenadas (x, y) do CG e indica o local para instalação dos Centros de Distribuição.

## 2) Modelo Contínuo de Programação não-linear

O objetivo do modelo foi determinar pontos para a localização dos CDs em uma área geográfica minimizando a distância entre as cidades e os Centros de Distribuição. O destaque deste modelo é a sua solução rápida e definição da solução global ótima, onde não há outra mais apropriada.

A natureza do modelo é de programação não-linear binária<sup>5</sup> e utiliza um algoritmo *branch-and-bound*<sup>6</sup>. Foram elaborados dois modelos. O primeiro determina

<sup>5</sup> Variável binária: representa decisões dicotômicas (verdadeiro/falso). São muito utilizadas na formulação de modelos porque reforçam vários tipos de condições lógicas (Moore e Weatherford, 2001).

<sup>6</sup> Divide o conjunto de todas as soluções viáveis em subconjuntos menores. Com base nisso são calculados os limites do melhor valor para a solução em cada subconjunto.

a localização para um Centro de Distribuição ( $m$ ) e o 2º modelo define os locais para dois até quatro CDs.

### 1º Modelo ( $m = 1$ )

Função objetivo:

Minimizar a soma das distâncias euclidianas ponderadas entre as cidades e um Centro de Distribuição.

$$\text{Min Dist.} \quad \sum_{j=1}^n w_j \sqrt{(X_j - X^*)^2 + (Y_j - Y^*)^2}$$

Onde:

$j$  = índice da cidade (1,...,n);

$w_j$  = peso da cidade  $j$ ;

$X_j$  = abcissa da cidade  $j$ ;

$Y_j$  = ordenada da cidade  $j$ ;

$X^*$  = abcissa do centro de distribuição;

$Y^*$  = ordenada do centro de distribuição;

O valor para ( $w$ ) pode ser determinado pelo percentual de vendas, pela população ou pela participação de mercado na região.

### 2º Modelo ( $m \geq 2$ )

Função objetivo:

Minimizar a soma das distâncias euclidianas ponderadas entre as cidades ( $j$ ) e os Centros de Distribuição ( $i$ ).

$$\text{Min Dist.} \quad \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \sqrt{(X_j - X_i^*)^2 + (Y_j - Y_i^*)^2} \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^m a_{ij} = 1 \quad \forall j \quad (2)$$

$$a_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i,j \quad (3)$$

Onde:

$i$  = índice do centro de distribuição (1,...,m);

$j$  = índice da cidade (1,...,n);

$a_{ij} = 1$  se a cidade  $j$  é atribuída ao centro de distribuição  $i$ , 0 caso contrário;

$w_j$  = peso da cidade  $j$ .

$X_j$  = abcissa da cidade  $j$ ;

$Y_j$  = ordenada da cidade  $j$ ;

$X^*$  = abcissa do centro de distribuição;

$Y^*$  = ordenada do centro de distribuição;

O valor para  $(w)$  pode ser determinado pelo percentual de vendas, pela população ou pela participação de mercado na região.

Restrições

- Cada cidade é atendida por somente um Centro de Distribuição (2),
- Variável binária: 1 se a cidade é atribuída ao Centro de Distribuição, 0 caso contrário (3).

#### **Passo 4: Identificação das cidades**

Este item consiste em identificar as cidades candidatas. Primeiramente destaca-se no mapa o ponto de encontro das coordenadas  $(x, y)$  determinado pelo modelo e na seqüência identificam-se as cidades que se encontram ao redor deste ponto.

#### **4.3 Selecionar as cidades candidatas**

A partir da identificação das cidades, procede-se a seleção dos municípios que tenham potencial para a implantação do CD. Propõe-se dois critérios para classificar as cidades.

- 1) Cidade com maior número de Distribuidores ou Revendedores da Cervejaria.

Os Distribuidores são representantes das Cervejarias nas cidades e atendem tanto o consumidor final como as lojas de varejo. Como aproximadamente 70% das vendas do setor ocorrem no varejo, torna-se importante localizar Centros de Distribuição em regiões com maior número de Distribuidores. Desta forma, a cidade que apresentar a maior quantidade de Distribuidores será selecionada.

- 2) Escolher o número máximo de cinco cidades para serem avaliadas pelo Modelo de Análise.

Este parâmetro tem como base o conceito de Oliveira (2007) que afirma que a consistência de uma análise depende de alguns aspectos como: (1) a coerência da análise de cada fator: que é comprometida pela quantidade de critérios a serem julgados, quanto maior o número, maior a probabilidade de ponderações inconsistentes; (2) tempo: quanto maior a pressão para agilizar ou finalizar os julgamentos, menos consistentes serão os resultados; (3) conhecimento dos decisores: quanto mais experientes forem os gestores, mais confiáveis serão as avaliações.

#### **4.4 Definir a cidade mais apropriada**

Este tópico foi realizado em duas etapas. Na primeira foram descritos os critérios e subcritérios apresentados no Capítulo 5.

A segunda etapa foi abordada neste item, pela elaboração do Modelo de Análise que adotou os conceitos do Método de Análise Hierárquica. Foram construídas planilhas para a comparação de pares entre cidades e critérios, também para a normalização destes resultados. Foram determinados conceitos e formas de encontrar a solução para os cálculos da classificação de consistência das notas. O desenvolvimento ocorreu sob a Análise das cidades e a Análise dos critérios. Este tópico atendeu o terceiro objetivo específico desta pesquisa.

### **Modelo de Análise**

#### **1. Análise das Cidades**

##### **a) Comparação das cidades com as cidades**

Este tópico sugeriu uma comparação de pares entre as cidades relacionando-as com os cinco critérios definidos no capítulo 5.

A metodologia foi aplicada na Tabela 6, onde a alternativa de cada linha é comparada com a alternativa de cada coluna, conforme o critério Custo de Instalação. Se a cidade da linha for preferida à cidade da coluna, atribui-se a nota de 1 a 9 conforme a Tabela 7. Porém se for preferida a cidade da coluna deve se atribuir o número 1 (dividido por um número entre 1 e 9) de acordo com a Tabela 7. No campo Soma da Tabela 6, são atribuídos os valores que resultam da adição das alternativas de cada coluna. Estes totais serão utilizados na normalização da matriz (tópico b) desta etapa.

Critério: Custo de Instalação				
Alternativas	Cidade 1	Cidade 2	Cidade 3	n...
Cidade 1				
Cidade 2				
Cidade 3				
n...				
Soma				

Tabela 6: Matriz de comparação de cidades  
Fonte: a autora.

se $a_i$ em relação a $a_j$ for	então	se $a_j$ em relação a $a_i$ for	então
Igualmente preferível	1	Igualmente preferível	1
Igualmente a moderadamente preferível	2	Preferência Igual a moderadamente menor	1/2
Moderadamente preferível	3	Preferência Moderadamente menor	1/3
Moderadamente a fortemente preferível	4	Preferência moderada a fortemente menor	1/4
Fortemente preferível	5	Preferência fortemente menor	1/5
Fortemente a muito fortemente preferível	6	Preferência fortemente a muito fortemente menor	1/6
Muito fortemente preferível	7	Preferência muito fortemente menor	1/7
Muito fortemente a extremamente preferível	8	Preferência muito fortemente a extremamente menor	1/8
Extremamente preferível	9	Preferência extremamente menor	1/9
<b>Grau de importância ou preferência</b>	<b>Nota</b>	<b>Grau de importância ou preferência</b>	<b>Nota</b>

Tabela 7: Grau de importância ou preferência.  
Fonte: adaptado de Saaty (2001).

Onde:

$a$  = cidade ou critério;

$i, j$  = índice da cidade ou critério (1,...,n);

$c$  = nota do critério (1 a 9) ou (1 a 1/9);

Interpretação da Tabela 7:

Com relação ao critério Custo de Instalação, a cidade<sub>1</sub> é igualmente preferível, moderadamente preferível ou fortemente preferível que a cidade<sub>2</sub>. Este procedimento deve ser aplicado para todos os critérios e também para todas as cidades.

### b) Normalização da matriz de cidades

O objetivo deste passo foi calcular a importância relativa de cada cidade pela definição de índices de classificação, encontrando o Vetor (peso) de cada alternativa. A base para os cálculos desta etapa foi extraída do item (a). Para isso, foram abordados dois passos:

- Normalização: A base de dados para os cálculos referem-se a Tabela 6.
  - Dividir a nota de preferência de cada cidade, pela soma atribuída a cada cidade (Tabela 6).
  - Alocar os valores resultantes na Tabela 8.
- Cálculo do Vetor de peso
  - Compor a média simples dos valores normalizados na Tabela 8 e alocar estes resultados no campo Vetor.

Critério: Custo de Instalação					
Alternativas	Cidade 1	Cidade 2	Cidade 3	n...	Vetor
Cidade 1					
Cidade 2					
Cidade 3					
n...					

Tabela 8: Normalização da matriz de cidades

Fonte: a autora

### c) Cálculo das Classificações de Consistência

A finalidade deste item foi validar a coerência das preferências determinadas para as cidades.

- 1) Grau de consistência (GC)

De acordo com Moore e Weatherford (2001) o grau de consistência deve ser igual ao número de alternativas de decisão do referido problema.

O cálculo tem como base as notas da Comparação de cidades (Tabela 6) e o Vetor ( $w$ ) da Tabela 8. A partir disto, concentra-se na primeira linha da Tabela 6, multiplicando a nota de cada cidade pelo Vetor (Tabela 8) da respectiva cidade, exemplo ( $c_1 \times w_1$ ) e assim sucessivamente. Estes valores são somados e posteriormente divididos pelo Vetor da primeira cidade. Repete-se este procedimento para as demais linhas, observando que a divisão deve ocorrer sempre pelo Vetor da linha em que se está calculando. Os cálculos podem ser obtidos pela Equação 5.

$$G_n = \frac{[(C_1 \times W_1) + (C_2 \times W_2) + (C_3 \times W_3) + (C_n \times W_n)]}{W_n} \quad \text{Eq.5}$$

Onde:

$G_{(1,2,3...n)}$  = Grau de consistência referente para cada cidade.

$C_{(1,2,3...n)}$  = nota atribuída a cada cidade com base na Tabela 6.

$W_{(1,2,3...n)}$  = peso de cada cidade encontrado na Normalização da matriz Tabela 8.

## 2- Cálculo do autovalor ( $\lambda$ )

O autovalor apresenta a medida de consistência da matriz. Se o seu resultado for igual à soma dos elementos da diagonal, a matriz é considerada consistente ( $\lambda = n$ ). Porém se o resultado for contrário a este conceito, a matriz é inconsistente. Assim, encontra-se o maior autovalor ( $\lambda_{\max}$ ) pela média simples das notas encontradas para os vetores, cujo número deverá ser o mais próximo de  $n$  (SULE, 2001).

Para cálculo deste item utilizou-se a Equação 6 que foi adaptada do conceito de Sule (2001). O resultado foi obtido pela soma dos valores de cada GC, dividindo este total pelo número de alternativas de cidades.

$$\lambda_{\max} = \frac{G_1 + G_2 + G_3 + G_n}{n} \quad \text{Eq. 6}$$

Onde:

$\lambda_{\max}$  = Maior autovalor;

$G_{(1,2,3...n)}$  = Valor do grau de consistência de cada cidade;

n = número de cidades analisadas.

### 3- Índice de Consistência (IC)

Foi utilizada a Equação 7 para cálculo deste índice. De acordo com Moore e Weatherford (2001) uma matriz consistente sugere um IC próximo à zero.

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad \text{Eq.7}$$

Onde:

IC = Índice de Consistência

$\lambda_{\max}$  = Autovalor

n = número de cidades analisadas.

### 4- Relação de Consistência (RC)

Este índice mede a relação de consistência das preferências. Por exemplo, se a cidade 1 é moderadamente preferível que a cidade 2, se a cidade 2 é moderadamente preferível que a cidade 3, então a cidade 1 é fortemente preferível que a cidade 3. Se a análise for outra há inconsistência na matriz a qual pode ser medida pela RC.

A Tabela 9 apresenta índices propostos por Saaty que se relacionam com o número de alternativas (n) do problema. A regra sugerida para consistência do resultado da RC é um valor inferior a 10% ( $CR < 0,10$ ). Caso contrário é recomendável uma reavaliação na matriz para resolver as inconsistências da comparação de pares (KENGPOL, 2008). Na execução deste item foi utilizada a Equação 8 (SULE, 2001). O índice randômico depende do número de alternativas (n) que tem o problema.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Índice	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Tabela 9: Índices Randômicos.  
Fonte: adaptado de Sule (2001).

$$RC = \frac{IC}{IR} \times 100 \quad \text{Eq.8}$$

Onde:

RC = Relação de Consistência;

IC = Índice de Consistência;

IR = Índice Randômico conforme Tabela 9.

Os resultados dos itens relacionados à Classificação de Consistência para as cidades são alocados na Tabela 10.

Critério: Custo de Instalação						
Alternativas	Cidade 1	Cidade 2	Cidade 3	n...	Vetor	Grau de Consistência
Cidade 1						
Cidade 2						
Cidade 3						
n...						
Soma						
$\lambda_{max}$						
IC						
RC						

Tabela 10: Classificações de Consistência - Cidades  
Fonte: a autora

## 2. Análise dos Critérios

Nesta fase foi realizada a comparação de pares entre critérios relacionando-os com o objetivo principal. A finalidade foi definir as prioridades para cada um dos elementos. O processo adotado foi o mesmo utilizado na Análise das Cidades, no entanto com as comparações feitas entre os critérios. Para a aplicação dos resultados foi elaborada a Tabela 11.

### a) Comparação critérios com critérios

Este t3pico apresentou uma compara33o de pares entre os crit3rios apresentados no Cap3tulo 5 atribuindo uma nota de prefer3ncia para cada um.

O procedimento foi aplicado na Tabela 11 no campo Compara33o de Crit3rios. Neste modelo o crit3rio de cada linha 3 comparado com o crit3rio de cada coluna. Ao comparar o mesmo fator entre si, o peso atribu3do 3 igual a 1. Se o fator da linha for preferido ao da coluna atribui-se a nota de 1 a 9 conforme a Tabela 7, mas se for preferido o fator da coluna, ent3o deve ser atribu3do o n3mero 1 dividido por um algarismo da Tabela 7 que expresse a prefer3ncia relacionada ao crit3rio. Este procedimento deve ser aplicado para todos os crit3rios.

Compara33o entre Crit3rios						
Crit3rios	Custo de Instala33o	Geografia	M3o de obra	Transporte	Servi3os de Apoio	
Custo de Instala33o						
Geografia						
M3o de obra						
Transporte						
Servi3os de Apoio						
Soma						
Normaliza33o dos crit3rios						
Crit3rios	Custo de Instala33o	Geografia	M3o de obra	Transporte	Servi3os de Apoio	Vetor
Custo de Instala33o						
Geografia						
M3o de obra						
Transporte						
Servi3os de Apoio						

Tabela 11: An3lise dos crit3rios  
Fonte: a autora

## b) Normaliza33o da matriz de crit3rios

Na execu33o deste item na Tabela 11, s3o aplicados dois passos:

- Normalização: A base de dados para os cálculos referem-se ao campo Comparação de critérios da Tabela 11.

- Dividir a nota de preferência de cada critério, pela soma atribuída a cada critério.
- Alocar os resultados no campo Normalização dos critérios.

- Cálculo do Vetor de peso

- Compor a média simples dos valores normalizados na Tabela 11 e alocar estes resultados no campo Vetor.

### c) Cálculo das classificações de consistência

O propósito deste item é validar a coerência das preferências determinadas para os critérios.

#### 1) Grau de consistência

O grau de consistência é calculado a partir dos dados presentes na Tabela 11, campo Comparação de Critérios. Multiplica-se a nota atribuída a cada critério pelo Vetor correspondente a este critério. Após este cálculo somam-se estes totais e divide-os pelo Vetor correspondente ao primeiro fator. Repete-se este procedimento para o Vetor de cada critério. Este cálculo é obtido pela Equação 9.

$$Gn(c, \dots, n) = \frac{((C \cdot W_c) + (X \cdot W_x) + (M \cdot W_m) + (T \cdot W_t) + (S \cdot W_s))}{Wn(c, \dots, n)} \quad \text{Eq.9}$$

Onde:

$G(c, \dots, n)$  = Grau de consistência de cada fator,

$C$  = nota de comparação atribuída ao fator Custo de Instalação,

$X$  = nota de comparação atribuída ao fator Geografia,

$M$  = nota de comparação atribuída ao fator Mão de obra,

$T$  = nota de comparação atribuída ao fator Sistema de Transporte,

$S$  = nota de comparação atribuída ao fator Serviço de Apoio,

$W(c, \dots, n)$  = vetor (peso) correspondente aos fatores Custo, Geografia, Mão de obra, Transporte e Serviços.

## 2) Cálculo do autovalor ( $\lambda$ )

O conceito para este item é o mesmo do item 2 da Análise de Cidades. O autovalor de Critérios é demonstrado pela média simples dos valores encontrados no cálculo do Grau de Consistência, aplicando-os na Equação 10.

$$\lambda_{\max} = \frac{G_c + G_x + G_m + G_t + G_s}{n} \quad \text{Eq.10}$$

Onde:

$\lambda_{\max}$  = maior autovalor,

$G(c, x, m, t, s)$  = grau de consistência de cada critério,

$n$  = número de critérios analisados.

## 3) Índice de Consistência (IC)

Para cálculo deste índice é aplicado a Equação 7 apresentada no item 3 da Análise de Cidades, sendo que neste caso ( $n$ ) = número de critérios analisados.

## 4) Relação de Consistência (RC)

O cálculo é o mesmo da Equação 8 apresentada no item 3 da Análise de Cidades, sendo que neste caso ( $n$ ) = número de critérios analisados.

Os resultados dos itens relacionados à Classificação de Consistência para os critérios são alocados na Tabela 12.

Critérios							
	Custo de Instalação	Geografia	Mão de obra	Sistema de	Serviços de Apoio	Grau de Consistência	
Custo de Instalação							
Geografia							
Mão de obra							
Sistema de Transporte							
Serviços de Apoio							
						Soma	
						$\lambda_{max}$	
						IC	
						RC	

Tabela 12: Classificações de consistência dos critérios.  
Fonte: a autora

### 3. Análise dos Resultados

Este item apresenta o procedimento para calcular as avaliações finais do Modelo de Análise.

Alternativas	Critérios				
	Custo Instalação	Geografia	Mão de Obra	Transporte	Serviços de Apoio
Cidade 1					
Cidade 2					
Cidade 3					
n...					
Vetor dos Critérios					

Tabela 13: Comparação das cidades com os critérios  
Fonte: a autora

Cálculo da Tabela 13

- Linha Cidade 1: informam-se os valores atribuídos na Tabela 6 (Comparação de Cidades),
- Linha Vetor dos Critérios: alocam-se as notas resultantes da Tabela 11 (Normalização dos Critérios).

Após este procedimento são calculadas as avaliações finais das preferências de cada cidade. Os resultados são utilizados para decidir quais cidades são apropriadas para instalar os Centros de Distribuição, de acordo com os cinco critérios avaliados. Os cálculos da Tabela 14 são obtidos pela Equação 11.

Avaliação final		
Alternativas	Pontuação	Posição
Cidade 1		
Cidade 2		
Cidade 3		
n...		

Tabela 14: Avaliação final do Modelo de Análise  
Fonte: a autora

$$Cn_{(1,\dots,n)} = ((C1 \times V_I) + (C1 \times V_G) + (C1 \times V_M) + (C1 \times V_T) + (C1 \times V_S)) \quad \text{Eq.11}$$

Onde:

$Cn_{(1,\dots,n)}$  = resultado da avaliação final para a cidade  $n = (1,\dots,n)$ ;

$C_1$  = nota da cidade 1, o cálculo deve ser feito para todas as cidades  $Cn_{(1,\dots,n)}$ ;

$V_I$  = nota do Vetor Custo de Instalação;

$V_G$  = nota do Vetor Geografia;

$V_M$  = nota do Vetor Mão-de-obra;

$V_T$  = nota do Vetor Transportes;

$V_S$  = nota do Vetor Serviços de Apoio.

Os valores resultantes da Equação 11 são alocados no campo Pontuação da Tabela 14. A cidade que receber a maior nota tem a preferência dos gestores para a implantação do CD. O campo Posição refere-se a classificação da cidade quanto a sua pontuação, a cidade com maior nota ocupará a 1ª posição e assim sucessivamente.

## 5 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados que atenderam os objetivos específicos desta pesquisa.

- Primeiro objetivo: Foram estabelecidos critérios para avaliação das cidades candidatas os quais são caracterizados no tópico 5.1.
- Segundo objetivo: Foi definido um modelo para seleção da região para instalação dos Centros de Distribuição, o qual é apresentado no tópico 5.2.
- Terceiro objetivo: No capítulo 4 foi elaborado um Modelo de Análise baseado no Método de Análise Hierárquica para definir a melhor cidade para instalação dos Centros de Distribuição.
- Quarto objetivo: Para aplicação do modelo de seleção dos locais, foi proposta a hipótese de uma Cervejaria instalada no Paraná, que tem como objetivo distribuir a bebida no Estado de Santa Catarina. Visando reduzir a distância entre a fábrica e os pontos de venda e o possível aumento das vendas, pretende-se instalar quatro Centros de Distribuição na região. No entanto, não será aplicado o Modelo de Análise, que busca definir a melhor cidade entre as candidatas. Isto deve-se ao fato de que para esta análise precisa-se de um caso real de problema de localização, onde os gestores possam expressar suas preferências através das tabelas inseridas no modelo.

### 5.1 Critérios para definição das cidades

Com base no Método de Análise Hierárquica, foi destacada a sistemática de hierarquia em quatro níveis, conforme mostra o Apêndice A.

- Primeiro nível: determina o objetivo principal da análise.
- Segundo nível: identifica os critérios que uma cidade precisa ter para sediar o Centro de Distribuição.
- Terceiro nível: expõe os subcritérios que estão inseridos no conceito dos critérios já definidos no nível 2.
- Quarto nível: apresenta as cidades candidatas selecionadas conforme item 4.2.

Foram estabelecidos cinco critérios baseados nos estudos de Korpela e Tuominen (1996), Heragu (1997), Dey e Ramcharam (2007), Oliveira (2007), Demirel et al (2009), Oliveira (2007) os quais foram readequados para o sistema de distribuição de cerveja.

### 1º Fator: Custos de Instalação

Compreendem os valores a serem gastos com as etapas da construção predial e todos os processos juntamente com ela envolvidos. O cálculo pode ser obtido pela Equação 12.

$$C = P + T + E + Y + S \quad \text{Eq.12}$$

Onde:

C = Custo de Instalação (R\$ / etapa);

P = Projeto (R\$ / m<sup>2</sup> de planta);

T = Terreno (R\$ / m<sup>2</sup>);

E = Edificação Predial (R\$ / m<sup>2</sup> construção);

Y = Estrutura de Armazenagem e Movimentação (R\$ / equipamento);

S = Seguros (R\$ / item).

Os itens projeto, terreno, edificação predial, estrutura para armazenagem e seguros foram considerados subfatores ligados ao Custo de Instalação.

#### a) Projeto

Um projeto de armazém precisa abranger diversos aspectos para seu adequado funcionamento. Alguns elementos se caracterizam por: (1) forma do fluxo dos produtos, (2) expansão e limitação do terreno, (3) regulamentações de segurança, (4) sistemas contra incêndio, (5) dimensionamento da altura necessária, (6) espaço para a movimentação dos equipamentos (BOWERSOX *et al*, 2007).

Para análise deste item foi definida a Equação 13.

$$P = A + S + T + I + Z + \beta + \lambda + H \quad \text{Eq. 13}$$

Onde:

P = Projeto (R\$ / elementos).

A = Arquitetura básica do galpão como altura e distância entre colunas (R\$ / m<sup>2</sup>).

S = Sistema de tubulação de água e esgoto (R\$ / m<sup>2</sup>).

T = Terraplanagem (R\$ / m<sup>2</sup>).

I = Instalação elétrica e sistema para economia de energia (R\$ / m<sup>2</sup>).

Z = Acessos e saídas de emergência (R\$ / m<sup>2</sup>).

$\beta$  = Sistema de combate a incêndio (R\$ / equipamento).

$\lambda$  = Sistema de ventilação e iluminação natural (R\$ / m<sup>2</sup>).

H = Estrutura para segurança do trabalho que incluem pilares, rampas, escadas, cabos de aço e trava quedas para os enlonadores (R\$ / equipamento).

#### **b) Terreno**

Valor gasto para aquisição de terreno. É importante verificar questões legais do município quanto a instalação de Empresas, pois em muitos casos a Prefeitura da região doa o terreno para a construção do CD. Em outras situações é preferível alugar um barracão o qual poderá ser utilizado nas operações da Empresa, com as prováveis adequações da instalação quanto aos elementos abordados no item (a) Projeto.

#### **c) Edificação Predial**

O custo por m<sup>2</sup> de construção da obra, a qual deve incluir: montagem de paredes e colunas, piso, teto, pátio para estacionamento dos caminhões tanto externo como interno, projeção de docas e rampas, cabos de aço, rampas, escadas, pilares para sustentação dos trabalhadores de enlonamento.

#### **d) Estrutura para Armazenagem e Movimentação**

Envolve a análise quanto à aquisição ou aluguel dos itens: porta paletes, racks<sup>7</sup>, software de localização e de classificação de produtos, paleteiras, transportadores e empilhadeiras. A partir do tamanho do depósito e de sua capacidade, deve-se calcular a quantidade de equipamento necessário para realizar

---

<sup>7</sup> Rack = porta materiais em estrutura metálica.

as operações de armazenagem e movimentação dos produtos e materiais dentro do CD. Geralmente os valores gastos são medidos em R\$ por equipamento utilizado.

#### **e) Seguros**

O critério Seguro é aplicável em depósitos pela necessidade de cobertura contra furtos, deterioração ou outra forma de interrupção operacional (BOWERSOX, *et al* 2007).

A abordagem deste elemento foi idealizada por um diagnóstico de situações que devem ser pontuadas quanto a sua existência ou não na região.

Devem-se analisar questões que envolvam catástrofes naturais como, por exemplo, regiões constantemente impactadas por secas, enchentes ou tufões, fatos que geram diferenças substanciais nos valores pagos às seguradoras. Áreas que apresentem situações como as mencionadas são consideradas inapropriadas para instalação do CD.

Inclui-se ainda avaliações de seguro contra incêndios, raios, explosões, acidentes operacionais, danos na estrutura predial, danos em equipamentos e deterioração do produto.

### **2º Fator: Geografia da região**

Este critério abordou o aspecto ambiental, de infra-estrutura, social e viário, os quais devem ser estáveis para manter uma adequada operacionalização do Centro de Distribuição. De acordo com Dey e Ramcharan (2007), os fatores sociais e ambientais desempenham um papel importante nas seleções de local devido à consciência ambiental que permeia a sociedade e também pelos padrões de regulamentação exigidos pelos governos.

#### **a) Aspecto ambiental**

Constatar se existem empresas de reciclagem na região para coletar e ou processar os resíduos gerados pelo Centro de Distribuição, que se caracterizam por: alumínio, caco de vidro, plástico e madeira.

#### **b) Aspecto social**

Averiguar se o local para o CD está em região distante de áreas residenciais. Isto se faz necessário para evitar reclamações da comunidade em questões referentes à poluição, ruídos e movimentações dos caminhões.

c) Aspecto de infra-estrutura

Avaliar regiões que tenham recursos básicos disponíveis como água, eletricidade, rede de esgoto, capacidade de expansão.

d) Aspecto viário

Consiste em analisar as ligações terrestres da região e situações relacionadas às questões a seguir:

Existe fácil acesso ou proximidade com rodovias?

As rodovias e ruas locais encontram-se em bom estado de conservação?

Há restrição de horário para movimentação dos caminhões na região?

Há restrição de acesso para os caminhões em vias urbanas?

**3º Fator: Mão-de-obra**

De acordo com Demirel *et al* (2009), a análise de mão-de-obra trata de questões que se referem aos recursos humanos da região, que incluem disponibilidade de pessoal, qualificação e custo de mão-de-obra.

Este item trata sobre a contratação de funcionários próprios que atuem no CD em atividades diretamente relacionadas com a armazenagem e expedição da cerveja. As tarefas que caracterizam este tópico se identificam por:

(1) carregamento do produto no caminhão: atividade realizada por operadores de empilhadeira.

(2) controle da frota de caminhões, administração dos estoques, conferência do carregamento, faturamento do produto: tarefas desempenhadas por analistas de logística;

(3) gestão de inventário e controle de operações de pátio: ocupações de responsabilidade do supervisor de logística.

Para a contratação dos profissionais, devem-se observar os seguintes aspectos:

a) Piso salarial da categoria da região.

b) Benefícios oferecidos por concorrentes.

c) Qualificação que inclui escolaridade básica e conhecimento técnico da função.

- d) Região com escolas que ofereçam cursos de Logística.

#### 4º Fator: Transportes

Analisar a situação de transportes de uma região verificando a estrutura básica com relação à diferenciação de modais disponíveis, bem como a qualidade e confiabilidade que os veículos oferecem (Demirel *et al*, 2009):

- a) Tipos de caminhões disponíveis na região: preferir veículos abertos com carrocerias tipo *sider*<sup>8</sup>, grade baixa ou caminhão específico para transporte de bebidas.
- b) Transportadoras ou motoristas autônomos: verificar a disponibilidade destes agentes que possam se agregar junto a Cervejaria para atenderem demandas de última hora.
- c) Rotas de transporte e seqüência das entregas: identificar quais as alternativas de caminhos mais eficientes quanto à velocidade e a consistência<sup>9</sup> do transporte. A velocidade refere-se ao tempo mínimo para completar uma entrega. A consistência implica na confiabilidade do cumprimento do pedido, onde a necessidade do cliente é atendida em termos de quantidade, preço e prazo certo.
- d) Restrições a veículos: evitar regiões que tenham advertências quanto ao horário de circulação dos caminhões, bem como quanto à locomoção de cargas de grande porte.
- e) Rastreamento: analisar sobre a necessidade de adotar o sistema de rastreamento nos caminhões bem como seu custo.
- f) Custos de Transporte: avaliar gastos incorridos no transporte da cerveja da fábrica até o CD.

$$CT = (D \times K) + P + S + A$$

Eq. 14

---

<sup>8</sup> Caminhões *sider*: veículos com cortinas de lona em suas laterais.

<sup>9</sup> Velocidade e consistência: A velocidade refere-se ao tempo mínimo para completar uma entrega. A consistência implica na confiabilidade do cumprimento do pedido, onde a necessidade do cliente é atendida em termos de quantidade, preço e prazo certo (Bowersox *et al*, 2007).

Onde:

$C_T$  = custo de transporte da fábrica até o CD (R\$ / Km);

$D$  = distância percorrida por um veículo da fábrica até o CD (Km / hora);

$K$  = valor do quilometro rodado (R\$ / km rodado);

$P$  = montante pago em pedágio de um veículo (R\$ / veículo);

$S$  = valor do seguro por veículo (R\$ / veículo);

$A$  = montante pago com processo de amarração e desamarração da carga (R\$ / veículo).

- g) Custos de Entrega: avaliar gastos incorridos com o processo de entrega da cerveja do CD até o cliente.

$$CE = (D \times K) + S + C + E \quad \text{Eq.15}$$

Onde:

$C_E$  = custo de entrega do produto do CD até o cliente (R\$ / Km);

$D$  = distância percorrida por um veículo do CD o cliente (Km / hora);

$K$  = valor do quilometro rodado (R\$ / km rodado);

$S$  = valor do seguro por veículo (R\$ / veículo);

$C$  = montante pago com chapas<sup>10</sup> (R\$ / veículo);

$E$  = valor gasto com locação de equipamento para descarga (R\$/hora).

## 5° Fator: Serviços de apoio

Alguns serviços são necessários para o funcionamento do CD, os quais geralmente são terceirizados pela especialidade que as empresas detentoras do conhecimento oferecem.

---

<sup>10</sup> Chapa: Trabalhador urbano que realiza atividades de movimentação manual de qualquer tipo de mercadorias. Geralmente fica alocado nas entradas e trevos das cidades.

Deve-se avaliar sobre regiões que tenham disponibilidade de serviços especiais que se distinguem por:

- (a) Locação de equipamentos: identificar firmas que alugam empilhadeiras e guindastes, importantes para a movimentação interna e externa de produto no CD.
- (b) Manutenção predial: empresas que atuam em serviços de limpeza, pintura e conservação da infra-estrutura predial, de forma que o patrimônio tenha a funcionalidade e segurança necessária.
- (c) Segurança patrimonial: companhias habilitadas para atuar na segurança do CD com a finalidade de prevenir e restringir perdas patrimoniais.
- (d) Serviços de chapa: identificar locais de chapas e a forma de atuação dos mesmos em suas atividades, bem como os valores cobrados pelo serviço.
- (e) Serviços de enlonamento: encontrar empresas especializadas no enlonamento de cargas para realizarem a amarração das cargas dentro do CD.

## 5.2 Delimitação da área

Este item foi realizado de acordo com a 1ª etapa da Metodologia do capítulo 4.

### **Passo 1: Levantamento Geográfico**

- Região de Estudo: Estado de Santa Catarina
- Dados: Foram coletados do IBGE e tabulados em planilha Excel 2003 (Apêndice B). Referem-se a 293 cidades e suas respectivas populações, totalizando 5.866.487 milhões de habitantes.

### **Passo 2: Mapeamento da área**

- O mapa da Figura 7 foi utilizado para identificar as coordenadas de cada município, que tiveram como limite os valores para  $X = 0,105$  cm e  $Y = 0,80$  cm. Cada unidade de medida das coordenadas do mapa foi determinada com o valor de 10 km.
- Análise de localização foi realizada considerando o número total de cidades do Estado de Santa Catarina e também pela técnica de divisão de toda a região por

setores. Para cálculo das dimensões dos setores foram utilizadas as Equações 3 e 4 do capítulo 4, tendo como base os seguintes parâmetros: (1) jornada de trabalho = 8 horas; (2) tempo de descarga = 4 horas considerando uma carreta com 20 paletes de cerveja, entrega porta a porta, descarga manual, atividades de enlonamento; (3) tempo não produtivo = 1 hora; (4) velocidade de 60 km por hora. Aplicando estes valores nas equações obteve-se o resultado de 60 km de área, para  $\ell$ .

- Os setores foram enumerados a partir de 1 até 98 quadrados. O Apêndice C apresenta as coordenadas (x, y) de cada setor e sua população.

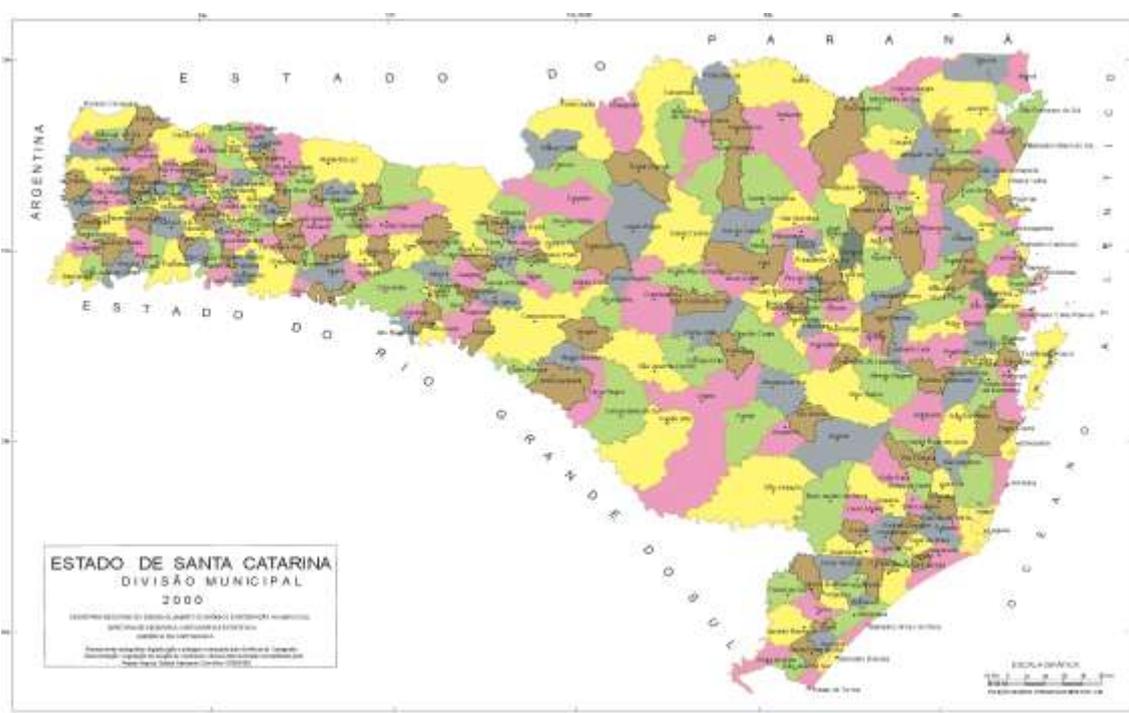


Figura 7: Mapa<sup>11</sup> de Santa Catarina  
Fonte: [www.infoescola.com](http://www.infoescola.com).

### Passo 3: Modelagem

#### Modelo Contínuo

Foram implementados em linguagem matemática Lingo 11.0.1.6 dois modelos de programação não-linear binária. Utilizou-se também o otimizador *Global Solver*,

<sup>11</sup> Mapa de Santa Catarina: disponível em <http://www.infoescola.com/files/2009/12/mapa-politico-santa-catarina.gif>. Acesso em 15/09/2009.

que aplica um algoritmo *branch-and-bound* e métodos de análise convexa, análise e redução de intervalos.

Os modelos foram aplicados para determinar de forma geral pontos em Santa Catarina para a instalação dos Centros de Distribuição.

### **Modelo 1: (m=1)**

Foi aplicado dois casos no Modelo 1 com o objetivo de evidenciar qual análise seria mais rápida, devido a diferença de parâmetros do Caso 1 (293 cidades) para o Caso 2 (98 setores). Outra finalidade foi verificar a divergência de localização de ambos os casos.

**Caso 1:** Análise de 293 cidades com suas respectivas coordenadas e populações apresentadas no Apêndice B.

- Função objetivo: minimizar a soma das distâncias euclidianas ponderadas entre as cidades e **um** CD.

- Iterações: 497.204;

- Tempo de processamento: 2,55 minutos.

Coordenadas para localização do CD.

- CD1: X (86,46), Y (49,09), área indicada pelo ponto verde da Figura 8.

**Caso 2:** Análise de 98 setores com suas respectivas coordenadas e populações apresentadas no Apêndice C.

- Função objetivo: minimizar a soma das distâncias euclidianas ponderadas entre as cidades e **um** CD.

- Iterações: 240.491;

- Tempo de processamento: 1,03 min;

Coordenadas para localização do CD.

- CD1: X (86,32), Y (49,68), área indicada pelo ponto vermelho da Figura 8.

Analisando as divergências das coordenadas da 1ª para a 2ª análise, evidenciou-se um erro de pequenas proporções: 0,16% para **X** e -1,20% para **Y**, conforme Tabela 15.

	X*	Y*
e	0,16%	-1,20%
e'	0,001587	-0,012000
E	0,14	-0,59
V	86,46	49,10
A	86,32	49,69

Tabela 15: Erro dos pontos de localização entre Caso1 e Caso 2

Onde:

**E** = erro, gerado pela diferença entre **V** (coordenadas da cidade) e **A** (coordenada dos setores);

**e'** = divisão do valor de **E** pelo valor de **V**;

**e** = valor gerado em **e'** multiplicado por 100.

### **Centro de Gravidade**

Tomando como base o Apêndice B foram acrescentadas as colunas *WX* e *WY*. Depois foram multiplicados os números da população de cada cidade pelos seus respectivos valores de (x, y).

A localização CG resultante dos cálculos gerados pela planilha em Excel (Apêndice D) é expressa pelas coordenadas  $x = 76,83$  e  $y = 46,97$ , identificadas na Figura 8 pelo ponto preto.

### **Discussões**

A utilização do Modelo 1 com duas análises neste tópico, teve como objetivo verificar a diferença de tempo e do número de iterações entre os dois casos visto que, há uma disparidade grande de variáveis em ambos.

No 2º caso há uma redução de 48% das iterações e de 49% do tempo gasto na investigação. A Figura 8 mostra que o ponto de localização para 293 cidades é praticamente o mesmo para 98 setores, considerando um pequeno erro de percentual.

Mesmo com a grande diferença de iterações e tempo entre os dois casos, o local sugerido para instalação do CD pelas duas análises, não apresentou maiores

alterações. Desta forma é válida a utilização de qualquer um dos casos, pois ambos apresentaram a solução global ótima, onde não há outra opção melhor.

Foi utilizado o método Centro de Gravidade na análise de 1 CD, onde no estudo de Gelders *et al* (1987) foi encontrado uma aplicação do CG para a localização de depósitos de cerveja. Porém, Ballou (2006) constatou em suas pesquisas que o método não apresenta a melhor solução em problemas de localização. Desta forma, decidiu-se comparar o CG com o Modelo 1.

Através da Figura 8 foi possível constatar que há divergência de localização entre os dois modelos. A Tabela 16 apresenta o percentual de erro de 11,14 % para X e 4,34% para Y entre o Modelo 1 e o CG.

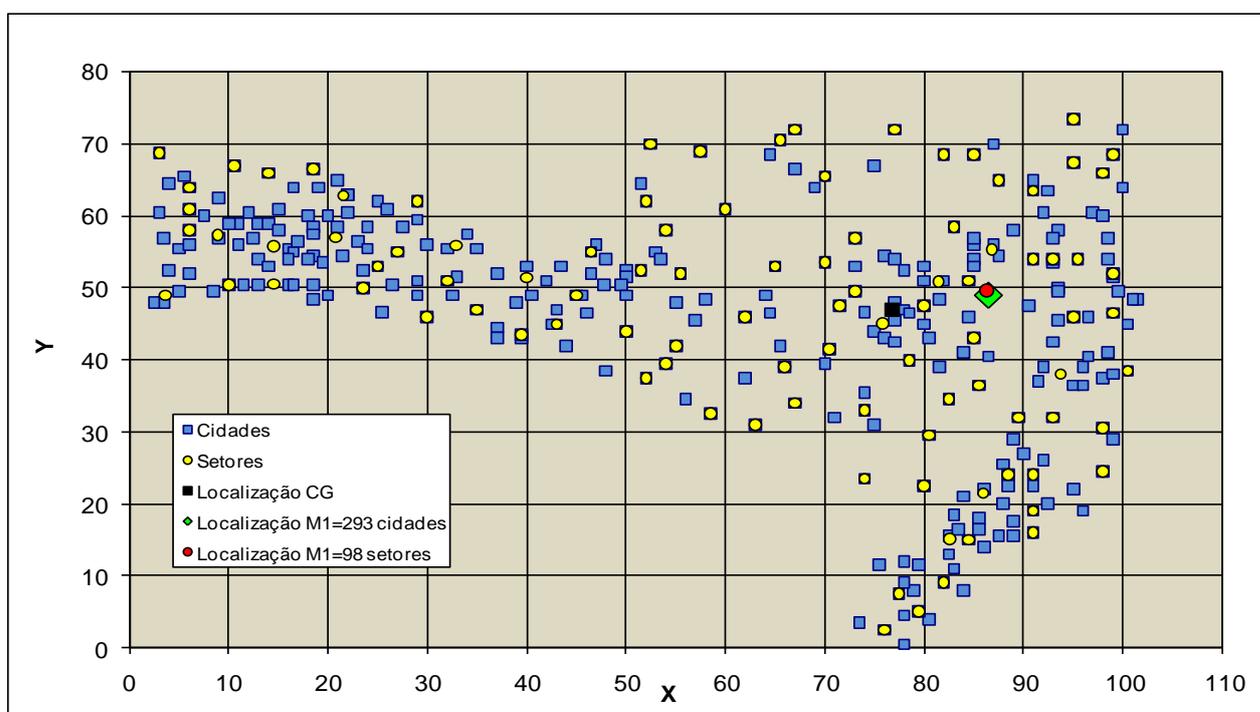


Figura 8: Pontos de localização do Modelo 1 e CG

Verificou-se que o método CG apresentou uma localização aproximada para o CD, uma vez que o Modelo Contínuo identificou a solução global ótima para a localização, dando consistência à pesquisa de Ballou(2006).

	X*	Y*
<i>e</i>	11,14%	4,34%
<i>e'</i>	0,111381	0,043390
<i>E</i>	9,63	2,13
<i>V</i>	86,46	49,09
<i>A</i>	76,83	46,97

Tabela 16: Erro dos pontos de localização entre CG e M1.

Onde:

*E* = erro, gerado pela diferença entre *V* (coordenadas do Modelo 1 para 293 cidades) e *A* (coordenadas do Centro de Gravidade);

*e'* = divisão do valor de *E* pelo valor de *V*;

*e* = valor gerado em *e'* multiplicado por 100.

### Modelo 2: ( $m \geq 2$ )

O Modelo 2 para  $m \geq 2$  teve como objetivo determinar pontos para a localização de quatro Centros de Distribuição. Considerou-se que este número de CD é suficiente para atendimento de todo Estado. Foram utilizados os 98 setores como base de dados para aplicação do modelo.

#### Aplicação para 2 CD ( $m=2$ )

- Função objetivo: minimizar a soma das distâncias euclidianas ponderadas entre as cidades e *dois* CD.
- Variáveis: 196 inteiras e 4 não-lineares ( $X_1, X_2, Y_1, Y_2$ );
- Restrições: 98 linear;
- Iterações: 28.211;
- Tempo de processamento: 1,03 minutos;

Coordenadas para localização dos CD.

- CD1: X (91,92), Y (49,91); CD2: X (27,25), Y (52,96)

### Discussões

A Figura 9 apresenta a localização para 2 Centros de Distribuição, dividindo o Estado em duas macros regiões de atendimento. Os setores poderão ser atendidos

somente pelo CD que está em sua região. No entanto a localização absoluta será obtida com a aplicação do Modelo de Análise.

Tomando como base as duas regiões, considerou-se como estimativa de atendimento que o CD1, voltado para a área Leste ficou responsável por 59 setores que correspondem a 78,22 % da população, equivalente a 4.588.642 habitantes. O CD2 se concentrou no Oeste do Estado, abrangendo 21,78% dos cidadãos.

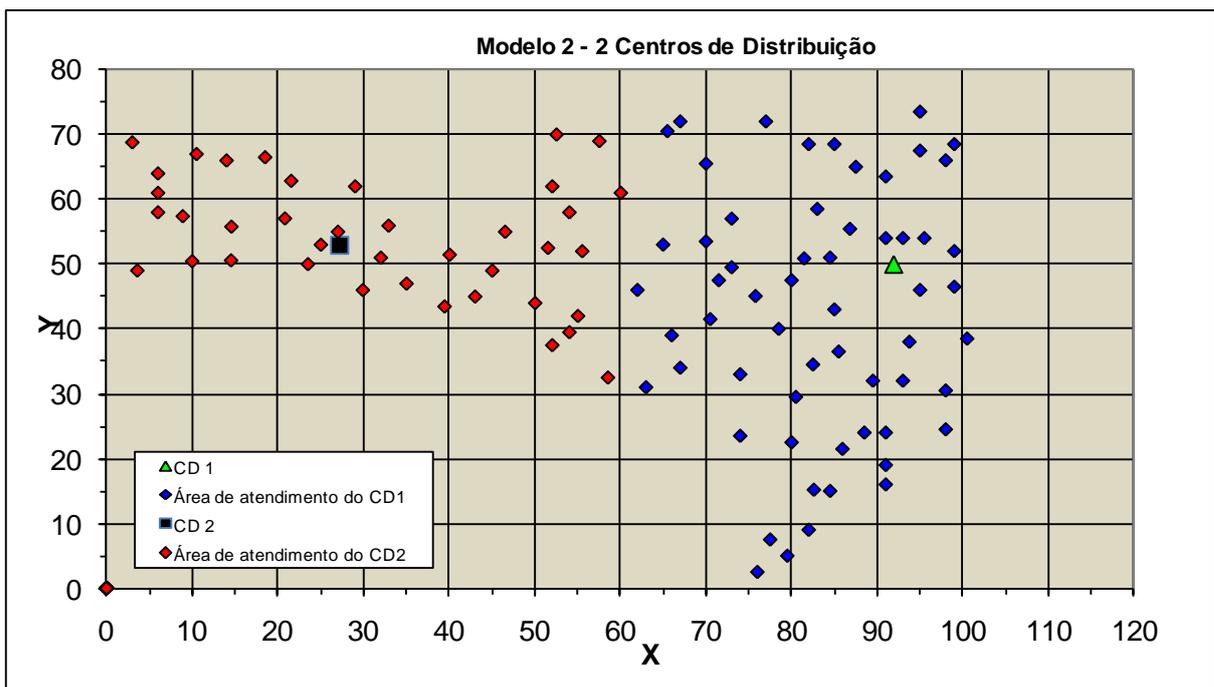


Figura 9: Localização para 2 CD

### **Aplicação para 3 CD ( $m=3$ )**

- Função objetivo: minimizar a distância euclidiana ponderada entre as cidades e *três* CD.
- Variáveis: 294 inteiras, 6 não-linear ( $X_1, X_2, X_3, Y_1, Y_2, Y_3$ );
- Restrições: 98 de classificação linear;
- Iterações: 58.116;
- Tempo de processamento: 3,20 minutos.

Coordenadas dos CD.

CD1: X (91,04) Y (54,00); CD2: X (84,49), Y (15,01); CD3: X (26,95, Y (52,98).

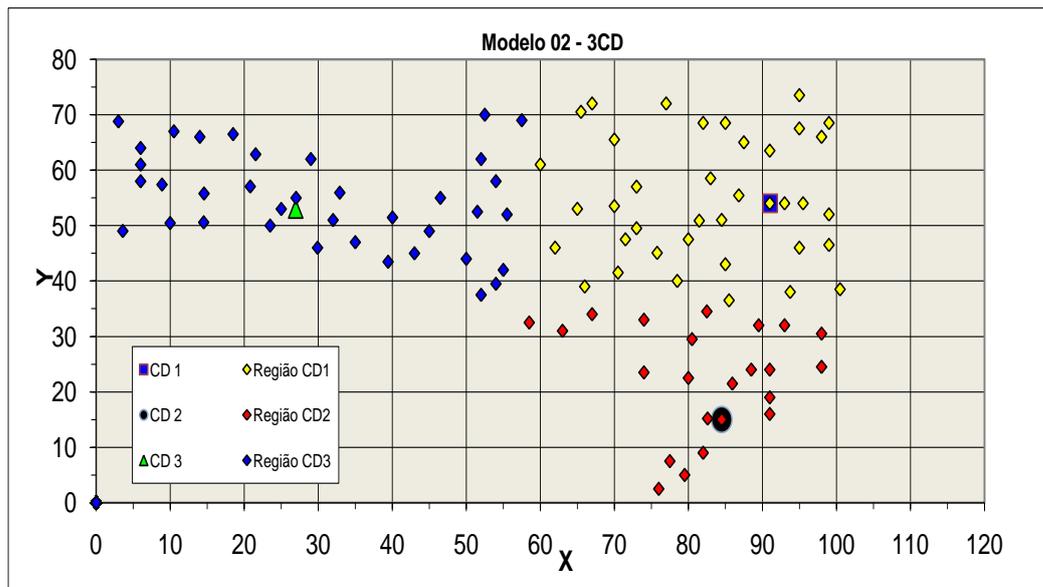


Figura 10 – Localização para 3 CD.

## Discussões

A Figura 10 mostra a localização para 3 Centros de Distribuição. Com base em estimativa de atendimento, o CD1 ficou responsável por 38 setores que correspondem a 59,39 % da população. O CD2 englobou 23 setores com 19,15% de habitantes. O CD3 abrangeu 37 setores envolvendo 21,46% da população.

### **Aplicação para 4 CD ( $m=4$ )**

- Função objetivo: minimizar a distância euclidiana ponderada entre as cidades e quatro CD.
- Variáveis: 392 inteiras, 8 não-linear ( $X_1, X_2, X_3, X_4, Y_1, Y_2, Y_3, Y_4$ );
- Restrições: 98 de classificação linear;
- Iterações: 139.411;
- Tempo de processamento: 8,21 minutos.

Coordenadas dos CD.

CD1: X (92,95), Y (53,96); CD2: X (84,50), Y (15,00); CD3: X (55,94), Y (51,21);

CD4: X (22,35), Y (52,68).

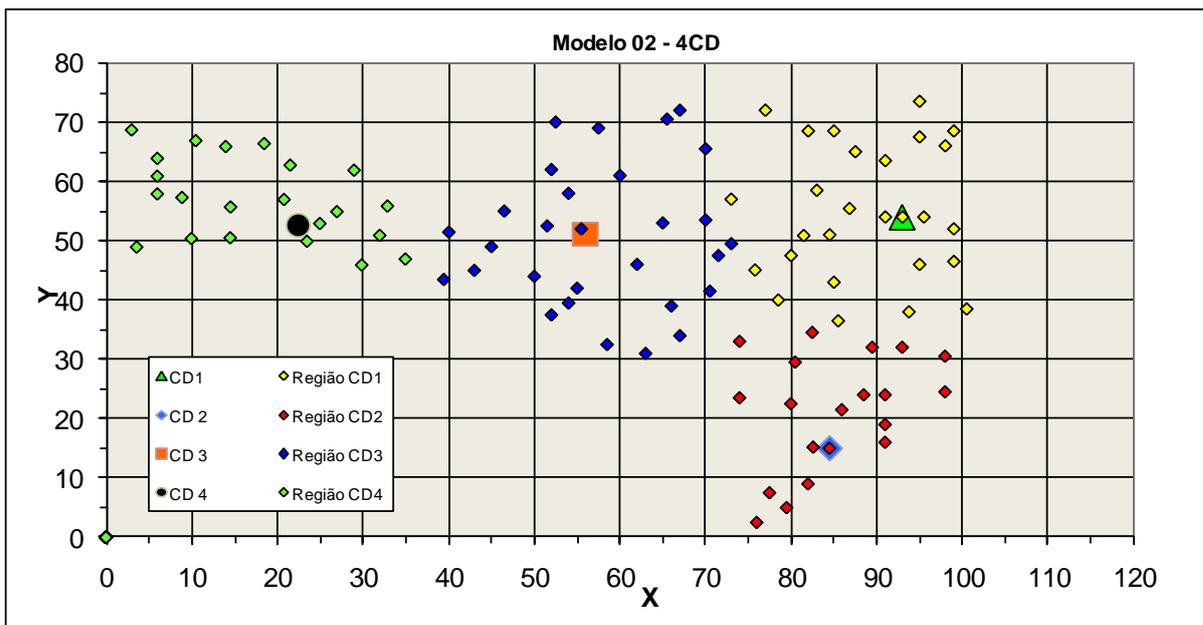


Figura 11: Localização para 4 Centros de Distribuição

### Discussões

A Figura 11 apresenta a localização para 4 Centros de Distribuição. Os percentuais de atendimento foram baseados em estimativas dos volumes das regiões. O CD1 abrangeu uma região de 27 setores com 54,75% de habitantes. O CD2 envolveu 20 setores representados por 16,10% da população. A área do CD3 se restringiu ao Centro com 29 setores e 15,21% de cidadãos. O CD4 ficou com o atendimento de 22 setores que equivale a 13,94% da população.

### Passo 4 Identificação das cidades

Para atender o Passo 4 do item 4.2 foi escolhida uma aplicação do Modelo 2 para quatro CDs. Foi destacado no mapa (Figura 7) as coordenadas (x, y) definidas pelo modelo para o CD1, CD2, CD3 e CD4. As cidades que estavam ao redor do ponto de cada CD foram identificadas. As Figuras<sup>12</sup> 12 a 15 apresentam o resultado para este procedimento.

Na Figura 12, a localização do ponto para o CD1 foi representada pelo triângulo vermelho, que tem ao seu redor as cidades: Gaspar, Blumenau, Indaial, Ilhota, Luis Alves, Pomerode, Timbó, Brusque, Guabiruba.

<sup>12</sup> Disponível em [http://www.deinfra.sc.gov.br/downloads/servicos/mapa\\_rodoviario/MapaRodoviario-5500x3787.jpg](http://www.deinfra.sc.gov.br/downloads/servicos/mapa_rodoviario/MapaRodoviario-5500x3787.jpg). Mapa rodoviário de Santa Catarina. Acesso em Fev/2010.

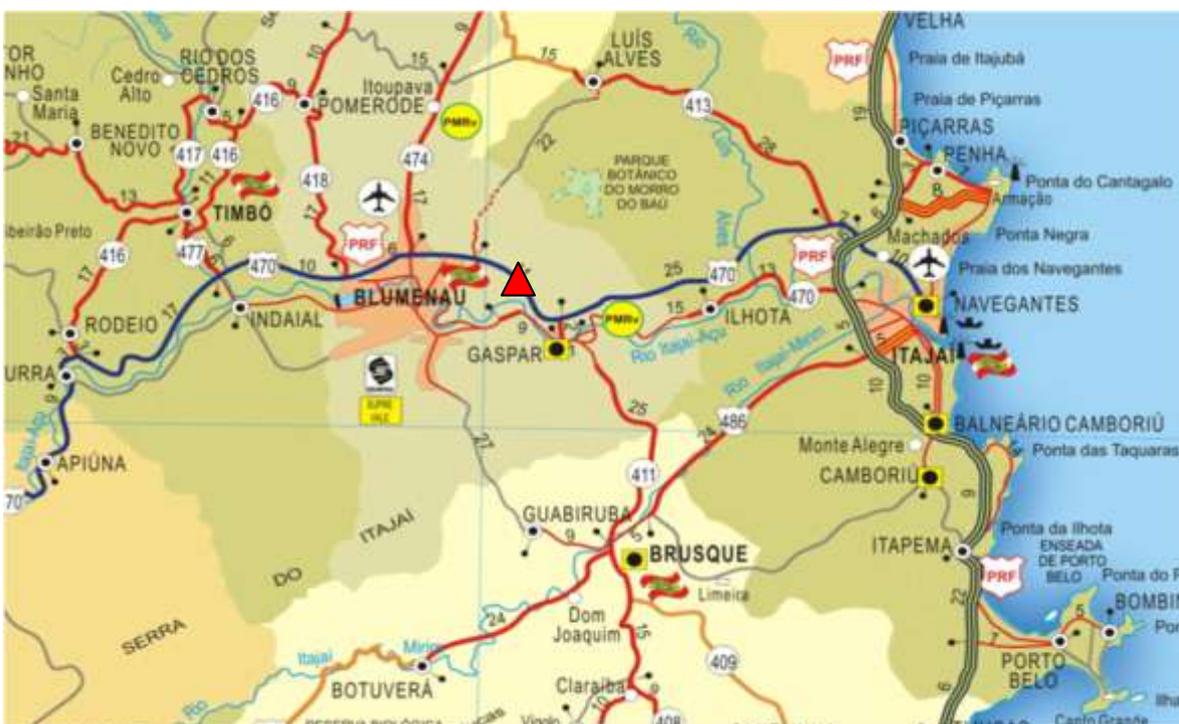


Figura 12: Identificação das cidades para o CD1



Figura 13: Identificação das cidades para o CD2

O ponto de localização do CD2 tem como cidades adjacentes: Criciúma, Cocal do Sul, Forquilha, Içara, Nova Veneza, Siderópolis e Sangão.



## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 6.1 CONCLUSÕES

Esta pesquisa apresentou uma metodologia para a localização de Centros de Distribuição de cerveja. Primeiramente foi apresentado um panorama do segmento cervejeiro com destaque para o sistema de distribuição da bebida. No capítulo 3 foi redigido um breve texto do tema Localização de Instalações e dos modelos utilizados neste trabalho.

A metodologia dividiu-se em três etapas. A primeira se concentrou na delimitação da área para instalação dos CDs. Foi escolhido o Estado de Santa Catarina para aplicação do modelo matemático. Inicialmente os dados trabalhados foram as 293 cidades do Estado. No entanto, para reduzir o número de iterações do modelo foram criados 98 setores o que possibilitou maior rapidez na solução de localização. Na execução desta fase foi empregado um modelo de programação não-linear que determinou a localização global ótima para quatro Centros de Distribuição. O método Centro de Gravidade, também utilizado para a localização de um CD foi desconsiderado, porque encontrou somente a localização aproximada em relação ao ponto global ótimo determinado pelo modelo contínuo.

A segunda etapa considerou a seleção das cidades candidatas, onde foram definidos dois critérios de avaliação. Um classificou as cidades com o maior número de Distribuidores e o outro determinou o número máximo de cinco cidades para serem avaliadas.

O Método de Análise Hierárquica abordado na terceira etapa da metodologia permitiu o atendimento a dois objetivos específicos. Foram estabelecidos cinco critérios para análise das cidades candidatas e foi construído o Modelo de Análise para definir a melhor cidade.

A metodologia empregada neste estudo mostrou-se satisfatória por atender os objetivos propostos para esta pesquisa.

## 6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Sugere-se para desenvolvimento em outras pesquisas alguns itens:

- Estudo do relacionamento entre Cervejarias e Distribuidores;
- Estudo sobre o dimensionamento dos CDs;
- Estudo da logística reversa dos Centros de Distribuição;
- Estudo sobre o nível de serviço do setor.

## REFERÊNCIAS

- AMBEV – Companhia de Bebidas das Américas. **Mapa das Operações**. Disponível em <http://www.ambev.com.br/>. Acesso em 15/08/2008.
- BALLOU, R.H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. São Paulo: Bookman, 2006.
- BIAZZO, S. **Approaches to business process analysis: a review**. Business Process Management Journal, v. 6, n. 9, 2000.
- BOWERSOX, D.J. CLOSS, D.J. COOPER, M.B. **Gestão da Cadeia de Suprimentos e Logística**. Rio de Janeiro: Campus, 2007.
- CERVEJAS DO MUNDO. **História da Cerveja no Brasil**. Disponível em: <http://www.cervejasdomundo.com>. Acesso em 12/07//2008.
- CERVESIA, 2009. M. Reinold. **Tecnologia em Qualidade e Produtividade**. Disponível em <http://www.cervesia.com.br>. Acesso: 07/05/2009.
- DEMIREL, T; Demirel, N.; Kahraman, C. **Multi-Criteria Warehouse Location Selection. Using Choquet Integral**. Expert Systems with Applications. 2009
- DEY, P.K. e RAMCHARAN, E.K. **Analytic hierarchy process helps select site for limestone quarry expansion in Barbados**. Journal of Environmental Management, Setembro 2007.
- DURAN, F. **A large mixed integer production and distribution program**. European Journal of Operational Research. Holanda, 1987.
- FARIA, A e COSTA, M. **Gestão de Custos Logísticos**. São Paulo: Atlas, 2007.
- FEMSA CERVEJA BRASIL. **Unidades de Negócio**. Disponível em [http://www.femsabrasil.com.br/unidades\\_br\\_cerveja.php](http://www.femsabrasil.com.br/unidades_br_cerveja.php). Acesso em 15/08/2008.
- FRANCIS, R.L; MCGINNIS, L.L. WHITE; J. A. **Locational Analysis**. European Journal of Operational Research. North-Holand.1983.

GANDY, W. **A Note on the Centre of Gravity in Depot Location**. Management Science, Vol. 18, No. 8, Application Series. April, 1972.

GELDERS, L.F. PINTELON, L.M. WASSENHOVE, L.V. **A location-allocation problem in a large Belgian Brewery**. European Journal of Operational Research. Novembro, 1987.

GHISI, M.A. CONSOLI, M.A. MARCHETTO, R.M. NEVES, M.F. **Usos e benefícios de softwares de roteirização na gestão de transportes**. VII SEMEAD, 2004.

GRUPO SCHINCARIOL. **Unidades Fabris e Regionais**. Disponível em: <http://www.schincariol.com.br/>. Acesso em 15/08/2008.

HERAGU, S. **Basic Models for the Location Problem**. PWS Publishing Company, 1997.

HO, W. & EMROUZNEJAD, W. **Multi-criteria logistics distribution network design using SAS/OR**. Expert Systems with Applications, 2008.

KENGPOL, A. **Design of a decision support system to evaluate logistics distribution network in Greater Mekong Subregion Countries**. International Journal of Production Economics. June, 2008.

KENGPOL, A. **Design of a decision support system to evaluate the investment in a new distribution centre**. International Journal Production Economics. December, 2002.

KLOSE, A. e DREXL, A. **Facility location models for distribution system design**. European Journal of Operational Research. October, 2003

KOKSALAN, M; SURAL, H; KIRCA, O. **A location-distribution application for a beer company**. European Journal of Operational Research. Maio, 1993.

KORPELA, J. e TUOMINEN, M. **A decision aid in warehouse site selection**. International Journal of Production Economics, 1996.

KORPELA, J; LEHMUSVAARA, A; NISONEN, J. **Warehouse operator selection by combining AHP and DEA methodologies.** Int. J. Production Economics. January,2007.

LAFIS Informação de Valor. **Análise Setorial de Cerveja.** Índice Analítico. São Paulo, 2008.

LIN, Youdong & SCHARAGE, Linus. **The global solver in the Lindo API. Optimization Methods & Software.** Vol.24, Nº 4-5. August - October 2009, 657-668.

LINDO SYSTEMS INC. **LINGO User's Manual, Lindo System.** Inc., Chicago, IL, 2008, p.188.

Mapa Rodoviário de Santa Catarina. Disponível em [http://www.deinfra.sc.gov.br/downloads/servicos/mapa\\_rodoviario/MapaRodoviario-5500x3787.jpg](http://www.deinfra.sc.gov.br/downloads/servicos/mapa_rodoviario/MapaRodoviario-5500x3787.jpg). Acesso em Fev/2010.

MARCONI, M.A. & LAKATOS, M.E. **Técnicas de Pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2002.

MATTOS, R.C.F. **Efeito das variáveis de transporte de estocagem sobre a estabilidade sensorial de cervejas tipo pilsen.** Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2007.

MELO, M.T; NICKEL, S.; SALDANHA DA GAMA, F. **Facility location and supply chain management – A review.** European Journal of Operational Research. Maio, 2008.

MOORE, J.F & WEATHERFORD, L.R. **Tomada de decisão em administração com planilhas eletrônicas.** Porto Alegre: Bookman, 2005.

NETO, L.G. **Terminal do Pecém cresce 113% na movimentação de carga geral.** Publicado em 04/07/2006. Disponível em <http://www.avol.com.br/novo.php?sec>. Acesso em 18/03/2009.

OLIVEIRA, E.P. **Modelo conceitual de um sistema de apoio à decisão, para gestores de logística e transporte em canais de exportação agrícola.** Tese de Doutorado. Florianópolis, 2007.

OMIRANTE. **Fábrica da cerveja Cintra pode mudar de mãos.** Disponível em <http://semanal.omirante.pt/index.asp?idEdicao=216&id=22457&idSeccao=2865&Action=noticia>. Acesso em novembro, 2008.

OWEN, S.H. e Daskin, M.S. **Strategic facility location: A review.** European Journal of Operational Research. April 1998.

REVELLE, C.S e EISELT, H.A. **Location analysis: A synthesis and survey.** European Journal of Operational Research. Junho 2004.

RODRIGUES, I.M e COLMENERO, J.C. (a) **Diagnóstico da estrutura de distribuição da indústria cervejeira.** XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Outubro, 2009.

RODRIGUES, I.M e COLMENERO, J.C. (b) **Mapeamento de Processo da Distribuição de Cerveja.** Congresso Internacional de Administração. Setembro, 2009.

ROSA, S.E.S. COSENXA, J.P. LEÃO,L.T. **Panorama do Setor de Bebidas no Brasil.** BNDS Setorial, 2006.

ROSENBLOOM, B. **Canais de Marketing: Uma visão gerencial.** São Paulo. Atlas, 2002.

SAATY, T.L. & VARGAS, L.G. **Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process.** Kluwer Academic Publishers, 2001.

SEIXAS, R. N. L.. **Diferenciação de produtos e concentração: Um estudo sobre a indústria cervejeira no Brasil.** Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2002.

SI, S. e YAFEN,G. **The Optimized Configuration of Volvo Car Parts Distribution Centres in China.** School of Business, Economics and Law. Goteborg University. Logistic and Transport Management. Thesis Master, 2006.

SILVA, D.B. **Preferência por marcas de cerveja e situação de uso: um estudo com pós-graduandos em Administração em Salvador.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2008.

SILVA. L.S. (a) **Indústria Cervejeira: um mercado em constante transformação.** Revista FAE BUSINESS, nr 6, agosto, 2006.

SILVA. E.N.A. (b) **Centralização da Distribuição e Custos de Transporte: Estudo de Caso AMBEV.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Junho, 2006.

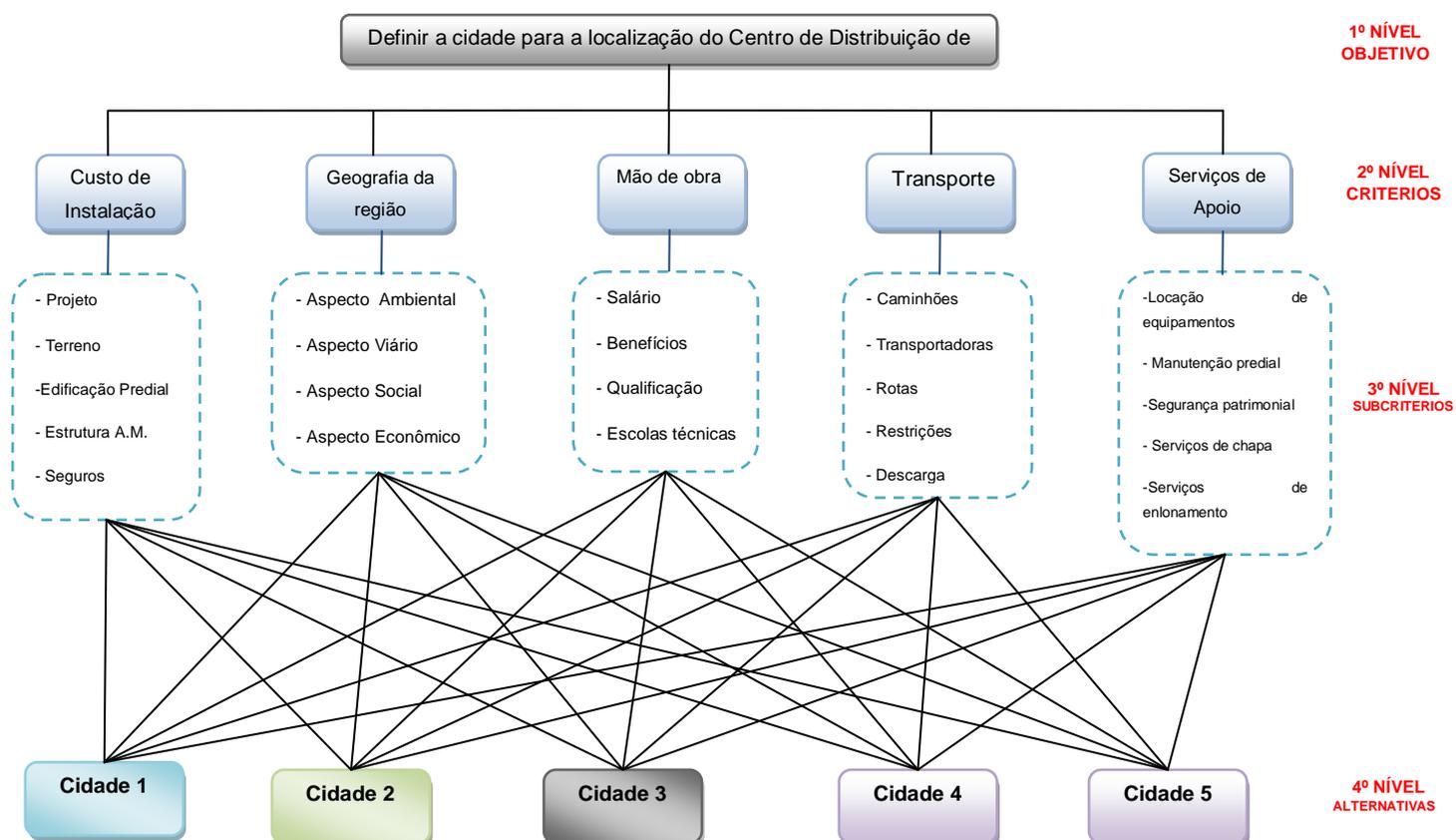
SINDICERV - **Sindicato Nacional Indústria da Cerveja.** Disponível em <http://www.sindicerv.com.br/>, acesso em 07/07/2008.

SULE, D.R. **Logistics of Facility Location and Allocation.** Marcel Dekker, INC, 2001.

URDAN, F.T. & URDAN, A.T. **O Impacto da marca sobre as preferências do Consumidor: Um experimento com cervejas.** Encontro Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação em Administração. Campinas: ANPAD, 2001.

VAIDYA, O.S. e KUMAR, S. **Analytic hierarchy process: An overview of applications.** European Journal of Operational Research. Julho, 2004.

## APÊNDICE A – HIERARQUIA PARA DEFINIR A MELHOR CIDADE



## APÊNDICE B – CIDADES DE SANTA CATARINA

NR	CIDADE	X	Y	População
1	Abdon Batista	54	39,5	2.726
2	Abelardo Luz	29	62	16.374
3	Agrolândia	76	43	9.080
4	Agronômica	78,5	46,5	4.677
5	Água Doce	43,5	53	6.756
6	Águas de Chapecó	16,5	50,5	6.086
7	Águas Frias	18,5	54,5	2.551
8	Águas Mornas	95	36,5	4.410
9	Alfredo Wagner	85,5	36,5	9.754
10	Alto Bela Vista	37	43	2.021
11	Anchieta	9	62,5	6.587
12	Angelina	92	39	5.322
13	Anita Garibaldi	52	37,5	9.141
14	Anitápolis	89,5	32	3.175
15	Antonio Carlos	96,5	40,5	7.087
16	Apiuna	84,5	51	10.270
17	Ararutã	32,5	49	3.962
18	Áraquari	98	66	21.278
19	Araranguá	82	9	57.119
20	Armazém	91	24	7.312
21	Arroio Trinta	48	54	3.516
22	Arvoredo	26,5	50,5	2.193
23	Ascurra	85	53	6.761
24	Atlanta	77	42,5	3.317
25	Aurora	80	45	5.399
26	Balneário Arroio Silva	84	8	8.089
27	Balneário Camboriú	99	52	94.344
28	Balneário Gaivota	80,5	4	7.307
29	Bandeirante	3,5	57	3.028
30	Barra Bonita	7,5	60	2.064
31	Barra do sul	100	64	7.278
32	Barra Velha	98	60	18.575
33	Bela Vista do Toldo	64,5	68,5	5.909
34	Belmonte	5	55,5	2.681
35	Benedito Novo	85	57	9.841
36	Biguaçu	98,5	41	53.444
37	Blumenau	91	54	292.972
38	Bocaina do Sul	74	35,5	3.047
39	Bom Jardim da Serra	80	22,5	4.214
40	Bom Jesus	27,5	58,5	2.296
41	Bom Jesus do Oeste	14	59	2.026
42	Bom Retiro	82,5	34,5	8.258
43	Bombinhas	101,5	48,5	12.456
44	Botuverá	90,5	47,5	4.127
45	Braço do Norte	88,5	24	27.730
46	Braço do Trombudo	75	44	3.288
47	Brunópolis	57	45,5	2.934
48	Brusque	93,5	49,5	94.962
49	Caçador	54	58	67.556
50	Caibi	11,5	50,5	6.217
<b>Sub total</b>				<b>961.517</b>

NR	CIDADE	X	Y	População
51	Calmon	52	62	4.012
52	Camboriú	99	51,5	53.388
53	Campo Alegre	87	70	11.391
54	Campo Belo do Sul	58,5	32,5	7.968
55	Campo Ere	14	66	9.590
56	Campos Novos	50	44	28.447
57	Canelinha	96,5	46	9.696
58	Canoinhas	65,5	70,5	52.677
59	Capão Alto	63	31	3.210
60	Capinzal	43	45	18.465
61	Capivari de Baixo	92,5	20	20.064
62	Catanduvas	42	51	8.733
63	Caxambu do Sul	18,5	48,5	4.885
64	Celso Ramos	48	38,5	2.671
65	Cerro Negro	56	34,5	3.948
66	Chapadão do Lageado	81,5	39	2.749
67	Chapecó	23,5	50	164.803
68	Cocal do Sul	85,5	16,5	14.563
69	Concórdia	35	47	67.249
70	Cordilheira Alta	23,5	52,5	3.361
71	Coronel Freitas	21,5	54,5	10.246
72	Coronel Martins	22	63	2.481
73	Correia Pinto	66	39	14.838
74	Corupa	87,5	65	12.758
75	Criciúma	84,5	15	185.506
76	Cunha Porã	13	54	10.638
77	Cunhataí	14	53	1.874
78	Curitibanos	62	46	37.493
79	Descanso	6	56	8.705
80	Dionísio Cerqueira	3	68,8	14.792
81	Dona Emma	78	52,5	3.441
82	Doutor Pedrinho	83	58,5	3.280
83	Entre Rios	29	59,5	2.979
84	Ermo	79	8	1.843
85	Erval Velho	46	46,5	4.098
86	Faxinal do Guedes	30	56	10.339
87	Flor do Sertão	9	57	1.640
88	Florianópolis	100,5	38,5	396.723
89	Formosa do Sul	20	60	2.620
90	Forquilha	82,5	13	20.719
91	Fraiburgo	55,5	52	34.889
92	Frei Rogério	58	48,5	2.655
93	Galvão	22	63	3.493
94	Garopaba	99	29	16.399
95	Garuva	95	73,5	13.393
96	Gaspar	93	53,5	52.428
97	Gov. Celso Ramos	100,5	45	12.175
98	Grão Para	88	25,5	6.051
99	Gravatal	91	22,5	10.510
100	Guabiruba	93,5	50	16.095
<b>Sub total</b>				<b>1.406.971</b>

## APÊNDICE B – CIDADES DE SANTA CATARINA - CONTINUAÇÃO

NR	CIDADE	X	Y	População
101	Guaraciaba	6	61	10.604
102	Guaramirim	92,5	63,5	29.932
103	Guarujá do Sul	5,5	65,5	4.711
104	Guatambú	20	49	4.505
105	Herval do Oeste	45	49	18.942
106	Ibiam	50	49	1.987
107	Ibicaré	47,8	50,5	3.390
108	Ibirama	82	51	16.716
109	Içara	86	14	54.107
110	Ilhota	95,5	54	11.552
111	Imaruí	95	22	11.675
112	Imbituba	98	24,5	36.231
113	Imbuia	84	41	5.501
114	Indaial	87,5	54,5	47.686
115	Iomerê	50	52,5	2.558
116	Ipira	39,5	43,5	4.705
117	Iporá do Oeste	6	52	8.091
118	Ipuação	26	61	6.566
119	Ipumirim	32	51	7.118
120	Iraceminha	11	56	4.261
121	Irani	37	52	9.313
122	Irati	18	60	2.025
123	Irineópolis	57,5	69	10.287
124	Ita	29,9	46	6.417
125	Itaiópolis	75	67	19.752
126	Itajaí	98,5	54	163.218
127	Itapema	99,5	49,5	33.766
128	Itapiranga	2,5	48	15.238
129	Itapoá	100	72	10.719
130	Ituporanga	80,5	43	20.577
131	Jaborá	40,5	49	4.032
132	Jacinto Machado	77,5	7,5	10.738
133	Jaguariuna	91	16	15.668
134	Jaraguá do sul	91	63,5	129.973
135	Jardinópolis	18,5	58,5	1.851
136	Joaçaba	45	49	24.435
137	Joinville	95	67,5	487.003
138	José Boiteux	80	53	4.840
139	Jupiá	21	65	2.134
140	Lacerdópolis	43	47	2.190
141	Lages	67	34	161.583
142	Laguna	96	19	50.179
143	Lajeado Grande	24	55,5	1.461
144	Laurentino	78	47	5.483
145	Lauro Muller	84	21	13.700
146	Lebon Régis	53,5	54	11.735
147	Leoberto Leal	86,5	40,5	3.589
148	Lindóia do Sul	33	51,5	4.560
149	Lontras	81,5	48,5	9.180
150	Luiz Alves	93,5	58	8.986
<b>Sub total</b>				<b>1.535.470</b>

NR	CIDADE	X	Y	População
151	Luzerna	45,5	49	5.391
152	Macieira	47	56	1.760
153	Mafra	77	72	51.014
154	Major Gercino	93	42,5	2.842
155	Major Vieira	67	66,5	7.337
156	Maracajá	83	11	5.909
157	Maravilha	12,5	57	21.684
158	Marema	23	56,5	2.282
159	Massaranduba	92	60,5	13.777
160	Matos Costa	51,5	64,5	2.818
161	Meleiro	79,5	11,5	6.880
162	Mirim Doce	71,5	47,5	2.545
163	Modelo	17	56,5	3.772
164	Mondaí	8,5	49,5	9.126
165	Monte Carlo	55	48	8.854
166	Monte Castelo	69	64	8.113
167	Morro da Fumaça	87,5	15,5	15.426
168	Morro Grande	78	12	2.727
169	Navegantes	93	54	52.638
170	Nova Erechim	18	54	4.118
171	Nova Itapeberaba	19,5	53,5	4.117
172	Nova Trento	93,5	45,5	11.325
173	Nova Veneza	82,5	15,5	12.536
174	Novo Horizonte	19	64	2.902
175	Orleans	86	22	20.859
176	Otacílio Costa	70,5	41,5	15.693
177	Ouro	42,5	45	7.095
178	Ouro Verde	24	58,5	2.152
179	Paial	25,5	46,6	1.821
180	Painel	71	32	2.297
181	Palhoça	98	37,5	122.471
182	Palma Sola	10,5	67	7.942
183	Palmeira	70	39,5	2.334
184	Palmitos	13	50,5	16.061
185	Papanduva	70	65,5	17.056
186	Paraíso	3	60,5	4.195
187	Passo de Torres	78	0,5	5.313
188	Passos Maia	34	57,5	4.472
189	Paulo Lopes	98	30,5	7.065
190	Pedra Grande	88	20	4.817
191	Penha	93	57	20.868
192	Peritiba	37	44,5	2.944
193	Petrolândia	78,5	40	6.064
194	Piçarras	98,5	57	13.760
195	Pinhalzinho	16	55,5	14.691
196	Pinheiro Preto	50	51,5	2.912
197	Piratuba	39,5	43	4.570
198	Planalto Alegre	18,5	50,5	2.639
199	Pomerode	89	58	25.261
200	Ponte Alta	65,5	42	5.080
<b>Sub total</b>				<b>600.325</b>

## APÊNDICE B – CIDADES DE SANTA CATARINA - FINAL

NR	CIDADE	X	Y	População
201	Ponte Alta do Norte	64	49	3.500
202	Ponte Serrada	35	55,5	11.210
203	Porto Belo	101	48,5	13.232
204	Porto União	52,5	70	32.256
205	Pouso Redondo	74	46,6	13.722
206	Praia Grande	73,5	3,5	7.120
207	Presid. Castelo Branco	39	48	1.757
208	Presidente Getulio	80	51	13.651
209	Presidente Nereu	84,5	46	2.259
210	Princesa	4	64,5	2.604
211	Quilombo	21	58,5	10.871
212	Rancho Queimado	91,5	37	2.772
213	Rio das Antas	53	55	6.054
214	Rio do Campo	70	53,5	6.042
215	Rio do Oeste	77	48	6.795
216	Rio do Sul	80	47,5	56.919
217	Rio dos Cedros	87	56	9.685
218	Rio Fortuna	90	27	4.468
219	Rio Negrinho	82	68,5	42.237
220	Rio Rufino	74	33	2.433
221	Riqueza	10	50,5	4.998
222	Rodeio	85	54	10.773
223	Romelandia	10	59	5.738
224	Salete	73	53	7.432
225	Saltinho	15	61	4.072
226	Salto Veloso	46,5	55	4.172
227	Sangão	89	15,5	10.300
228	Santa Cecília	65	53	15.311
229	Santa Helena	3,5	48	2.437
230	Santa Rosa de Lima	89	29	2.031
231	Santa Rosa do Sul	78	4,5	7.949
232	Santa Terezinha	73	57	9.025
233	Santa Terezinha do Progresso	12	60,5	3.044
234	Santiago do Sul	22	60,5	1.450
235	Santo Amaro da Imperatriz	96	36,5	17.602
236	São Bento do Sul	85	68,5	72.548
237	São Bernardino	16,5	64	2.653
238	São Bonifácio	93	32	3.178
239	São Carlos	16	50,5	10.372
240	São Cristóvão do Sul	64,5	46,5	4.850
241	São Domingos	25	62	9.346
242	São Francisco do Sul	99	68,5	37.613
243	São João Batista	95	46	22.089
244	São João do Itaperiú	97	60,5	3.289
245	São João do Oeste	5	49,5	6.020
246	São João do Sul	76	2,5	6.916
247	São Joaquim	74	23,5	24.058
248	São Jose	99	38	196.887
249	São Jose do Cedro	6	64	13.699
250	São José do Cerrito	62	37,5	10.304
<b>Sub total</b>				<b>779.743</b>

NR	CIDADE	X	Y	População
251	São Lourenço do Oeste	18,5	66,5	21.799
252	São Ludgero	88,5	22,5	10.246
253	São martinho	92	26	3.194
254	São Miguel da Boa Vista	11	59	1.972
255	São Miguel do Oeste	6	58	33.806
256	São Pedro de Alcântara	96	39	4.765
257	Saudades	16	54	8.587
258	Schoreder	91	65	12.776
259	Seara	29	49	17.121
260	Serra Alta	15	58	3.200
261	Siderópolis	83,5	16,5	12.470
262	Sombrio	79,5	5	24.424
263	Sul Brasil	16,5	55	3.061
264	Taió	73	49,5	16.838
265	Tangará	49,5	50,5	8.410
266	Tigrinhos	13	59	1.741
267	Tijucas	99	46,5	27.804
268	Timbé do Sul	75,5	11,5	5.133
269	Timbé Grande	60	61	6.979
270	Timbó	85	56	33.326
271	Três Barras	67	72	17.937
272	Treviso	83	18,5	3.498
273	Treze de maio	89	17,5	6.599
274	Treze Tilias	46,5	52	5.641
275	Trombudo Central	77	45,5	6.221
276	Tubarão	91	19	92.569
277	Tunápolis	4	52,5	4.650
278	Turvo	78	9	11.031
279	União do Oeste	18,5	57,5	3.058
280	Urupema	80,5	29,5	10.439
281	Urupema	75	31	2.501
282	Urussanga	85,5	18	18.588
283	Vargeão	32	55,5	3.560
284	Vargem	55	42	3.110
285	Vargem Bonita	40	53	4.321
286	Vidal Ramos	85	43	5.981
287	Videira	51,5	52,5	44.479
288	Vitor Meireles	76	54,5	5.563
289	Witmarsum	77	54	3.431
290	Xanxere	27	55	40.228
291	Xavantina	29	51	4.218
292	Xaxim	25	53	24.318
293	Zórzea	44	42	2.868
<b>Sub total</b>				<b>582.461</b>
<b>TOTAL</b>				<b>5.866.487</b>

## APÊNDICE C – DIVISÃO DA REGIÃO EM SETORES

Setor	X*	Y*	População
1	3,59	49,02	36.436
2	6,00	58,00	39.515
3	6,00	61,00	22.114
4	3,00	68,80	14.792
5	10,50	67,00	7.942
6	6,00	64,00	23.330
7	8,89	57,40	24.380
8	9,99	50,46	20.341
9	14,00	66,00	16.315
10	14,57	55,79	69.400
11	14,53	50,59	34.393
12	18,50	66,50	21.799
13	21,54	62,86	17.105
14	20,81	57,05	30.859
15	23,50	50,00	188.428
16	29,00	62,00	32.286
17	27,00	55,00	49.116
18	25,00	53,00	47.850
19	29,90	46,00	8.238
20	32,91	55,94	29.581
21	32,00	51,00	15.640
22	35,00	47,00	67.249
23	40,03	51,46	26.399
24	39,44	43,47	15.997
25	46,50	55,00	9.448
26	45,00	49,00	64.555
27	43,00	45,00	34.716
28	52,50	70,00	32.256
29	52,00	62,00	6.830
30	54,00	58,00	73.610
31	51,50	52,50	60.346
32	50,00	44,00	28.447
33	52,00	37,50	11.812
34	57,50	69,00	10.287
35	55,50	52,00	58.133
36	55,00	42,00	6.044
37	54,00	39,50	2.726
38	58,50	32,50	11.916
39	65,50	70,50	58.586
40	60,00	61,00	6.979
41	65,00	53,00	18.811
42	62,00	46,00	47.423
43	66,00	39,00	25.142
44	63,00	31,00	3.210
45	67,00	72,00	25.274
46	70,00	65,50	25.169
47	70,00	53,50	6.042
48	71,50	47,50	2.545
49	70,50	41,50	18.027
50	67,00	34,00	163.880
		<b>Subtotal</b>	<b>1.671.719</b>

Setor	X*	Y*	População
51	77,00	72,00	70.766
52	73,00	57,00	14.588
53	73,00	49,50	37.937
54	75,78	45,06	41.111
55	74,00	33,00	7.981
56	74,00	23,50	24.058
57	77,50	7,50	15.871
58	76,00	2,50	27.298
59	82,00	68,50	42.237
60	83,00	58,50	3.280
61	81,47	50,87	44.387
62	80,00	47,50	87.572
63	78,50	40,00	8.813
64	82,50	34,50	8.258
65	80,50	29,50	10.439
66	80,00	22,50	7.712
67	82,60	15,18	48.452
68	82,00	9,00	90.871
69	79,50	5,00	31.731
70	85,00	68,50	83.939
71	87,50	65,00	12.758
72	86,82	55,43	136.572
73	84,50	51,00	17.031
74	85,00	43,00	8.240
75	85,50	36,50	18.844
76	89,50	32,00	3.175
77	88,50	24,00	40.280
78	85,94	21,48	68.210
79	84,50	15,00	286.501
80	95,00	73,50	13.393
81	95,00	67,50	487.003
82	91,00	63,50	186.458
83	95,50	54,00	20.538
84	91,00	54,00	456.457
85	95,00	46,00	40.383
86	93,75	38,01	17.269
87	93,00	32,00	3.178
88	91,00	24,00	10.506
89	91,00	19,00	184.997
90	91,00	16,00	15.668
91	99,00	68,50	48.332
92	98,00	66,00	31.845
93	93,00	54,00	105.841
94	99,00	52,00	370.404
95	99,00	46,50	49.675
96	100,50	38,50	794.214
97	98,00	30,50	7.065
98	98,00	24,50	52.630
		<b>Subtotal</b>	<b>4.194.768</b>
		<b>Total</b>	<b>5.866.487</b>

## APÊNDICE D – COORDENADAS CENTRO DE GRAVIDADE

NR	CIDADE	X	Y	População	VX	VY
1	Abdon Batista	54	39,5	2.726	147.204	107.677
2	Abelardo Luz	29	62	16.374	474.846	1.015.188
3	Agrolândia	76	43	9.080	690.080	390.440
4	Agronômica	78,5	46,5	4.677	367.145	217.481
5	Água Doce	43,5	53	6.756	293.886	358.068
6	Águas de Chapecó	16,5	50,5	6.086	100.419	307.343
7	Águas Frias	18,5	54,5	2.551	47.194	139.030
8	Águas Mornas	95	36,5	4.410	418.950	160.965
9	Alfredo Wagner	85,5	36,5	9.754	833.967	356.021
10	Alto Bela Vista	37	43	2.021	74.777	86.903
11	Anchieta	9	62,5	6.587	59.283	411.688
12	Angelina	92	39	5.322	489.624	207.558
13	Anita Garibaldi	52	37,5	9.141	475.332	342.788
14	Anitápolis	89,5	32	3.175	284.163	101.600
15	Antonio Carlos	96,5	40,5	7.087	683.896	287.024
16	Apiuna	84,5	51	10.270	867.815	523.770
17	Ararutã	32,5	49	3.962	128.765	194.138
18	Araquari	98	66	21.278	2.085.244	1.404.348
19	Araranguá	82	9	57.119	4.683.758	514.071
20	Armazém	91	24	7.312	665.392	175.488
21	Arroio Trinta	48	54	3.516	168.768	189.864
22	Arvoredo	26,5	50,5	2.193	58.115	110.747
23	Ascurra	85	53	6.761	574.685	358.333
24	Atlanta	77	42,5	3.317	255.409	140.973
25	Aurora	80	45	5.399	431.920	242.955
26	Balneário Arroio Silva	84	8	8.089	679.476	64.712
27	Balneário Camboriú	99	52	94.344	9.340.056	4.905.888
28	Balneário Gaivota	80,5	4	7.307	588.214	29.228
29	Bandeirante	3,5	57	3.028	10.598	172.596
30	Barra Bonita	7,5	60	2.064	15.480	123.840
31	Barra do Sul	100	64	7.278	727.800	465.792
32	Barra Velha	98	60	18.575	1.820.350	1.114.500
33	Bela Vista do Toldo	64,5	68,5	5.909	381.131	404.767
34	Belmonte	5	55,5	2.681	13.405	148.796
35	Benedito Novo	85	57	9.841	836.485	560.937
36	Biguaçu	98,5	41	53.444	5.264.234	2.191.204
37	Blumenau	91	54	292.972	26.660.452	15.820.488
38	Bocaina do Sul	74	35,5	3.047	225.478	108.169
39	Bom Jardim da Serra	80	22,5	4.214	337.120	94.815
40	Bom Jesus	27,5	58,5	2.296	63.140	134.316
41	Bom Jesus do Oeste	14	59	2.026	28.364	119.534
42	Bom Retiro	82,5	34,5	8.258	681.285	284.901
43	Bombinhas	101,5	48,5	12.456	1.264.284	604.116
44	Botuverá	90,5	47,5	4.127	373.494	196.033
45	Braço do Norte	88,5	24	27.730	2.454.105	665.520
46	Braço do Trombudo	75	44	3.288	246.600	144.672
47	Brunópolis	57	45,5	2.934	167.238	133.497
48	Brusque	93,5	49,5	94.962	8.878.947	4.700.619
49	Caçador	54	58	67.556	3.648.024	3.918.248
50	Caibi	11,5	50,5	6.217	71.496	313.959
<b>Sub total</b>				<b>961.517</b>	<b>80.137.889</b>	<b>45.765.602</b>

## APÊNDICE D – COORDENADAS CENTRO DE GRAVIDADE- CONTINUAÇÃO

NR	CIDADE	X	Y	População	VX	VY
51	Calmon	52	62	4.012	208.624	248.744
52	Camboriú	99	51,5	53.388	5.285.412	2.749.482
53	Campo Alegre	87	70	11.391	991.017	797.370
54	Campo Belo do Sul	58,5	32,5	7.968	466.128	258.960
55	Campo Ere	14	66	9.590	134.260	632.940
56	Campos Novos	50	44	28.447	1.422.350	1.251.668
57	Canelinha	96,5	46	9.696	935.664	446.016
58	Canoinhas	65,5	70,5	52.677	3.450.344	3.713.729
59	Capão Alto	63	31	3.210	202.230	99.510
60	Capinzal	43	45	18.465	793.995	830.925
61	Capivari de Baixo	92,5	20	20.064	1.855.920	401.280
62	Catanduvas	42	51	8.733	366.786	445.383
63	Caxambu do Sul	18,5	48,5	4.885	90.373	236.923
64	Celso Ramos	48	38,5	2.671	128.208	102.834
65	Cerro Negro	56	34,5	3.948	221.088	136.206
66	Chapadão do Lageado	81,5	39	2.749	224.044	107.211
67	Chapecó	23,5	50	164.803	3.872.871	8.240.150
68	Cocal do Sul	85,5	16,5	14.563	1.245.137	240.290
69	Concórdia	35	47	67.249	2.353.715	3.160.703
70	Cordilheira Alta	23,5	52,5	3.361	78.984	176.453
71	Coronel Freitas	21,5	54,5	10.246	220.289	558.407
72	Coronel Martins	22	63	2.481	54.582	156.303
73	Correia Pinto	66	39	14.838	979.308	578.682
74	Corupa	87,5	65	12.758	1.116.325	829.270
75	Criciúma	84,5	15	185.506	15.675.257	2.782.590
76	Cunha Porã	13	54	10.638	138.294	574.452
77	Cunhataí	14	53	1.874	26.236	99.322
78	Curitibanos	62	46	37.493	2.324.566	1.724.678
79	Descanso	6	56	8.705	52.230	487.480
80	Dionísio Cerqueira	3	68,8	14.792	44.376	1.017.690
81	Dona Emma	78	52,5	3.441	268.398	180.653
82	Doutor Pedrinho	83	58,5	3.280	272.240	191.880
83	Entre Rios	29	59,5	2.979	86.391	177.251
84	Ermo	79	8	1.843	145.597	14.744
85	Erval Velho	46	46,5	4.098	188.508	190.557
86	Faxinal do Guedes	30	56	10.339	310.170	578.984
87	Flor do Sertão	9	57	1.640	14.760	93.480
88	Florianópolis	100,5	38,5	396.723	39.870.662	15.273.836
89	Formosa do Sul	20	60	2.620	52.400	157.200
90	Forquilha	82,5	13	20.719	1.709.318	269.347
91	Fraiburgo	55,5	52	34.889	1.936.340	1.814.228
92	Frei Rogério	58	48,5	2.655	153.990	128.768
93	Galvão	22	63	3.493	76.846	220.059
94	Garopaba	99	29	16.399	1.623.501	475.571
95	Garuva	95	73,5	13.393	1.272.335	984.386
96	Gaspar	93	53,5	52.428	4.875.804	2.804.898
97	Gov. Celso Ramos	100,5	45	12.175	1.223.588	547.875
98	Grão Para	88	25,5	6.051	532.488	154.301
99	Gravatal	91	22,5	10.510	956.410	236.475
100	Guabiruba	93,5	50	16.095	1.504.883	804.750
<b>Sub total</b>				<b>1.406.971</b>	<b>102.033.237</b>	<b>58.384.888</b>

## APÊNDICE D – COORDENADAS CENTRO DE GRAVIDADE- CONTINUAÇÃO

NR	CIDADE	X	Y	Populaçã	VX	VY
101	Guaraciaba	6	61	10.604	63.624	646.844
102	Guaramirim	92,5	63,5	29.932	2.768.710	1.900.682
103	Guarujá do Sul	5,5	65,5	4.711	25.911	308.571
104	Guatambú	20	49	4.505	90.100	220.745
105	Herval do Oeste	45	49	18.942	852.390	928.158
106	Ibiam	50	49	1.987	99.350	97.363
107	Ibicaré	47,8	50,5	3.390	162.042	171.195
108	Ibirama	82	51	16.716	1.370.712	852.516
109	Içara	86	14	54.107	4.653.202	757.498
110	Ilhota	95,5	54	11.552	1.103.216	623.808
111	Imaruí	95	22	11.675	1.109.125	256.850
112	Imbituba	98	24,5	36.231	3.550.638	887.660
113	Imbuia	84	41	5.501	462.084	225.541
114	Indaial	87,5	54,5	47.686	4.172.525	2.598.887
115	Iomerê	50	52,5	2.558	127.900	134.295
116	Ipira	39,5	43,5	4.705	185.848	204.668
117	Iporã do Oeste	6	52	8.091	48.546	420.732
118	Ipuação	26	61	6.566	170.716	400.526
119	Ipumirim	32	51	7.118	227.776	363.018
120	Iraceminha	11	56	4.261	46.871	238.616
121	Irani	37	52	9.313	344.581	484.276
122	Irati	18	60	2.025	36.450	121.500
123	Irineópolis	57,5	69	10.287	591.503	709.803
124	Ita	29,9	46	6.417	191.868	295.182
125	Itaiópolis	75	67	19.752	1.481.400	1.323.384
126	Itajaí	98,5	54	163.218	16.076.973	8.813.772
127	Itapema	99,5	49,5	33.766	3.359.717	1.671.417
128	Itapiranga	2,5	48	15.238	38.095	731.424
129	Itapoá	100	72	10.719	1.071.900	771.768
130	Ituporanga	80,5	43	20.577	1.656.449	884.811
131	Jaborá	40,5	49	4.032	163.296	197.568
132	Jacinto Machado	77,5	7,5	10.738	832.195	80.535
133	Jaguariuna	91	16	15.668	1.425.788	250.688
134	Jaraguá do sul	91	63,5	129.973	11.827.543	8.253.286
135	Jardinópolis	18,5	58,5	1.851	34.244	108.284
136	Joaçaba	45	49	24.435	1.099.575	1.197.315
137	Joinville	95	67,5	487.003	46.265.285	32.872.703
138	José Boiteux	80	53	4.840	387.200	256.520
139	Jupiá	21	65	2.134	44.814	138.710
140	Lacerdópolis	43	47	2.190	94.170	102.930
141	Lages	67	34	161.583	10.826.061	5.493.822
142	Laguna	96	19	50.179	4.817.184	953.401
143	Lajeado Grande	24	55,5	1.461	35.064	81.086
144	Laurentino	78	47	5.483	427.674	257.701
145	Lauro Muller	84	21	13.700	1.150.800	287.700
146	Lebon Régis	53,5	54	11.735	627.823	633.690
147	Leoberto Leal	86,5	40,5	3.589	310.449	145.355
148	Lindóia do Sul	33	51,5	4.560	150.480	234.840
149	Lontras	81,5	48,5	9.180	748.170	445.230
150	Luiz Alves	93,5	58	8.986	840.191	521.188
<b>Sub total</b>				<b>1.535.470</b>	<b>128.248.225</b>	<b>80.558.058</b>

## APÊNDICE D – COORDENADAS CENTRO DE GRAVIDADE- CONTINUAÇÃO

NR	CIDADE	X	Y	População	VX	VY
151	Luzerna	45,5	49	5.391	245.291	264.159
152	Macieira	47	56	1.760	82.720	98.560
153	Mafra	77	72	51.014	3.928.078	3.673.008
154	Major Gercino	93	42,5	2.842	264.306	120.785
155	Major Vieira	67	66,5	7.337	491.579	487.911
156	Maracajá	83	11	5.909	490.447	64.999
157	Maravilha	12,5	57	21.684	271.050	1.235.988
158	Marema	23	56,5	2.282	52.486	128.933
159	Massaranduba	92	60,5	13.777	1.267.484	833.509
160	Matos Costa	51,5	64,5	2.818	145.127	181.761
161	Meleiro	79,5	11,5	6.880	546.960	79.120
162	Mirim Doce	71,5	47,5	2.545	181.968	120.888
163	Modelo	17	56,5	3.772	64.124	213.118
164	Mondáí	8,5	49,5	9.126	77.571	451.737
165	Monte Carlo	55	48	8.854	486.970	424.992
166	Monte Castelo	69	64	8.113	559.797	519.232
167	Morro da Fumaça	87,5	15,5	15.426	1.349.775	239.103
168	Morro Grande	78	12	2.727	212.706	32.724
169	Navegantes	93	54	52.638	4.895.334	2.842.452
170	Nova Erechim	18	54	4.118	74.124	222.372
171	Nova Itapeberaba	19,5	53,5	4.117	80.282	220.260
172	Nova Trento	93,5	45,5	11.325	1.058.888	515.288
173	Nova Veneza	82,5	15,5	12.536	1.034.220	194.308
174	Novo Horizonte	19	64	2.902	55.138	185.728
175	Orleans	86	22	20.859	1.793.874	458.898
176	Otacílio Costa	70,5	41,5	15.693	1.106.357	651.260
177	Ouro	42,5	45	7.095	301.538	319.275
178	Ouro Verde	24	58,5	2.152	51.648	125.892
179	Paial	25,5	46,6	1.821	46.436	84.859
180	Painel	71	32	2.297	163.087	73.504
181	Palhoça	98	37,5	122.471	12.002.158	4.592.663
182	Palma Sola	10,5	67	7.942	83.391	532.114
183	Palmeira	70	39,5	2.334	163.380	92.193
184	Palmitos	13	50,5	16.061	208.793	811.081
185	Papanduva	70	65,5	17.056	1.193.920	1.117.168
186	Paraíso	3	60,5	4.195	12.585	253.798
187	Passo de Torres	78	0,5	5.313	414.414	2.657
188	Passos Maia	34	57,5	4.472	152.048	257.140
189	Paulo Lopes	98	30,5	7.065	692.370	215.483
190	Pedra Grande	88	20	4.817	423.896	96.340
191	Penha	93	57	20.868	1.940.724	1.189.476
192	Peritiba	37	44,5	2.944	108.928	131.008
193	Petrolândia	78,5	40	6.064	476.024	242.560
194	Piçarras	98,5	57	13.760	1.355.360	784.320
195	Pinhalzinho	16	55,5	14.691	235.056	815.351
196	Pinheiro Preto	50	51,5	2.912	145.600	149.968
197	Piratuba	39,5	43	4.570	180.515	196.510
198	Planalto Alegre	18,5	50,5	2.639	48.822	133.270
199	Pomerode	89	58	25.261	2.248.229	1.465.138
200	Ponte Alta	65,5	42	5.080	332.740	213.360
<b>Sub total</b>				<b>600.325</b>	<b>43.798.314</b>	<b>28.356.214</b>

## APÊNDICE D – COORDENADAS CENTRO DE GRAVIDADE- FINAL

NR	CIDADE	X	Y	População	WX	WY
251	São Lourenço do Oeste	18,5	66,5	21.799	403.282	1.449.634
252	São Ludgero	88,5	22,5	10.246	906.771	230.535
253	São martinho	92	26	3.194	293.848	83.044
254	São Miguel da Boa Vista	11	59	1.972	21.692	116.348
255	São Miguel do Oeste	6	58	33.806	202.836	1.960.748
256	São Pedro de Alcântara	96	39	4.765	457.440	185.835
257	Saudades	16	54	8.587	137.392	463.698
258	Schoreder	91	65	12.776	1.162.616	830.440
259	Seara	29	49	17.121	496.509	838.929
260	Serra Alta	15	58	3.200	48.000	185.600
261	Siderópolis	83,5	16,5	12.470	1.041.245	205.755
262	Sombrio	79,5	5	24.424	1.941.708	122.120
263	Sul Brasil	16,5	55	3.061	50.507	168.355
264	Taió	73	49,5	16.838	1.229.174	833.481
265	Tangará	49,5	50,5	8.410	416.295	424.705
266	Tigrinhos	13	59	1.741	22.633	102.719
267	Tijucas	99	46,5	27.804	2.752.596	1.292.886
268	Timbé do Sul	75,5	11,5	5.133	387.542	59.030
269	Timbé Grande	60	61	6.979	418.740	425.719
270	Timbó	85	56	33.326	2.832.710	1.866.256
271	Três Barras	67	72	17.937	1.201.779	1.291.464
272	Treviso	83	18,5	3.498	290.334	64.713
273	Treze de maio	89	17,5	6.599	587.311	115.483
274	Treze Tilias	46,5	52	5.641	262.307	293.332
275	Trombudo Central	77	45,5	6.221	479.017	283.056
276	Tubarão	91	19	92.569	8.423.779	1.758.811
277	Tunápolis	4	52,5	4.650	18.600	244.125
278	Turvo	78	9	11.031	860.418	99.279
279	União do Oeste	18,5	57,5	3.058	56.573	175.835
280	Urubici	80,5	29,5	10.439	840.340	307.951
281	Urupema	75	31	2.501	187.575	77.531
282	Urussanga	85,5	18	18.588	1.589.274	334.584
283	Vargeão	32	55,5	3.560	113.920	197.580
284	Vargem	55	42	3.110	171.050	130.620
285	Vargem Bonita	40	53	4.321	172.840	229.013
286	Vidal Ramos	85	43	5.981	508.385	257.183
287	Videira	51,5	52,5	44.479	2.290.669	2.335.148
288	Vitor Meireles	76	54,5	5.563	422.788	303.184
289	Witmarsum	77	54	3.431	264.187	185.274
290	Xanxere	27	55	40.228	1.086.156	2.212.540
291	Xavantina	29	51	4.218	122.322	215.118
292	Xaxim	25	53	24.318	607.950	1.288.854
293	Zórzea	44	42	2.868	126.192	120.456
<b>Sub total</b>				<b>582.461</b>	<b>35.907.299</b>	<b>24.366.968</b>
<b>TOTAL</b>				<b>5.866.487</b>	<b>450.729.817</b>	<b>275.545.735</b>
<b>CENTRO DE GRAVIDADE</b>					<b>76,83</b>	<b>46,97</b>

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)