

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

TRABALHO DE FORMATURA

**MALHA LOGÍSTICA DE UMA INDÚSTRIA DE SORVETES
NAS REGIÕES NORTE E NORDESTE**

CARLOS EDUARDO CANAVESE DO NASCIMENTO

HUGO T. Y. YOSHIZAKI

2001

hf 2001
N17m

À Deus,
Aos meus pais,
E à minha namorada, Marcella,
pelo Amor e constante apoio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço

Ao professor Hugo Yoshizaki, pela orientação e pela rica troca de experiências.

Ao meu chefe, Roberto Vilarinho, pela confiança e apoio.

Aos amigos e a todos que, de alguma forma, contribuíram na elaboração deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho apresenta um modelo de planejamento logístico, cujo objetivo é determinar o número, a localização e a área de cobertura de centros de distribuição. Utilizou-se a programação inteira mista e o pacote de programação matemática *What's Best* para construir e rodar um modelo matemático, além deste modelo, foram realizadas análises qualitativas para alguns cenários.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

RESUMO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 LOGÍSTICA	2
1.2 A EMPRESA	3
1.3 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA	5
1.4 O ESCOPO DO PROBLEMA	6
2. DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL	7
2.1 CADEIA DE SUPRIMENTO	8
2.2 O SISTEMA ATUAL DE DISTRIBUIÇÃO	11
2.3 ESTRATÉGIA LOGÍSTICA	14
2.3.1 Hierarquia de Decisões	14
2.3.2 Operadores Logísticos	15
2.4 ETAPAS DE CADEIA DE SUPRIMENTO CONSIDERADA	20
2.5 CICLO DO PEDIDO	22
2.6 MALHA LOGÍSTICA ATUAL	24
2.7 SERVIÇO AO CLIENTE	27
2.7.1 Tempo de Entrega	29
2.8 ROTEIRIZAÇÃO	34
2.9 TIPOS E CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE	37
2.9.1 Equipamentos de transporte	40
3. CONSTRUÇÃO DO MODELO	42
3.1 A ABORDAGEM DO PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO	42
3.2 FORMULAÇÃO MATEMÁTICA	45
3.3 IMPLEMENTANDO O MODELO	47

4. PARÂMETROS DO MODELO	48
4.1 DEMANDA	49
4.1.1 Pontos Candidatos	57
4.2 DISTÂNCIAS	58
4.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE CUSTOS E VOLUME	66
4.4 CUSTO DE TRANSFERÊNCIA	68
4.5 CUSTO DE DISTRIBUIÇÃO	72
4.5 CUSTO DE ARMAZENAGEM	77
4.6 CONSOLIDAÇÃO DOS CUSTOS	82
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	83
5.1 CONSOLIDAÇÃO DO MODELO	84
5.2 MODELO OTIMIZADO	86
5.3 CENÁRIOS	89
5.4 ANÁLISE E COMPARAÇÃO DAS SOLUÇÕES	93
5.5 NÍVEL DE SERVIÇO	101
5.6 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	106
5.7 ANÁLISE INTEGRADA	111
6. CONCLUSÃO	113
6.1 RECOMENDAÇÃO FINAL	118
6.2 CONCLUSÃO DO TRABALHO	119
BIBLIOGRAFIA	120
ANEXOS	121

LISTA DE TABELAS

<u>TABELA 2.1 – VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS OPERADORES LOGÍSTICOS</u>	<u>17</u>
<u>TABELA 4.1 – VOLUME ANUAL EM LITROS DE SORVETE POR CIDADE</u>	<u>50</u>
<u>TABELA 4.2 – COORDENADAS DAS CIDADES CONSIDERADAS NO TRABALHO</u>	<u>59</u>
<u>TABELA 4.3 – DISTÂNCIAS GEODÉSICA E RODOVIÁRIA ENTRE AS CIDADES EM KM</u>	<u>62</u>
<u>TABELA 4.4 - PROJEÇÃO DE VOLUME, CAPACIDADE E CUSTOS POR CD PARA 2002.</u>	<u>67</u>
<u>TABELA 4.5 – INFORMAÇÕES RELATIVAS À TRANSFERÊNCIA POR CD</u>	<u>69</u>
<u>TABELA 4.6 – CUSTO DE DISTRIBUIÇÃO E MOMENTO DE MOVIMENTAÇÃO POR CD</u>	<u>73</u>
<u>TABELA 4.7 – MODELO DE CUSTOS DE ARMAZENAGEM.</u>	<u>81</u>
<u>TABELA 4.8 –CONSOLIDAÇÃO DOS CUSTOS.</u>	<u>82</u>
<u>TABELA 5.1 – RESPOSTA DO MODELO PARA A CONFIGURAÇÃO ATUAL.</u>	<u>84</u>
<u>TABELA 5.2 – RESULTADO DO MODELO OTIMIZADO.</u>	<u>86</u>
<u>TABELA 5.3 – CONFIGURAÇÃO PARA MALHA COM 6 CDS.</u>	<u>89</u>
<u>TABELA 5.4 – CONFIGURAÇÃO PARA MALHA COM 7 CDS.</u>	<u>90</u>
<u>TABELA 5.5 – CONFIGURAÇÃO PARA MALHA COM 8 CDS.</u>	<u>90</u>
<u>TABELA 5.6 – CONFIGURAÇÃO PARA MALHA COM 9 CDS.</u>	<u>90</u>
<u>TABELA 5.7 – CONFIGURAÇÃO PARA MALHA COM 11 CDS.</u>	<u>91</u>
<u>TABELA 5.8 – CONFIGURAÇÃO PARA MALHA COM 12 CDS.</u>	<u>91</u>

<u>TABELA 5.9 – CONFIGURAÇÃO PARA MALHA COM 13 CDS.</u>	<u>92</u>
<u>TABELA 5.10 – CONFIGURAÇÃO PARA MALHA COM 14 CDS.</u>	<u>92</u>
<u>TABELA 5.11 – MIGRAÇÕES DE VOLUME EM CADA SIMULAÇÃO.</u>	<u>93</u>
<u>TABELA 5.12 – CUSTOS E CRESCIMENTO DO CUSTO TOTAL PARA CADA CONFIGURAÇÃO.</u>	<u>96</u>
<u>TABELA 5.13 – INDICADORES DE NÍVEL DE SERVIÇO EM KM.</u>	<u>102</u>
<u>TABELA 5.14 – MELHORIA DO NÍVEL DE SERVIÇO E AUMENTO DE CUSTOS.</u>	<u>104</u>
<u>TABELA 5.15 – CONFIGURAÇÃO PARA CUSTOS DE ARMAZENAGEM TOTALMENTE VARIÁVEIS</u>	<u>109</u>
<u>TABELA 5.16 – MATRIZ DE DECISÃO DE CRITÉRIOS QUALITATIVOS</u>	<u>112</u>

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 – ILUSTRAÇÃO DE UMA CADEIA DE SUPRIMENTOS	8
FIGURA 2.2 – ILUSTRAÇÃO DE UMA CADEIA IMEDIATA DE SUPRIMENTOS.	9
FIGURA 2.3 – CADEIA DE SUPRIMENTOS CONSIDERADA NESTE TRABALHO	10
FIGURA 2.4 – CONFIGURAÇÃO ATUAL DA MALHA LOGÍSTICA	13
FIGURA 2.5 – CICLO DO PEDIDO	23
FIGURA 2.6 – MALHA ATUAL: ÁREA DE COBERTURA DE CADA CD	26
FIGURA 2.7 – TRIÂNGULO DO PLANEJAMENTO LOGÍSTICO	29
FIGURA 2.8 – EXEMPLO DA ROTA DA CIDADE DE PETROLINA NO ESTADO DE PERNAMBUCO.	32
FIGURA 2.9 – ROTEIROS DE VENDEDORES (PLANO DE CAMPO) E CAMINHÕES (ROTEIRIZAÇÃO)	36
FIGURA 4.1 – DISPERSÃO DO VOLUME (EM LITROS ANUAIS)	54
FIGURA 4.2 – CUSTO DE ARMAZENAGEM DE UM CD EM FUNÇÃO DO VOLUME	78
FIGURA 5.1 – CONFIGURAÇÃO DA SOLUÇÃO ÓTIMA DO MODELO.	87
FIGURA 5.2 – CDS RETIRADOS DA CONFIGURAÇÃO OTIMIZADA E MIGRAÇÃO DE VOLUME.	94
FIGURA 5.3 – CDS ADICIONADOS À CONFIGURAÇÃO OTIMIZADA E MIGRAÇÃO DE VOLUME.	95
FIGURA 6.1 – CONFIGURAÇÃO DA MALHA LOGÍSTICA COM 11 CDS.	116

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho de formatura têm como objetivo identificar a melhor malha logística para a operação de uma empresa de sorvetes nas regiões Norte e Nordeste.

Desta forma, o trabalho será de grande relevância para a empresa, assim como para o autor, que terá a oportunidade de resolver um problema real bastante relevante com a orientação e apoio de um professor especialista na área.

A abordagem para a resolução do problema se dará através de sua definição, seguida de uma detalhada descrição da situação atual. Posteriormente, vamos construir o modelo que nos auxiliará na busca do entendimento completo e das respostas para o problema.

Conhecendo o problema e sabendo como resolvê-lo, vamos construir seus parâmetros, para finalmente podermos obter as respostas necessárias e fazermos as devidas análises, para, aí então, chegarmos na recomendação final do trabalho.

1.1 Logística

“Poucas áreas de estudo têm impacto tão significativo nos padrões de vida de uma sociedade como a logística. Quase todas as esferas da atividade humana são afetadas direta ou indiretamente pelo processo logístico” (Lambert; Stock 1993).

“ Desde o surgimento da humanidade, os bens que as pessoas necessitavam não eram produzidos onde elas gostariam ou não estavam disponíveis quando elas gostariam de consumi-los.

Com o aprimoramento dos sistemas logísticos, consumo e produção começaram a se separar geograficamente.” (Ballou, 1998)

Podemos comprovar a importância da logística em nossas vidas a cada momento. Ela é parte fundamental do desenvolvimento da humanidade, e, como podemos notar, muda os padrões de vida e comportamento das pessoas. Suas definições, desde as mais técnicas até as mais abrangentes, não deixam dúvida sobre o seu papel na sociedade:

“Logística pode ser definida como sendo o planejamento e a operação dos sistemas físicos, informacionais e gerenciais necessário para que insumos e produtos vençam condicionantes espaciais e temporais de forma econômica” Daskin (1985) apud Novaes (1989).

“Logística diz respeito a criação de valor – valor para clientes e fornecedores da empresa e para todos seus interessados. Valor em logística é expresso em termos de tempo e espaço. Produtos e serviços não tem valor se não estão de posse dos clientes quando e onde eles desejam consumi-los” (Ballou, 1998).

1.2 A Empresa

O trabalho foi desenvolvido na empresa líder no mercado de sorvetes no Brasil: Kibon. O início da presença da Kibon no Brasil data de 1941, desde então passou pelo controle de muitas empresas.

Hoje é controlada pela Unilever, transnacional anglo-holandesa, que atua principalmente nos mercados de alimentos, higiene doméstica e pessoal. A Kibon atua em todo o território nacional e é líder de vendas em todo o país.

Quando analisamos seu produto, notamos a extrema importância da logística para a empresa:

- produto congelado: os produtos congelados recebem atenção especial em seus sistemas logísticos, devido a sua fragilidade em relação à variações de temperatura. Os equipamentos são especiais e devem estar nas condições ideais de operação. O manuseio em toda a cadeia deve ser feito de forma bastante eficiente, de forma a não prejudicar o produto e alterar sua temperatura fora das faixas permitidas. *Cadeia de Frio* é o nome que se dá a cadeia logística desde o produto sair da linha de montagem até seu consumo. Ela não pode falhar, com o risco de perda do produto. Vale ressaltar que o sorvete, em especial, possui um agravante: quando sua temperatura atinge um limite estabelecido (por volta de -18°C), mesmo que ela volte para temperaturas inferiores, se houverão formado flocos de gelo, que alteram a qualidade do produto e a percepção do consumidor. Isto já mostra a complexidade e a responsabilidade da logística do sorvete.

- pulverização: o sorvete um exemplo típico de produto presente numa enorme quantidade de clientes e pontos de venda. Isso ocorre devido a sua característica de produto consumido por impulso, ou seja, é um produto que deve estar disponível na maior quantidade possível de pontos, de forma a suprir o desejo de consumo em qualquer momento e local. Outros bons exemplos de produtos com grande pulverização são cigarros, bebidas e salgadinhos. Por este motivo, a logística ganha uma missão ainda mais desafiadora: disponibilizar de

forma efetiva, tanto em termos de custo como serviço, o produto em milhares de pontos de venda.

- baixos estoques nas pontas: quando analisamos a cadeia de sorvetes, ocorre um fato peculiar: os clientes, em sua quase totalidade, não têm como estocar grandes quantidades do produto. O estoque nos pontos de venda é o freezer no qual pegamos o sorvete. Isso tem um efeito muito claro na cadeia de distribuição. Estoque baixo e alto custo de falta (concorrência, fidelização, etc.) levam a necessidade de reposição freqüente, ou seja, entregas freqüentes nos clientes. Isto significa alto nível de serviço e, obviamente, custos.

Por este motivos, podemos dizer que a logística cumpre papel fundamental para um negocio de sorvetes. Tanto por representar boa parte de seus custos, que devem ser eficientemente gerenciados, como por uma questão estratégica, que é estar presente e prestar um excelente serviço nas áreas onde se atua.

Vale dizer que até o segundo semestre do ano 2000 a Unilever dividia o controle da operação da empresa nas regiões Norte e Nordeste com outro grupo. A partir do ano 2001, a Unilever passou a ter o controle total da Kibon nesta regiões. Foi neste contexto que surgiu a necessidade deste trabalho.

Como último tópico, vale citar que o autor deste trabalho realiza estágio na área de distribuição da empresa citada e que este trabalho é, também, atividade deste estágio.

1.3 Apresentação do Problema

Com a passagem do controle da operação do Norte e Nordeste para a Unilever, foram buscadas todas as alternativas de melhoria possíveis. Muitas coisas foram questionadas e este era o momento para estudos e mudanças profundas na operação e na estrutura.

Resumidamente, era necessário buscar melhorias no sistema na tentativa de otimizar a utilização dos recursos em todas as áreas. Era preciso buscar eficiência na nova operação, bem como possíveis sinergias entre as duas operações.

Neste contexto surgiu, na área de logística, a necessidade de um estudo aprofundado da operação atual. Boa parte deste grande estudo é a malha logística das regiões Norte e Nordeste. Era preciso saber se os dez centros de distribuição eram realmente necessários ou se haveria espaço para reduções, se eram necessários mais centros de distribuição, se eles estavam bem localizados, se operavam de forma eficiente, etc.

1.4 O Escopo do Problema

O problema a que se dedica este trabalho é definir a malha logística para a operação da Kibon nas regiões Norte e Nordeste do país.

Devemos ter resposta para os 3 tópicos a seguir:

- Localização de cada Centro de Distribuição
- Capacidade de cada Centro de Distribuição
- Área de cobertura de cada Centro de Distribuição

O trabalho deverá encontrar a malha logística otimizada para a operação da empresa nos mercados das regiões Norte e Nordeste do país e fazer as análises pertinentes levando em consideração aspectos qualitativos e nível de serviço aos clientes.

Será utilizado um modelo minimizador de custos que será discutido em detalhes a seguir.

Algumas premissas devem ser adotadas para a realização deste trabalho:

1. A fonte de suprimento desta cadeia é a fábrica localizada na cidade de Recife.
2. O problema levará em consideração somente as áreas de atendimento direto, e a configuração entre atendimento direto e indireto se mantém.

2. DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

Neste capítulo, vamos definir alguns conceitos logísticos e apresentar em detalhes a situação atual da empresa com enfoque na operação logística, bem como definir claramente os pontos relevantes para o trabalho.

Os custos e as análises quantitativas serão discutidos em capítulos subsequentes.

2.1 Cadeia de Suprimento

Cadeia de Suprimento, também conhecido como cadeia de valor, ou *Supply Chain*, termo em inglês também bastante utilizado. Trata-se das atividades repetidas diversas vezes, pelas quais matéria-prima se convertem em produto acabado e valor é adicionado na visão do consumidor, segundo Ballou (1998).

Vale ressaltar que uma empresa raramente tem controle de toda a cadeia de suprimento de seu produto. Por exemplo, a Kibon consegue ter um bom controle do produto até os clientes e da matéria-prima vinda de seus fornecedores. Este controle já é menor na passagem do produto do cliente (varejo) para o consumidor ou na relação de um fornecedor com uma empresa que lhe forneça insumos.

Devemos dizer que há um fluxo de informação nesta cadeia, que é de extrema importância para o desempenho das empresas que a compõem. Este fluxo tem sentido inverso do fluxo do produto. A figura 2.1 ilustra esta situação:



Figura 2.1 – Ilustração de uma cadeia de Suprimentos

Devemos lembrar que existe sempre a etapa de transportes entre as etapas representadas no esquema ilustrativo da figura 2.1.

Outro ponto fundamental é atentar para o fato que estas cadeias de suprimento são na verdade árvores, já que teremos muitos subfornecedores, fornecedores, mais de uma fábrica em muitos casos, enfim, quando falamos da cadeia de suprimentos de determinado produto, estamos tratando de uma complexa rede com muitas etapas e muitos envolvidos.

Na figura 2.2 ilustramos o que Ballou (1998) chama de cadeia imediata de suprimentos, que é a parte da cadeia que permeia as atividades de uma empresa.



Figura 2.2 – Ilustração de uma cadeia Imediata de Suprimentos.

No problema considerado neste trabalho iremos analisar o produto desde sua saída da fábrica, logo só consideramos produto acabado, até sua entrega no cliente. A parte da cadeia de suprimento considerada neste trabalho está representada na figura 2.3.

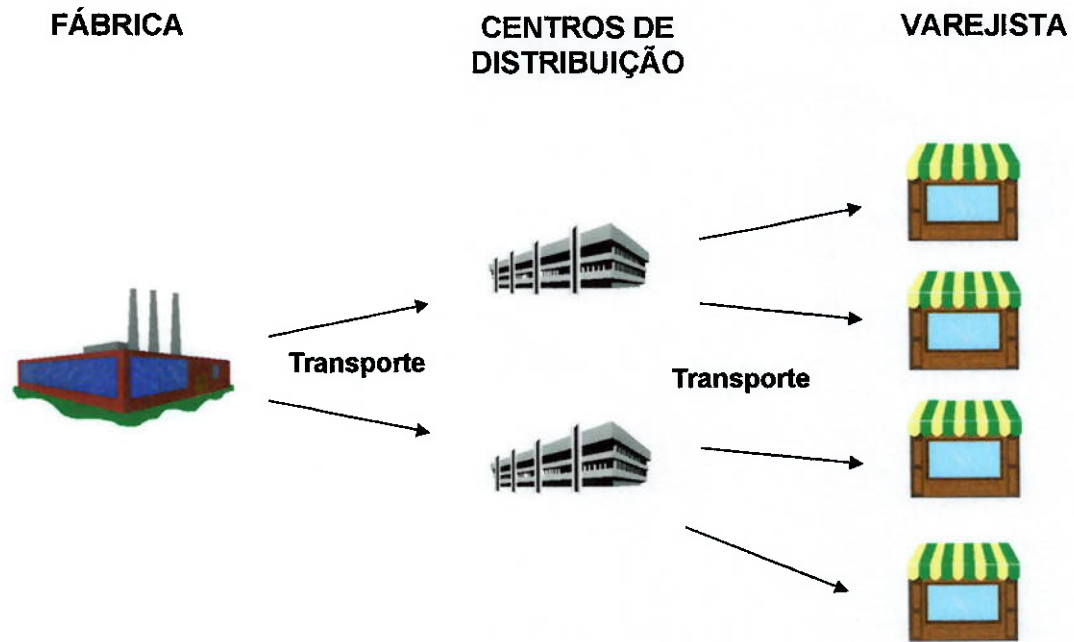


Figura 2.3 – Cadeia de Suprimentos considerada neste trabalho

Para o sistema que será considerado no modelo, teremos uma única fábrica, localizada em Recife, que abastece todos os outros 9 CDs. Estes por sua vez abastecem o varejo.

É preciso deixar claro que temos um CD operando em Recife. Todo o produto que sai da fábrica segue para este CD, e, posteriormente, deste CD para os demais. Por este motivo, ele é chamado de depósito central. Além de abastecer os outros CDs, o CD Recife também abastece o varejo em sua região de cobertura.

2.2 O sistema atual de distribuição

Atualmente a Kibon conta com dois modelos de distribuição: direto e indireto.

No sistema direto, a operação está a cargo da própria empresa. A Kibon tem a equipe de vendas e toda a estrutura logística.

No sistema chamado de indireto, a empresa escolhe uma área, como uma ou mais cidades e uma segunda empresa passa a ser responsável por toda a operação: equipe de vendas , infra-estrutura de armazenagem e distribuição, estoque, etc.

Deste modo, a Kibon somente vende o produto para esta segunda empresa, que são chamados de distribuidores, que se encarrega de vender e entregar o produto nos pontos de venda. Vale ressaltar que os distribuidores não vendem produto para os consumidores, e sim para o varejo.

Entre os critérios para saber se uma área deve ou não ser atendida diretamente podemos citar: concentração demográfica, sazonalidade, importância estratégica, custos, entre outros. Deve-se dizer que quando temos um distribuidor numa certa área, perde-se o controle e as informações desta área, porém normalmente os distribuidores têm uma estrutura de custos mais enxuta. O contato com o mercado e com as necessidades dos consumidores também é prejudicado com a atuação da venda indireta.

Este trabalho não tem o objetivo de definir áreas de venda direta e indireta. A divisão atual será tida como premissa para a realização do estudo. O trabalho se concentrará na operação direta, aquela realizada pela própria empresa.

Vamos agora entrar no detalhe da malha logística atual e explicar a operação logística da empresa.

A malha logística é composta atualmente por 2 fábricas e 16 Centros de Distribuição. Vale lembrar que esta configuração contempla duas operações separadas: Norte / Nordeste e Sul / Sudeste / Centro-oeste.

As duas fábricas são localizadas em São Paulo e Recife. Cada uma é responsável pelo abastecimento de uma operação.

Os CDs (Centros de Distribuição) são localizados em:

Sul / Sudeste / Centro-oeste:

São Paulo – CD Central
Vinhedo (interior de São Paulo)
Marília (interior de São Paulo)
Ribeirão Preto (interior de São Paulo)
Belo Horizonte (MG)
Rio de Janeiro (RJ)
Brasília DF

Norte / Nordeste:

Recife (PE) - CD Central
Salvador (BA)
Aracaju (SE)
Maceió (AL)
Natal (RN)
Fortaleza (CE)
Teresina (PI)
São Luis (MA)
Belém (PA)
Manaus (AM)

Os CDs regionais são os Centros de distribuição que recebem os produtos das fábricas e abastecem os demais CDs.

Vamos nos concentrar na malha logística do norte / nordeste. A figura 2.4 mostra a configuração atual da malha logística nestas regiões.

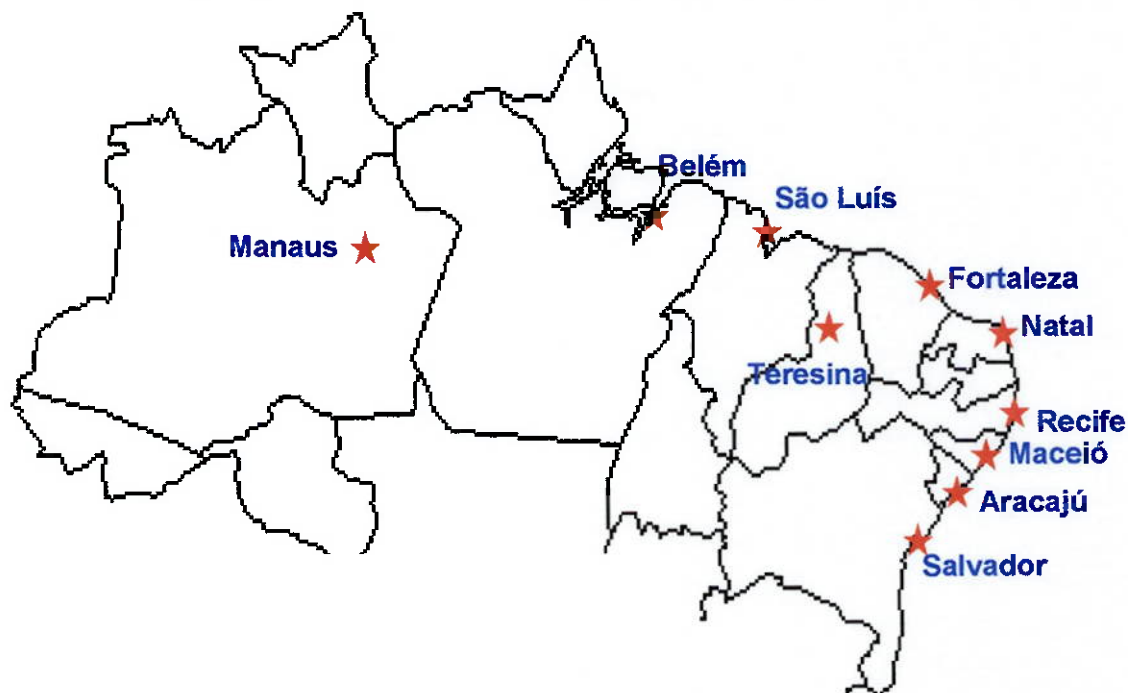


Figura 2.4 – Configuração Atual da malha logística

A descrição detalhada do sistema logístico atual da empresa será apresentado e discutido em detalhes a seguir. Este item tem como objetivo apresentar o sistema atual de forma a podermos definir o escopo do trabalho.

2.3 Estratégia Logística

Antes de entrarmos no detalhe da operação atual e dos conceitos logístico, uma breve discussão sobre estratégia logística se faz necessária, tanto para esclarecermos o nível de decisão deste trabalho quanto para introduzirmos uma discussão sobre os modelos logísticos existentes, o comportamento do mercado e as vantagens e desvantagens de cada um deles.

2.3.1 Hierarquia de Decisões

Antes de qualquer coisa, uma discussão sobre a hierarquia das decisões se faz necessárias. Vamos definir o que vem a ser uma decisão logística estratégica, tática e operacional. Para isso, nos utilizaremos da abordagem de sistemas de produção - estocagem de Hax ; Candea (1984) apud Bramel (1997).

Segundo esta abordagem, temos 3 níveis de decisões logísticas:

Nível Estratégico: decisões de longo prazo, que incluem número, localização e capacidades de armazéns e fábricas, ou o fluxo de materiais na malha logística.

Nível Tático: decisões tipicamente atualizadas com frequência entre trimestral e anual. Incluem decisões de compras e produção, políticas de estoque e estratégias de transporte, incluindo a frequência com a qual os clientes são visitados.

Nível Operacional: referem-se às decisões diárias como roteirizações, carregamento de caminhões e “*scheduling*” de linhas nas fábricas.

Fica claro o tipo de decisão que este trabalho irá suportar. Trata-se de uma decisão estratégica, já que cumpre com precisão a descrição de decisão de nível estratégico acima.

Definido este ponto, passamos a algumas discussões acerca da estratégia logística adotada e das práticas do mercado.

2.3.2 Operadores Logísticos

Atualmente, tem-se crescido bastante a discussão sobre os chamados operadores logísticos. A princípio este termo nos remete a um prestador de serviços logísticos, seja ele qual for.

Desta maneira, poderíamos chamar uma transportadora ou uma empresa que possuísse um armazém de operador logístico. Porém, existem empresas que prestam um serviço logístico mais amplo e integrado – com processamento de pedidos, armazenagem e distribuição, por exemplo - e reivindicam este título de forma exclusiva, sob o argumento que outras empresas não prestam o mesmo serviço.

Esta discussão é absolutamente irrelevante para o escopo deste trabalho, o que se quer é introduzir o leitor ao mercado de prestadores de serviços logísticos, a postura da indústria e do varejo e o impacto destas decisões nas cadeias de suprimento e nos negócios das empresas.

A competição entre os operadores vem se acirrando. Isso, obviamente, é um processo saudável, que tende a trazer melhores condições de preços e, principalmente, de serviço.

Serviço ainda é a maior barreira para o crescimento destas empresas prestadoras de serviços logísticos. Isso se agrava quando falamos em serviços logísticos mais integrados e mais delicados.

Enquanto tratamos, por exemplo de transporte de longas distâncias, através de carretas, sabemos que não se trata de um serviço que exija grandes habilidades e conhecimentos por parte do transportador, quando comparamos com uma operação de entrega no varejo, por exemplo. Logo, este tipo de serviço

pode ser utilizado pelas empresas sem a adição de riscos significativos para a operação.

O mesmo não se pode dizer de uma operação de armazenagem, *cross-docking* (diz-se das operações em que temos um centro de distribuição sem estoque, que serve apenas como ponto de transbordo e consolidação de carga) ou distribuição pulverizada (para o pequeno varejo).

Os operadores logísticos tem como principal vantagem a possibilidade de ganhos de escala, ou seja, quando ele passa a operar alguma etapa da logística para mais de uma empresa, ele tem condições de ganhos, tanto em negociações como em rateio de custos fixos. Isto possibilita que o custo da operação para este prestador de serviços seja menor do que para a empresa que o contratou, que passa a ter redução de custos logísticos.

Além disso, a empresa contratante passa a ter menores custos fixos, já que irá se desfazer de parte da estrutura de sua operação (prédios, veículos, equipamentos, etc.) e "variabiliza" os custos, a medida que passa a pagar por um serviço prestado.

Podemos destacar ainda a flexibilidade que ganhamos com os operadores logísticos, uma vez que não fazemos grandes investimentos em infra-estrutura e podemos assinar contratos de médio prazo – 1 a 2 anos. Esta flexibilidade pode ser perfeitamente exemplificada por um CD. Quando fechamos um contrato de armazenagem com um operador logístico por 2 anos em determinada cidade, isso equivale dizer que daqui a dois anos a empresa pode decidir por mudar de cidade ou simplesmente não mais operar aquele CD, decisão bastante mais complicada quando se tem uma estrutura própria.

O fato de a empresa contratante do serviço passar parte do controle da operação para seu prestador de serviços, possibilita concentrar seus recursos e esforços nas atividades chave para o negócio.

Muitas vezes, o operador logístico tem, realmente, conhecimento avançado sobre a área na qual atua e pode trazer melhorias significativas para os processos logísticos. Nestes casos, nas mãos de especialistas com *know-how*, a operação pode, de fato, ser otimizada e realizada com conceitos inovadores.

Por outro lado, estas decisões envolvem risco. Este risco é tanto maior quanto a importância da operação terceirizada para a empresa e o preparo e a experiência do prestador de serviços. O controle da operação pode ser custoso, porém assegura o gerenciamento da operação, que fica muito mais complicado quando tem-se um prestador de serviços.

A tabela 2.1 resume os pontos discutidos até aqui:

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Redução de Custos Logísticos Diminuição de controles na operação Redução de custos fixos (\$ aplicado no negócio) "Variabilização" de custos <i>Know-how</i> do operador Flexibilidade	- Risco para a operação e para o negócio Perda do controle da operação

Tabela 2.1 – Vantagens e Desvantagens dos Operadores Logísticos

Para o negócio de sorvetes temos alguns fatores críticos desta tabela a serem analisados. A forte sazonalidade deste negócio, com as vendas bastante concentradas nos meses de verão, agrava dois fatores da tabela 2.1: o risco da operação e a variabilização dos custos.

Negócios com forte sazonalidade têm um risco intrínseco bastante significativo. Isso porque eles se tornam dependentes dos períodos de vendas

maiores. O desempenho em 3 meses (dezembro, janeiro e fevereiro) é decisivo para os resultados financeiros de um ano inteiro.

Qualquer fator de risco na operação neste período deve ser evitado, pois já se tem que conviver com o risco das condições meteorológicas. Deste modo, as mudanças operacionais geralmente são feitas nos períodos de vendas menores para que não interfiram no período de alta. Falhas na operação não são toleradas, e a variação dos níveis de operação demanda flexibilidade e conhecimento de quem está no comando da operação.

Deste modo, os operadores logísticos, e principalmente a gerência da empresa, devem estar atentos, fundamentalmente nos períodos mais críticos, aos riscos da operação e seus níveis de qualidade.

A variabilização dos custos também é um fator importante. Quando temos um negócio sazonal e uma estrutura fixa, o que ocorre é que nos meses de baixas vendas os resultados financeiros são desastrosos e o contrário nos meses de altas vendas.

Quando partimos para uma estrutura de custos mais variabilizada, temos resultados mais equilibrados ao longo do ano, já que os gastos diminuem nos meses de menor volume de vendas. Este fator pode ser fundamental para o negócio, uma vez que exige que quantias generosas de capital estejam empregadas no negócio quando temos muitos custos fixos.

Ballou (1998) sugere que uma estratégia logística pode ter três objetivos:

- Redução de custos: minimização de custos variáveis de movimentação e armazenagem. Nível de serviço, geralmente é mantido, tentando-se buscar alternativas, como localização de CDs e seleção de modais de transporte.

- Redução de Capital: redução do capital investido no sistema logístico. Busca de alternativas como entregas diretas, evitando armazenagem, armazéns compartilhados com outras empresas, em detrimento de exclusivos, política *just-in-*

time, evitando custos de estoque, terceirizações. Esta alternativa geralmente eleva os custos variáveis.

- Melhoria no serviço: este tipo de estratégia aposta que a melhora no nível de serviço aos clientes se reflete em maiores receitas. E que a receita cresce mais do que os custos logísticos envolvidos nesta melhoria. Esta estratégia geralmente é adotada em contraste à estratégia da concorrência.

Podemos notar com clareza que a utilização de operadores logísticos pode compreender os três objetivos estratégicos acima descritos. Conforme discutido, a melhoria no serviço ao cliente normalmente é o objetivo mais difícil de ser alcançado, sendo necessário um forte trabalho de cooperação e troca de experiências entre o contratante do serviço e o operador logístico.

No modelo a ser desenvolvido, iremos discutir profundamente cada um destes objetivos e notar a correlação entre eles.

2.4 Etapas de Cadeia de Suprimento considerada

Para estruturarmos o problema de forma mais clara e detalhada, vamos definir as etapas da cadeia de suprimentos considerada.

Como estamos tratando de um modelo de distribuição, as etapas anteriores ao produto estar disponível no CD central não nos interessam, pois não interferem nesta decisão.

Vamos mais uma vez esclarecer que a fábrica e o CD central estão localizados no mesmo espaço físico, logo o modelo será construído considerando que os produtos estão no CD central.

Portanto, as etapas envolvidas no modelo serão:

- **Transporte Primário ou Transferencia de produtos**

Trata-se do transporte de produtos do CD central para os demais CDs, também chamados de CDs regionais. Este transporte é feito através de carretas, que são caminhões de grande porte. As principais características deste transporte são: grandes cargas e grandes distâncias. As carretas utilizadas, em sua maioria, têm capacidade para 26 paletes. Os paletes são unidades de movimentação e constituem "blocos" de caixas de produtos (padrão dimensional: base de 1 m² e 1,2 m de altura). Eles permitem agilidade e otimização na utilização de recursos na movimentação, transporte e armazenagem de produtos.

Cada paleta com produto tem, em média 850 quilogramas. Portanto uma carreta transporta aproximadamente 22 toneladas de produto.

• Armazenagem

Após o transporte de produto até o CD regional, este é descarregado e armazenado até que haja um pedido do varejo. Cada CD tem uma estrutura para a operação de carga, descarga e armazenagem. As principais atividades de um centro de distribuição são:

- descarga: descarregar as carretas vindas do CD central e acondicionar os paletes no devido local
- movimentação: movimentação do produto dentro do CD. Especificamente para sorvetes, o produto é acondicionado na chamada câmara fria, que é o prédio devidamente isolado com evaporadores, que devem manter o ambiente em torno de -25°C .
- carregamento: carregar os caminhões que farão as entregas no varejo. Este carregamento é feito em caixas e não mais em paletes. Por este motivo existem paletes fracionados no CD, o que, a princípio não causa problema, a não ser a parte de controle.

Além destas atividades, existem inúmeras outras atividades administrativas como controle de estoque, controle de recebimento e saída de mercadorias, emissão de notas fiscais, etc.

• Distribuição

Este é o transporte do CD regional até o varejo. Após os pedidos serem separados no CD e carregados no caminhão, as entregas são feitas. Os caminhões utilizados neste tipo de transporte são de menor porte e menor capacidade. Eles irão percorrer distâncias curtas e fazer muitas paradas para as entregas no varejo.

Como podemos notar temos 3 etapas claramente definidas neste processo. Estas etapas serão custeadas e serão os parâmetros do modelo matemático.

2.5 Ciclo do Pedido

Vale a pena descrever o ciclo de um pedido com detalhes. Esta descrição vai nos ajudar a identificar pontos de lentidão, gargalos na operação e, principalmente, o impacto da malha logística neste fluxo.

Todo final de dia a equipe de vendas envia os pedidos retirados para uma central de processamento, que no nosso caso podemos considerar centralizada, fora dos CDs. Os pedidos são processados, ou seja, verifica-se se todas as condições estão satisfeitas, como crédito do cliente, desconto, estoque dos produtos solicitados, etc. Os pedidos que têm todas as condições adequadas seguem no processo, os que apresentam problemas serão processados em outra data se o problema não puder ser resolvido rapidamente, o que normalmente acontece, já que a equipe de processamento está treinada para isso. Este sistema já dá baixa nos estoques.

Os pedidos que tiveram todas as condições satisfeitas seguem para o sistema de distribuição, que irá agrupar os clientes em rotas, pela localização geográfica, de forma a otimizar os caminhões disponíveis. Este é o processo chamado de roteirização. Feito isso, as informações já estão disponíveis nos CDs, que iniciam a separação. Ou seja, iniciam o processo de buscar na câmara fria os produtos para carregar cada um dos caminhões planejados.

Uma vez carregados os caminhões e conferidas as cargas, as notas fiscais são emitidas e o caminhão vai fazer as entregas. Normalmente, saem duas pessoas por caminhão: um motorista e um ajudante. Isso tem o objetivo de agilizar as entregas e resolver problemas como regiões de trânsito proibido ou muito complicado.

Ao final do dia, a equipe do CD ainda deve receber as mercadorias devolvidas. Trata-se de mercadorias que, por algum motivo não foram recebidas pelo cliente. Estes motivos podem ser desde o cliente alegar não ter feito o pedido até não ter dinheiro em caixa no momento para pagar.

A figura 2.5 mostra o ciclo do pedido de uma operação típica:

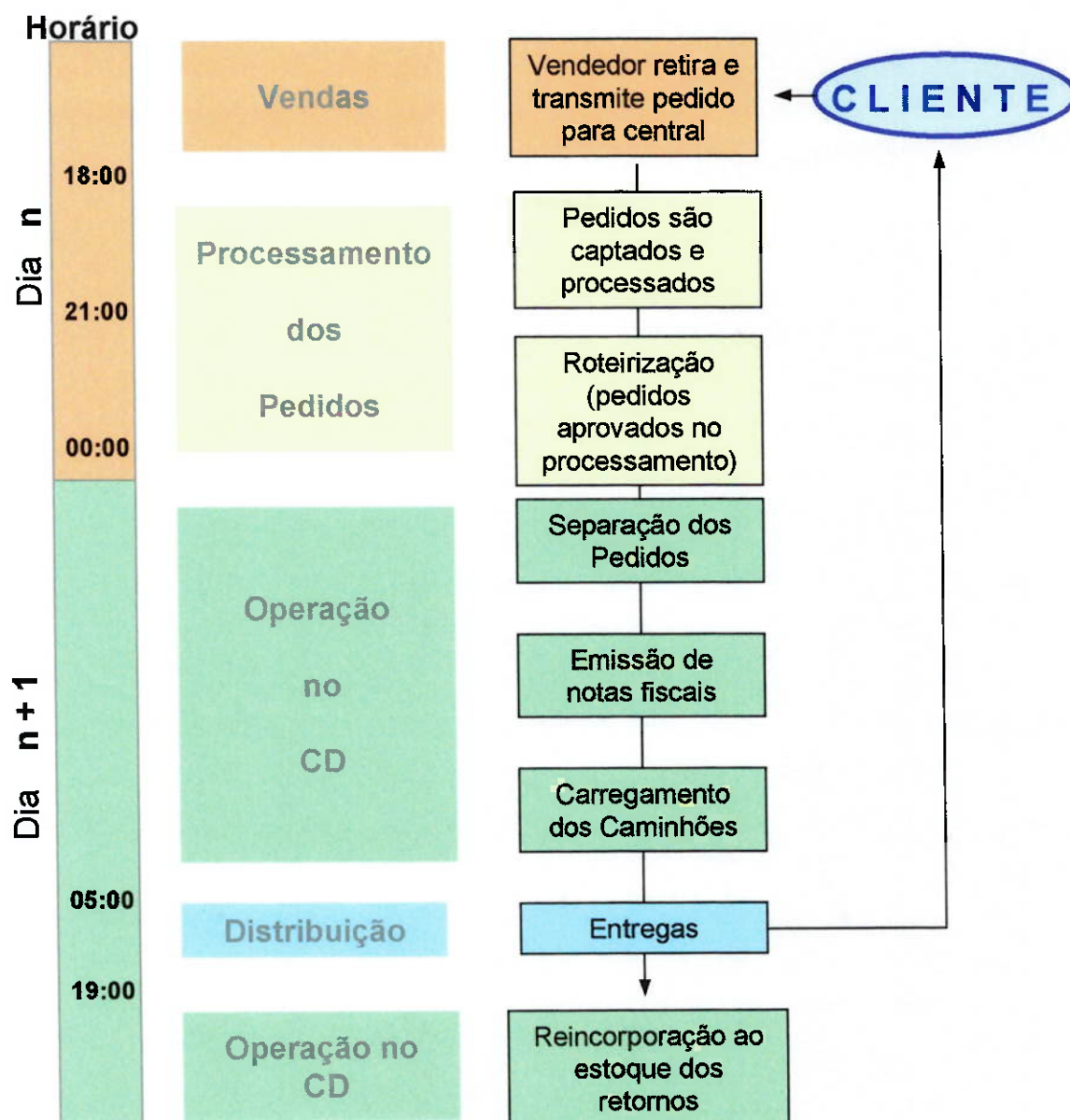


Figura 2.5 – Ciclo do Pedido

2.6 Malha Logística Atual

Conforme dito anteriormente, a malha logística atual para a operação do norte / nordeste conta com 10 CDs, sendo um deles, Recife, o CD que abastece todos os demais, além de sua área de cobertura.

Sempre que se refere a malha logística estamos nos referindo a distribuição direta. Não vamos considerar os distribuidores neste estudo, já que estes são atendidos a partir da fábrica, e levá-los em consideração neste estudo não altera em nada os resultados.

Vamos demarcar as áreas de atuação de cada CD. Desta forma teremos a atual configuração da malha logística. Basicamente temos um CD em cada capital, com exceção de João Pessoa. Isso se deve a dois fatores primordiais: distâncias e uma questão fiscal.

Muitas vezes a distância é uma barreira para atendermos uma área a partir de determinado CD. Na região considerada a distância é sempre um fator limitante para o atendimento.

Oura questão importante é a questão fiscal. O sorvete é um dos produtos nos quais a indústria paga o chamado ICMS substituto. O procedimento padrão é o pagamento de ICMS sobre o preço de venda, para quem se está vendendo.

Porém no caso do sorvete e outros produtos, o que ocorre é que a indústria paga o ICMS relativo ao preço de venda para o consumidor, e não o preço de venda ao varejo, que é menor. Por exemplo, imaginemos uma venda de 10 unidades de um produto no Estado de São Paulo, que tem alíquota de 18%. A indústria vende este produto para o varejo a 40 reais e o varejo revende ao consumidor por 50 reais. Se este produto tiver um valor de 30 para na indústria, temos os seguinte cálculos:

- ICMS da indústria: $18\% * (40-30) * 10 = 18$

- ICMS do varejo: $18\% * (50-40) * 10 = 18$

Este ICMS que o varejo deveria pagar, quem paga é a indústria, e ele tem o nome de ICMS substituto.

Obviamente isso está embutido nos preços, o problema se dá quando abastecemos um estado através de outro, por exemplo, imaginemos que tenho um CD no estado 1 vendendo produtos para o estado 2: quando emite-se uma nota fiscal de venda no estado 1, este estado recolhe o ICMS da indústria e do varejo, que deveria ser recolhido pelo estado 2, onde o varejo está localizado.

Pode haver alguma complicação quando pensamos em fechar um CD e abastecer um Estado a partir de um CD localizado em outro. Teríamos perda de arrecadação no Estado do qual o CD foi retirado. Algumas complicações jurídicas podem aparecer, como complicações para o atendimento ou cobranças compensatórias de imposto.

Este problema, de fato existe, porém não vamos nos preocupar com ele na condução deste trabalho. Já hoje temos maneiras legais de resolvê-lo, e ele não deve ser uma restrição ao modelo que se quer desenvolver. O que se pretende aqui é compreender os diversos aspectos envolvem a questão da malha logística e a formação da malha atual.

Desta maneira, vamos mostrar na figura 2.6 a área de cobertura de cada CD:

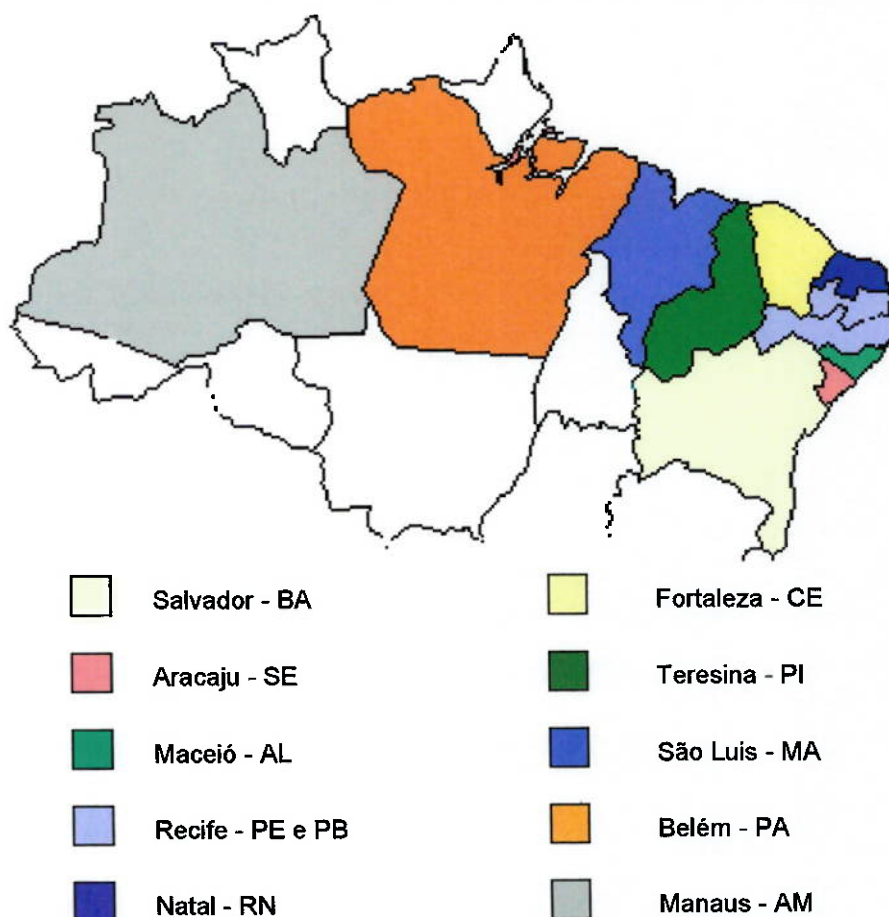


Figura 2.6 – Malha Atual: Área de Cobertura de cada CD

Vale lembrar que temos alguns distribuidores dentro desta área de cobertura dos CDs. Os distribuidores são atendidos pelo CD Recife e não são representativos nem em área nem volume.

2.7 Serviço ao Cliente

Existem muitas definições para o que vem a ser serviço ao cliente. As próprias empresas têm definições diversas para o assunto. Lambert; Stock (1993) consideram que serviço ao cliente, em termos gerais, pode ser considerado como a medida de o quão bom é o desempenho do sistema logístico em criar valor de tempo e localização do produto, incluindo suporte pós-venda.

Alguns elementos são destacados por Lambert; Stock (1993) como constituintes do serviço aos clientes:

- Disponibilidade: habilidade de disponibilizar itens nos prazos prometidos ou praticados em determinada indústria
- Serviço pós-venda e reposição: reposição rápida e eficiente de itens defeituosos e acompanhamento da satisfação do cliente
- Eficiente gestão de pedidos e queixas pelo telefone: serviço telefônico eficiente, realizado por profissional treinado, para informações e resolução de problemas dos clientes.
- Adequação do ciclo do pedido: eficiência, acurácia e simplicidade com que os documentos legais e interface com sistemas internos e dos clientes.
- Representantes técnicos competentes: treinamento, conhecimento e apresentação dos representantes com contato com os clientes.
- Tempo de entrega: tempo entre o recebimento do pedido do cliente e a entrega dos produtos solicitados.
- Confiança: comprometimento com os prazos estabelecidos com clientes e comunicação de problemas que possam alterar ou atrasar as entregas.

- Demonstração de Equipamentos: disposição para mostrar equipamentos para clientes, com ou sem contratos de compra.
- Disponibilidade de material publicitário

Destes elementos, os mais representativos para este trabalho são disponibilidade, tempo de entrega e confiança.

A disponibilidade se faz fundamental quando consideramos o negócio de sorvetes como um negócio de venda por impulso, ou seja, o consumidor é tomado por um desejo momentâneo, e devem tê-lo satisfeito no local e instante que queira.

Já o tempo de entrega, além de ser uma variável fundamental na disponibilidade dos produtos, é das variáveis mais importantes quando consideramos a construção de uma malha e a definição de uma estratégia logística.

Finalmente, confiança também é um elemento fundamental na relação da empresa com seus clientes, além de ter impacto real nos resultados do negócio, ao estar diretamente relacionada ao número de clientes e à eficiência da empresa em sua operação logística.

Neste trabalho, como estamos tratando da elaboração de uma malha logística, e não de sua operação, vamos considerar o tempo de entrega aos clientes como sendo o nível de serviço a ser oferecido ao cliente.

Posteriormente, devemos garantir que este tempo de entrega projetado possa ocorrer de forma eficiente e confiável. Porém, isto não é parte do escopo deste trabalho e estes elementos do serviço ao cliente não serão considerados.

Ballou (1998) considera que o planejamento logístico se define a partir de três decisões primárias de localização, estoques e transporte, sendo o serviço ao cliente o resultado destas decisões. A figura 2.7 ilustra o triângulo referido:



Figura 2.7 – Triângulo do Planejamento Logístico

2.7.1 Tempo de Entrega

Tempo de entrega é um dos pontos mais relevantes para este estudo, tanto por ter impacto direto na malha logística como por se tratar de uma decisão estratégica da empresa. O nível de serviço oferecido por ela tem influência direta em seu sucesso e sobrevivência.

Conforme discutido anteriormente, numa operação de sorvetes, temos o varejo com um estoque bastante baixo e uma necessidade de reposição contínua.

A frequência de visita aos clientes, ou seja, a frequência com que um vendedor da Kibon vai até o cliente retirar pedidos varia conforme alguns parâmetros, dentre os quais os mais importantes são:

- número de freezers no cliente
- tamanho dos freezers no cliente
- localização do cliente
- potencial do cliente (classificação pelas vendas)

Atualmente temos as seguintes frequências de visita:

- quinzenal
- semanal
- 2 vezes por semana
- 3 vezes por semana

As mais comuns são semanal e 2 vezes por semana. Devemos destacar aqui a existência de áreas mais afastadas dos CDs. Estas áreas são atendidas de forma sincronizada, ou seja, quando o vendedor visita esta região mais afastada, todos os clientes da região são visitados.

Isso é feito pela consolidação da carga no transporte de distribuição. Não valeria a pena deslocar um caminhão para uma região mais afastada sem que este tenha um volume mínimo, que ao menos cubra os custos da entrega.

Como devemos sempre tentar manter as conservadoras (freezers) cheios de produtos, para que possamos disponibilizar nosso produto no momento do impulso de desejo do consumidor, as entregas são feitas sempre um dia após a visita do vendedor. Os pedidos retirados no dia n são entregues no dia $n+1$, salvo exceções.

Entre estas exceções, as mais relevantes são:

- pedidos não conformes: pedidos que foram barrados no processamento. Entre os diversos motivos, pode-se destacar: cliente sem crédito, desconto concedido pelo vendedor não está aprovado pela gerência, não há produto em estoque, etc.

- data marcada: este é um recurso bastante utilizado em algumas indústrias de bens de consumo. Ele consiste no pedido do cliente com uma data futura para a entrega, ou seja, o pedido é feito no dia n , mas não será entregue no dia $n+1$, será entregue no dia desejado pelo cliente. Este recurso, porém, é muito pouco utilizado na venda de sorvetes.

- clientes em rotas longas: conforme descrito anteriormente, existem clientes distantes dos CDs. Para atendê-los são utilizadas as chamadas rotas. As rotas são caminhos pré definidos os quais o caminhão percorre com uma certa periodicidade. Estas rotas mais longas serão discutidas em detalhes mais adiante.

- domingos: normalmente não são feitas entregas aos domingos. Os pedidos de sábado são entregues na segunda-feira.

Destes motivos, o único que não é uma exceção ao processo são as rotas, ou seja, os clientes de rota, mesmo que tenham seus pedidos processados e checados sem problemas, muitas vezes não serão atendidos no dia seguinte, que é a regra para os demais clientes.

Cabe uma discussão mais aprofundada sobre as rotas, já que estas causam impacto na malha logística e na operação de distribuição.

2.7.1.1 Rotas Longas

Temos alguns clientes bastante distantes dos CDs que os atendem. Um bom exemplo disso é o Estado de Pernambuco. Podemos notar que existem cidades no interior que estão a muitos quilômetros de distâncias de Recife, onde se localiza o CD que atende o estado.

Na figura 2.8, podemos visualizar o exemplo da cidade de Petrolina, distante 770 quilômetros de Recife.

Nestes casos, o atendimento é feito com caminhões maiores, que chegam a passar uma semana viajando na rota de entrega. Podemos perceber a importância da sincronia de vendas com a distribuição. Jamais poderíamos enviar um caminhão para uma rota deste tamanho com pouco volume de entregas. É necessário que se consolide um número mínimo de pedidos para que o caminhão possa realizar a rota.

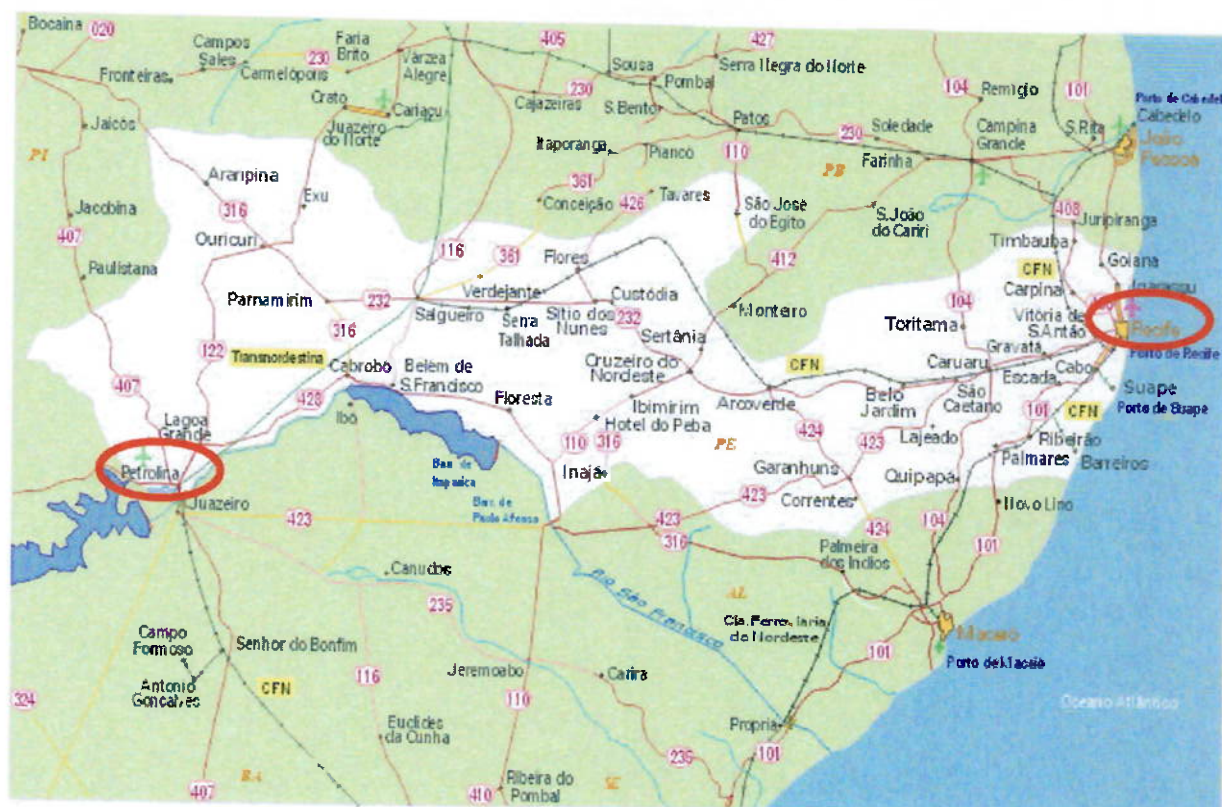


Figura 2.8 – Exemplo da Rota da cidade de Petrolina no estado de Pernambuco.

Fonte:

BRASIL.Ministério dos transportes. **Mapa Rodoviário do Estado de Pernambuco** Escala 1:4.960.000

Disponível em :<http://www.transportes.gov.br/bit/estados/iport/pe.htm>

Acesso em: 15 de nov. de 2001

Devemos esclarecer que a rota envolve várias cidades. O caminhão que realiza a rota de Petrolina, por exemplo, certamente abastece outras cidades, como Salgueiro e Arcoverde por exemplo.

É também importante destacar que o tipo de caminhão que realiza as rotas não é o mesmo que faz as entregas na cidade. Trata-se de um caminhão maior, devido a sua possibilidade de consolidação de carga. Este ponto será discutido em detalhe no item 2.8.

Pode então ocorrer o seguinte questionamento: se existem lugares assim tão distantes, então porque não montar um centro de distribuição mais próximo deste pontos de demanda.

Esta é uma discussão bastante interessante, pois não se trata simplesmente de uma resposta matemática ou do resultado de cálculos. Neste momento estamos tomando decisões para o negócio. A função da logística é fornecer as análises mais completas possíveis para que a decisão acertada possa ser tomada.

Quando pensamos, por exemplo, na abertura de um CD na busca de melhores níveis de serviço, estamos pensando apenas em um dos lados de uma questão multifacetada.

Algumas outras questões começam a surgir:

- Qual seria o custo para abrir este CD?
- Qual seria o custo para operar este CD?
- O volume que este novo CD atenderia é suficiente para justificar a existência de um CD?
- A região a ser analisada tem potencial de crescimento? Ela é uma região estratégica para o negócio?

Notamos que a decisão está longe de ser simples. Muitos aspectos influem quando analisamos a melhoria do nível de serviço e o impacto disto nos custos. Esta discussão será retomada na análise dos resultados do modelo.

2.8 Roteirização

É importante explicitar aqui a relação entre a equipe de vendas e a área de logística. Como os clientes recebem as mercadorias solicitadas sempre no dia seguinte, salvo exceções descritas no item 2.6.1, a eficiência da equipe de distribuição está intimamente ligada ao chamado *plano de campo*.

O plano de campo consiste, em última instância, da montagem do roteiro diário de cada vendedor. O problema a ser resolvido pelo plano de campo é o seguinte: dados os clientes, seus volumes de compra e suas freqüências de visitação, quer se definir o número ideal de vendedores, alocá-los nos clientes, de forma que todos tenham um número equilibrado de clientes e cubram uma determinada área. Isso tudo dadas algumas premissas de freqüência de visitação por cliente e número de visitas diário por vendedor.

Pois bem, fica fácil notar que um plano de campo deficiente acarreta numa distribuição ineficiente.

O roteiro de um vendedor pode ser o roteiro do caminhão no dia seguinte. Na verdade, a probabilidade de reposição, ao menos parcial, entre um e outro é relativamente alta, se o roteiro do vendedor estiver bem montado.

Para entendermos melhor a roteirização, vale lembrar do ciclo do pedido (figura 2.4). A roteirização é feita após os pedidos terem sido checados e estarem com todos os parâmetros (descontos, prazos, produtos em estoque, etc.) prontos.

No momento em que temos todos os pedidos que serão entregues, a roteirização pode iniciar. A idéia é utilizar os caminhões e a equipe de entrega de forma otimizada, ou seja, o roteirizador buscará o menor número possível de caminhões –e equipes de entrega - e o melhor roteiro possível para cada um deles, dadas algumas restrições que serão posteriormente discutidas.

O resultado da roteirização são listas, para cada caminhão, com os clientes nos quais eles farão as entregas e a ordem em que as entregas devem ser feitas.

Este roteiro é o melhor possível, por isso se disse que a sobreposição entre os roteiros dos caminhões e dos vendedores será tanto maior quanto a qualidade do roteiro do vendedor.

Outro fator ainda tem grande influência nesta sobreposição, que é a chamada taxa de positividade. Esta taxa nada mais é do que a porcentagem de clientes que efetuou pedido em determinado dia no roteiro de um vendedor. Logo, se um vendedor tem 25 clientes no seu roteiro e apenas 20 fazem pedido, ele tem uma taxa de positividade de 80%.

É importante dizer que o plano de campo não é levado em consideração pela roteirização. Ela simplesmente otimiza os recursos para a operação de entregas, ou seja, não importa qual cliente foi visitado por qual vendedor, o roteirizador montará os roteiros de forma a minimizar o custo da operação de distribuição.

A figura 2.9 mostra os roteiros de 2 vendedores e dois roteiros entrega de caminhões. Este é o exemplo de roteiros de vendedores e caminhões não coincidentes. Os pontos fora dos roteiros dos caminhões são clientes que não efetuaram pedido.

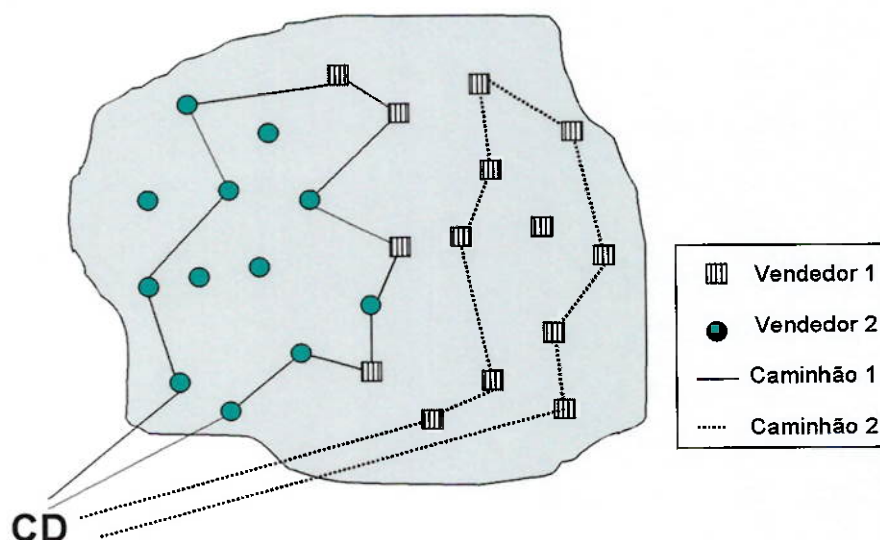


Figura 2.9 – Roteiros de vendedores (plano de campo) e caminhões (roteirização)

A roteirização tem como ponto de partida e chegada do roteiro o CD onde o caminhão é abastecido.

Como se pode imaginar este problema é bastante complexo dado a quantidade de pontos, caminhões e, conseqüentemente, roteiros.

Novaes (1989) faz um apanhado dos problemas típicos de roteirização, das principais técnicas de resolução e suas dificuldades.

O problema de roteirização é característico por conter muitos detalhes e restrições. Para uma roteirização ter resultados satisfatórios, ela deve levar em consideração muitos parâmetros e restrições, entre os quais devemos destacar:

- quantidade de pedidos
- tamanho de cada pedido
- localização dos clientes
- horário de recebimento dos clientes
- frota disponível para entrega
- capacidade de carga de cada veículo
- custo de entrega
- jornada de trabalho da equipe de entrega

Além disso, detalhes como mãos de direção das ruas também se fazem necessários quando buscamos melhorias na roteirização. Pode-se notar que o processo de roteirização necessita de freqüentes atualizações em seu banco de dados como mudanças de mãos de direção de ruas, novas vias, vias interditadas, restrições dos clientes, etc.

Este processo é bastante dinâmico e depende da comunicação das equipes de entrega (motoristas e ajudantes) com os responsáveis pela roteirização. Corre-se o risco de se começar a obter resultados ruins na roteirização devido a esta falta de atualização dos parâmetros utilizados.

2.9 Tipos e características do transporte

Os veículos para o transporte dos produtos são diferentes de acordo com a finalidade e característica da cada transporte.

A tabela 2.2 mostra, de forma resumida, as vantagens e desvantagens de cada modal de transporte.

Descrição	Custo / kg	Vantagens	Desvantagens
Aéreo		Rapidez Confiança	Baixa capacidade Custo
Rodoviário leve (Caminhonetas ou utilitário)		Agilidade Flexibilidade	Peq. raio de ação Baixa capacidade
Rodoviário pesado (Caminhões e carretas)		Raio de ação Disponibilidade	Pouca flexibilidade Espaço interno
Ferrovário		Alta capacidade Raio de ação	Nec. infra-estrutura Inflexibilidade
Marítimo		Custo Capacidade	Velocidade Nec. infra-estrutura

Tabela 2.2 – Comparação entre os modais de transporte

Fonte: consultoria A.Sapiens : Material do curso de Ferramentas de Supply Chain

Vamos nos ater à análise do que consta na tabela como rodoviário leve e rodoviário pesado.

Rodoviário Pesado

Características: transporte de grandes volumes de carga em grandes distâncias, baixo custo por quilograma de carga, pouca flexibilidade, disponível facilmente

Notamos que o rodoviário pesado é o caso das transferências de produto do CD Recife para os demais CDs.

Neste caso, temos um transporte simples de longa distância. Fala-se em simplicidade do transporte porque a tarefa de quem presta este serviço ou realiza esta atividade é simplesmente retirar a carreta carregada de um local e levá-la a outro. Não há necessidade de especialização e mão de obra muito especializada.

Por este motivo, é mais fácil conseguir empresas que prestam este serviço de forma satisfatória. Este tipo de transporte não necessita de muita flexibilidade, justamente por ter que simplesmente transportar uma grande quantidade de mercadoria de um ponto a outro.

Este tipo de transporte é feito por carretas com capacidade para 22, 26 ou até 28 paletes, sendo as carretas de 26 paletes as mais comuns. Já se começa a cogitar a utilização dos chamados bitrens para o transporte de longa distância.

Os bitrens são carretas que levam mais um compartimento de produtos preso em sua carroceria. Deste modo em uma única viagem pode-se levar não mais 26, mas 42 paletes. Um aumento de 62%.

O que se busca é redução de custos através de ganhos de escala, que será discutido no próximo capítulo.

Rodoviário Leve

Características: transporte de pequenos volumes de carga em curtas distâncias, alto custo por quilograma de carga, flexibilidade, difícil disponibilidade

Este é o transporte utilizado para as entregas no varejo. É necessário um transporte mais flexível e mão de obra mais especializada e treinada. Isso porque a complexidade desta operação envolve o conhecimento da área na qual se opera, a separação dos produtos no caminhão para as entregas no clientes, o contato com os clientes, o manuseio do produto e seus devidos cuidados, o acondicionamento dos produtos nas conservadoras, recebimento de pagamentos, entrega de boletos bancários, entre outras coisas.

Além da maior necessidade de mão de obra especializada, os veículos utilizados devem ter o tamanho adequado, que é função do volume médio de uma rota de entregas, da flexibilidade do veículo para rodar dentro de centros urbanos, legislações, etc.

Bons exemplos disso são as rotas urbanas e as rotas para o interior dos Estados, que são mais longas. Os veículos utilizados para as entregas urbanas são de menor porte, já os veículos para as rotas maiores, nas quais o caminhão irá rodar muitos quilômetros e ficar mais de 2 dias na rota, são utilizados caminhões maiores. Através deles pode-se consolidar carga e obter ganhos de escala.

Em particular, para os caminhões de entrega de sorvetes, é utilizado o baú frigorífico. Os baús são os compartimentos que são fixados na carroceria dos caminhões e são responsáveis pela manutenção de temperatura do sorvete durante o período de entregas.

Existem muitos modelos de baús frigoríficos e também diferentes tecnologias. As duas principais tecnologia empregadas são as placas eutéticas e os termoquins.

As placas eutéticas são grandes placas, geralmente de plástico que contém a chamada solução eutética. Esta solução é congelada quando o baú é ligado na eletricidade, e tem a característica de se manter congelada por um longo período.

Estas placas são colocadas nas paredes e no teto do baú e fazem a tarefa de manter o baú na temperatura adequada. Porém, o trabalho da equipe de entregas deve ser eficiente, de modo a não “perder o frio” do baú. Esta operação se torna crítica no verão, quando temos caminhões com muitas entregas e a temperatura do meio externo é bastante elevada, facilitando a troca térmica entre o meio externo e o interior do baú.

Outros cuidados ainda devem ser observados: semanalmente deve haver o degelo do baú. Este degelo tem dois principais objetivos. O primeiro é o de limpeza. Com a operação de degelo, ocorre também uma limpeza geral do baú. O segundo objetivo é técnico. A camada de gelo que se forma nas paredes e no teto do interior do baú servem de isolante para as placas eutéticas, fazendo seu rendimento cair bastante e trazendo risco para os produtos.

Outra tecnologia utilizada nos baús frigoríficos são os termoquins. Eles são equipamentos frigoríficos localizados na extremidade do baú, normalmente sobre a cabine do motorista. Os termoquins são pequenos evaporadores que jogam ar resfriado para o interior do baú. Eles funcionam ligados ao motor do caminhão e são mais freqüentemente encontrados em baús maiores, aqueles utilizados nos caminhões que realizam as maiores rotas. Os termoquins são também o equipamento presente nas carretas frigoríficas.

O fato de os termoquins serem utilizados nos caminhões das maiores rotas tem seu motivo. Como as placas eutéticas necessitam de energia elétrica para serem congeladas, e as rotas chegam a durar até uma semana, isso significa que o caminhão necessitaria de uma fonte de energia para que as placas fossem ativadas, o que nem sempre é possível. Por esta razão, opta-se por baús com termoquins para as maiores rotas.

Vale dizer, a título de curiosidade, que muitas vezes, em rotas de dois ou três dias, alguns caminhões de placas eutéticas conseguem a fonte de energia elétrica necessária em postos de combustível, nos quais os caminhões costumam abastecer.

2.9.1 Equipamentos de transporte

Os equipamentos utilizados para as transferências são as carretas de 22, 26 e 28 paletes, sendo as de 26 as mais comuns. Estas carretas são bastante comuns mercado. Elas são equipadas com os chamados termoquins,

equipamentos que mantêm o compartimento resfriado a -25° C (ver item 2.8 *Tipos e características do transporte*).

Já os caminhões para a distribuição mais comuns são os das marcas Ford e Mercedes Benz. Nos modelos Ford F12000, Ford F14000, MB 712, MB 912, MB 914.

Em relação aos veículos para as rotas maiores, os modelos mais comuns são os MB1113 e MB 1313. Vale dizer que estes caminhões representam a minoria da frota, havendo apenas 3 veículos deste porte na frota de 68 veículos das regiões Norte e Nordeste.

Nestes veículos são montados os baús frigoríficos, que foram previamente descritos no item 2.8. As principais marcas de baús frigoríficos utilizados para entregas de sorvete são: Coldcar, Increal e Recrusul.

Os baús utilizados nos veículos modelo Ford 12000 e F14000 têm dimensões de 5,3 metros de comprimento por 2,5 m de largura, já os utilizados nos demais veículos têm dimensões um pouco menores: 4,5 m de comprimento por 2,3 m de largura. Todos têm 1,7 m de altura. Estes baús têm capacidade de 2000 litros de sorvete.

3. CONSTRUÇÃO DO MODELO

Neste capítulo vamos estudar as ferramentas existentes para se fazer um estudo de localização de centros de distribuição, construir o modelo matemático, escolher a ferramenta que poderá resolvê-lo e verificar sua consistência através dos dados e da configuração atual.

3.1 A abordagem do problema de localização

Existem muitas técnicas e abordagens para os problemas de localização de instalações. Vamos citar as mais importantes e utilizadas e escolher a mais adequada para este trabalho.

Em primeiro lugar, os problemas de localização são divididos em localização de uma única instalação e de múltiplas instalações. Como o problema descrito neste trabalho permite que se encontre mais de um centro de distribuição, estamos classificados no segundo caso.

Ballou (1998) faz uma classificação das possíveis abordagens para os problemas de localização de múltiplas instalações. Ele descreve três métodos para a resolução deste tipo de problema:

- Exatos: os métodos exatos são aqueles capazes de nos fornecer soluções ótimas ou com acurácia conhecida. Entre eles, os mais comuns são:

Múltiplos Centros de Gravidade: calcula n centros de gravidade para uma distribuição de demanda. Apesar de ser otimizante, demanda muito tempo e recursos para sua resolução devido ao enorme número de combinações possíveis.

Programação Inteira Linear Mista: tem grandes vantagens como lidar com custos fixos de forma ótima, ao mesmo tempo que com os custos variáveis. Pode tomar algum tempo para rodar uma solução e não pode utilizar função não-lineares.

*P-Mediana*s: um tipo de programação linear inteira mista, que geralmente consome menos recursos computacionais. Trabalha com as coordenadas dos pontos de demanda, porém não nos fornece o número ótimo de CDs. Dado o número de CDs desejado, a malha é otimizada.

- Simulação: esta abordagem aposta na maior capacidade de descrever a realidade, em relação aos métodos exatos. A principal desvantagem dos métodos de simulação é não serem otimizantes e não possibilitar ao analista saber o quão perto do ótimo a solução testada está. Também utiliza bastante tempo e memória computacional.

- Heurística: são princípios ou conceitos que reduzem o tempo para se encontrar uma solução. Estes métodos são não-otimizantes, porém se utilizam de menos recursos computacionais e têm uma boa representação da realidade.

O método que iremos nos utilizar será um modelo de programação inteira linear mista, por nos possibilitar a identificação da malha logística otimizada para o problema proposto e preencher os requisitos de trabalhar com custos fixos e variáveis de forma ótima. Este modelo nos permitirá, além de o conhecimento da malha otimizada, a simulação de outras malhas e a avaliação de custos e riscos de cada alternativa. O inconveniente de uma alta utilização de recursos computacionais não será observado, já que temos um problema relativamente pequeno, com apenas uma fonte de suprimento, uniproduto e poucos pontos candidatos e de demanda.

Winston (1995) classifica este problema como um problema de custos fixos de programação inteira mista, esta característica provem da variável inteira poder assumir somente os valores 0 e 1, para abertura e fechamento do CD.

O modelo a ser construído deve ser devidamente caracterizado. Além de ser um modelo de localização de múltiplas instalações, ele é um modelo cujos pontos que possuem um CD são pontos de transbordo do volume do sistema, já que recebem o volume da fábrica e o enviam aos pontos de demanda de sua área de cobertura. Além disso, não há justificativa para desagregar o volume total em linhas de produto, já que as características são semelhantes e todos serão supridos de um único ponto que é a fábrica de Recife.

3.2 Formulação matemática

Definido o modelo, podemos fazer sua formulação matemática.

Vamos, primeiramente, definir os índices, parâmetros e variáveis do modelo.

Índices

f.....fábrica de Recife
j.....Centros de Distribuição
k.....mercados (cidades com volume)

Parâmetros

CusTr.....Custo de transferência por litro por km
CusD.....Custo de Distribuição por litro por km
CVArm_j.....Custo Variável de Armazenagem por litro do CD j
Fix_j.....Custos fixos do CD j (Armazenagem, Transferência e Distribuição)
distF_j.....distância do CD j à fábrica
distM_{jk}.....distância do mercado k ao CD j
Dem_k.....demanda do mercado k
Cap_j.....Capacidade do CD j

Variáveis

Trns_j.....Volume em litros transferido da fábrica ao CD j
Distrb_{jk}.....Volume em litros distribuído pelo CD j ao mercado k
Z_j.....assume valor 1 se CD j for aberto e o caso contrário (variável binária)
CT.....Custo total da operação

$$\begin{aligned} \min CT = & \sum_i \sum_j CusTr_i * Trns_j * distF_j + \\ & \sum_j \sum_k CusD_j * Distrb_{jk} * distM_{jk} + \\ & \sum_j \sum_k (CVArm_j * Distr_{jk} + Z_j * Fix_j) \end{aligned}$$

Restrições

Restrição de Atendimento da Demanda no mercado K

$$Dem_k \leq \sum_j Distrb_{jk}; \forall k$$

Restrição de Capacidade do CD

$$Cap_j \geq \sum_j Trns_j; \forall j$$

Balanco de massa no CD

$$Trns_j = \sum_k Distrb_{jk}; \forall j$$

Não Negatividade

$$Trns_j \geq 0; \forall j$$

$$Distrb_{jk} \geq 0; \forall j, k$$

$$Z_j \begin{cases} 1, \text{ se CD } j \text{ ficar aberto} \\ 0, \text{ caso contrário} \end{cases}$$

3.3 Implementando o modelo

Para podermos implementar a formulação matemática descrita no item anterior, devemos escolher um programa no qual se possa construir e rodar um modelo matemático.

O programa escolhido foi o *What's Best*, que é um programa de otimização linear, e que permite a utilização de planilhas eletrônicas. O modelo foi desenvolvido em planilhas do aplicativo Microsoft Excel, onde uma barra de ferramentas do *What's Best* é disponibilizada. Esta barra de ferramentas possui botões com as funções de:

- tornar uma célula variável ;
- identificar a célula que contém a função objetivo (que pode ser maximizada ou minimizada);
- construir restrições (igual, maior ou igual, menor ou igual);
- rodar o modelo;

Vale lembrar que a decisão a ser tomada pelo modelo é o número, localização e área de cobertura de cada CD.

Desta forma, a célula da função objetivo será a célula da soma total dos custos da operação, que deve ser minimizado. As células variáveis são as células binárias, associadas a abertura (1) ou não (0) de um CD em cada uma das cidades candidatas e as células de decisão de alocação de volume, trata-se de uma matriz na qual o volume de cada cidade é alocado na coluna correspondente ao CD que a atenderá.

Do mesmo modo as restrições descritas acima são construídas na planilha.

4. PARÂMETROS DO MODELO

Neste capítulo vamos detalhar os custos e analisar quantitativamente a operação atual, bem como definir os parâmetros para o modelo matemático.

O objetivo deste capítulo é responder às seguintes perguntas:

- Onde se localiza e qual o tamanho da demanda;
- Qual a distância entre os pontos de demanda e suprimento;
- Quais são os custos envolvidos nesta operação;
- Quais as correlações envolvidas com estes custos;

Os dados de volume e custos foram modificados por se tratar de informações consideradas confidenciais pela empresa, porém esta modificação não modifica em nada os resultados e análises deste trabalho.

4.1 Demanda

Primeiramente vamos mostrar onde se localiza a demanda e qual é a sua magnitude. Os dados envolvidos aqui são os volumes anuais de cada uma das cidades do Norte e Nordeste.

A localização das cidades foi obtida através da latitude e longitude (ver tabela 4.2).

Vale lembrar que os volumes aqui discutidos se referem ao ano 2000 e que de um total de 4.459.363 litros anuais, 539.411 litros são vendidos através dos distribuidores.

Segue a tabela 4.1 com os volumes associados a cada cidade. Só estão consideradas as cidades com atendimento direto. As cidades atendidas através dos distribuidores não constam da tabela e não farão parte deste estudo (ver item 1.2).

Cidade	Estado	Long.	Lat.	Vol (lts)	Cidade	Estado	Long.	Lat.	Vol (lts)
SAO CRISTOVAO	SE	37,20	11,01	2.082	CABELO	PB	35,17	7,00	10.724
PROPIRIA	SE	36,79	10,22	2.444	JOAO PESSOA	PB	34,88	7,12	154.461
LAGARTO	SE	37,65	10,90	3.223	SANTA ISABEL DO PARA	PA	47,69	1,33	2.995
NOSSA SENHORA DO SOCORR	SE	37,12	10,85	4.025	SALINOPOLIS	PA	47,33	0,62	8.296
ESTANCIA	SE	37,45	11,28	5.577	SANTAREM	PA	54,97	2,44	10.266
ARACAJU	SE	37,07	10,89	122.230	CASTANHAI	PA	47,95	1,33	10.538
MACAU	RN	36,63	5,10	1.843	ANANINDEUA	PA	48,31	1,18	36.229
SANTA CRUZ	RN	36,02	6,22	2.083	BELEM	PA	48,51	1,23	198.170
CEARA MIRIM	RN	35,43	5,66	2.237	TIMON	MA	42,88	5,10	4.115
PAU DOS FERROS	RN	38,20	6,10	2.947	SAO LUIS	MA	44,29	2,55	190.601
CURRAIS NOVOS	RN	36,52	6,27	3.327	PARAIPABA	CE	39,14	3,44	2.667
NISIA FLORESTA	RN	35,20	6,10	3.415	ITAPIOCA	CE	39,58	3,50	2.871
TIBAU DO SUL	RN	35,09	6,19	4.172	CASCVEL	CE	38,23	4,13	3.085
CAICO	RN	37,09	6,46	6.612	BEBERIBE	CE	38,14	4,19	3.575
MOSSORO	RN	37,34	5,19	28.291	PARACURU	CE	39,02	3,42	4.154
NATAL	RN	35,20	5,81	290.647	MARANGUAPE	CE	38,67	3,88	4.317
CAMPO MAIOR	PI	42,17	4,85	3.446	ARACATI	CE	37,74	4,56	7.479
FLORIANO	PI	40,97	6,78	4.582	AQUIRAZ	CE	38,37	3,91	7.969
PARNAIBA	PI	41,76	2,92	6.082	MARACANAUI	CE	38,60	3,86	11.630
PICOS	PI	41,48	7,08	8.072	SOBRAL	CE	40,35	3,70	16.170
TEREZINA	PI	42,79	5,08	119.194	CAUCAIA	CE	38,65	3,72	21.208
MORENO	PE	35,09	8,11	2.153	FORTALEZA	CE	38,53	3,77	636.258
LIMOEIRO	PE	35,42	7,87	2.345	CONCEICAO DO JACUIPE	BA	38,77	12,31	2.265
ARARIPINA	PE	40,51	7,56	2.507	SENHOR DO BONFIM	BA	40,19	10,46	2.296
SAO JOSE DA COROA GRANDE	PE	35,16	8,90	2.561	IRECE	BA	41,87	11,31	2.404
CARPINA	PE	35,26	7,84	2.603	ITABERABA	BA	40,29	12,49	2.528
TIMBAUBA	PE	35,32	7,50	2.718	MILAGRES	BA	39,87	12,90	2.566
AFOGADOS DA INGAZEIRA	PE	37,62	7,74	2.859	CRUZ DAS ALMAS	BA	39,09	12,67	2.591
ARCOVERDE	PE	37,06	8,43	3.600	DIAS D'AVILA	BA	38,29	12,62	2.762
SAO LOURENCO DA MATA	PE	35,01	8,00	3.814	JACOBINA	BA	40,53	11,15	2.863
PALMARES	PE	35,58	8,67	3.816	MATA DE SAO JOAO	BA	38,29	12,51	3.076
SERRA TALHADA	PE	38,30	8,00	4.141	SANTO ANTONIO DE JESUS	BA	39,28	12,97	4.478
SALGUEIRO	PE	39,14	7,93	4.168	JUAZEIRO	BA	40,51	9,44	4.796
ABREU E LIMA	PE	34,90	7,90	4.508	JEQUIE	BA	40,08	13,85	4.947
GRAVATA	PE	35,55	8,20	4.624	CANDEIAS	BA	38,53	12,67	5.584
TAMANDARE	PE	35,10	8,77	5.760	SIMOES FILHO	BA	38,40	12,79	6.534
IGARASSU	PE	34,90	7,83	5.936	ALAGOINHAS	BA	38,43	12,13	6.994
VITORIA DE SANTO ANTAO	PE	35,29	8,11	6.174	VALENCA	BA	39,07	13,36	8.100
ITAMARACA	PE	34,84	7,71	6.467	VITORIA DA CONQUISTA	BA	40,85	14,82	8.433
SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE	PE	36,22	7,94	6.785	PAULO AFONSO	BA	38,21	9,44	8.909
CAMARAGIBE	PE	34,99	8,03	7.403	VERA CRUZ	BA	38,59	12,95	8.937
GOIANA	PE	34,99	8,44	7.888	CAMACARI	BA	38,32	12,74	23.914
GARANHUNS	PE	36,48	8,99	10.973	FEIRA DE SANTANA	BA	38,96	12,28	31.302
IPOJUCA	PE	35,07	8,40	12.787	LAURO DE FREITAS	BA	38,32	12,90	37.388
PAULISTA	PE	34,87	7,93	19.742	SALVADOR	BA	38,51	13,00	496.757
PARNAMIRIM	PE	35,26	5,90	22.117	MANAUS	AM	59,67	2,95	188.688
CARUARU	PE	35,97	8,29	23.974	UNIAO DOS PALMARES	AL	36,04	9,15	1.292
PETROLINA	PE	40,51	9,40	29.310	SAO MIGUEL DOS CAMPOS	AL	36,10	9,79	2.296
OLINDA	PE	34,84	7,99	53.455	PALMEIRA DOS INDIOS	AL	36,64	9,42	2.935
JABOATAO DOS GUARARAPES	PE	35,01	8,11	106.247	MARECHAL DEODORO	AL	35,90	9,72	3.470
RECIFE	PE	34,88	8,06	521.359	PENEDO	AL	36,58	10,27	3.627
SOUZA	PB	38,22	6,77	2.302	RIO LARGO	AL	35,85	9,48	4.197
ITABAIANA	PB	37,43	10,68	3.252	MARAGOGI	AL	35,12	8,98	4.545
PATOS	PB	37,26	7,03	5.765	ARAPIRACA	AL	36,65	9,75	10.018
BAIA DA TRACAO	PB	34,95	6,68	5.902	MACEIO	AL	35,73	9,66	134.138

Tabela 4.1 – Volume anual em litros de sorvete por cidade

Vamos agora tentar fazer algumas análises nestes dados, de forma que possamos identificar as regiões de maior importância e as concentrações de volume.

Primeiramente, vamos analisar o volume por estado. Vale lembrar que alguns Estados não aparecerão no gráfico por serem atendidos através de distribuidores. O gráfico 4.1 mostra os volumes de cada um dos Estados considerados.

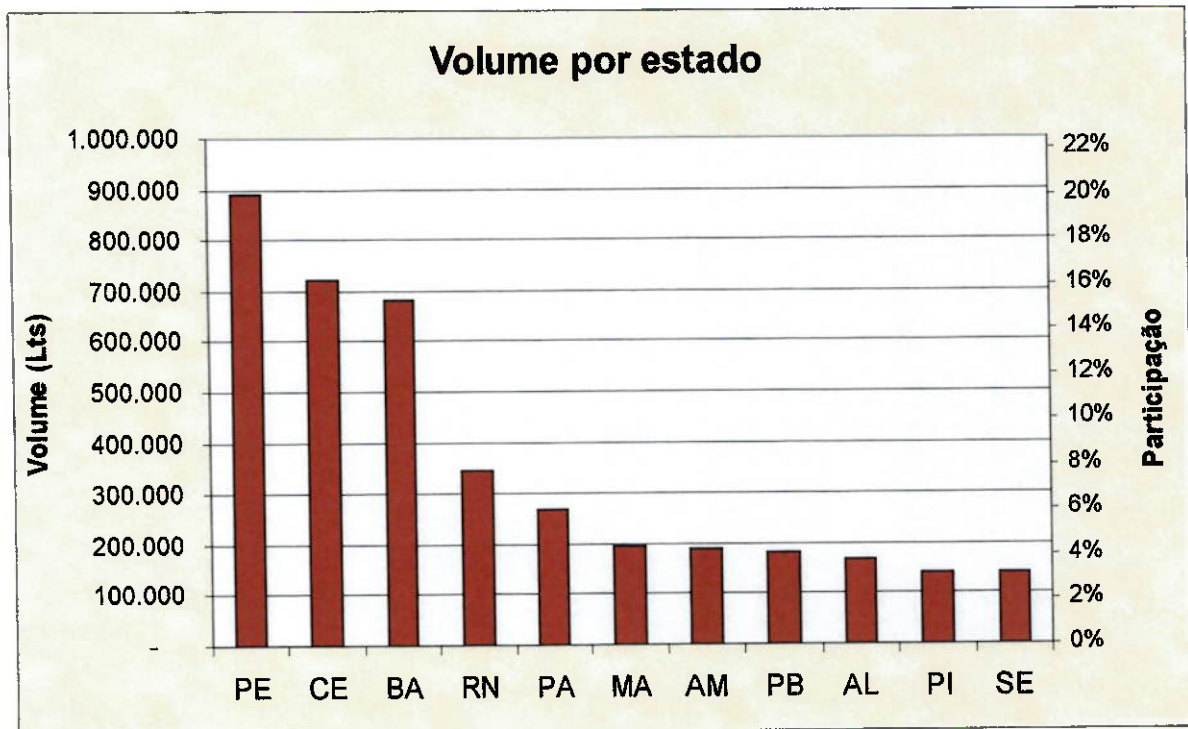


Gráfico 4.1 – Volume anual em litros e participação por estado

Notamos uma concentração nos Estados de Pernambuco, Ceará e Bahia. Estes 3 Estados somados respondem por 59% do volume total.

Vamos estudar agora o volume das cidades e a concentração existente. Para isso, vamos ordenar as cidades pelo volume e calcular suas participações no total do volume.

O gráfico 4.2 mostra a curva ABC de volume das cidades.

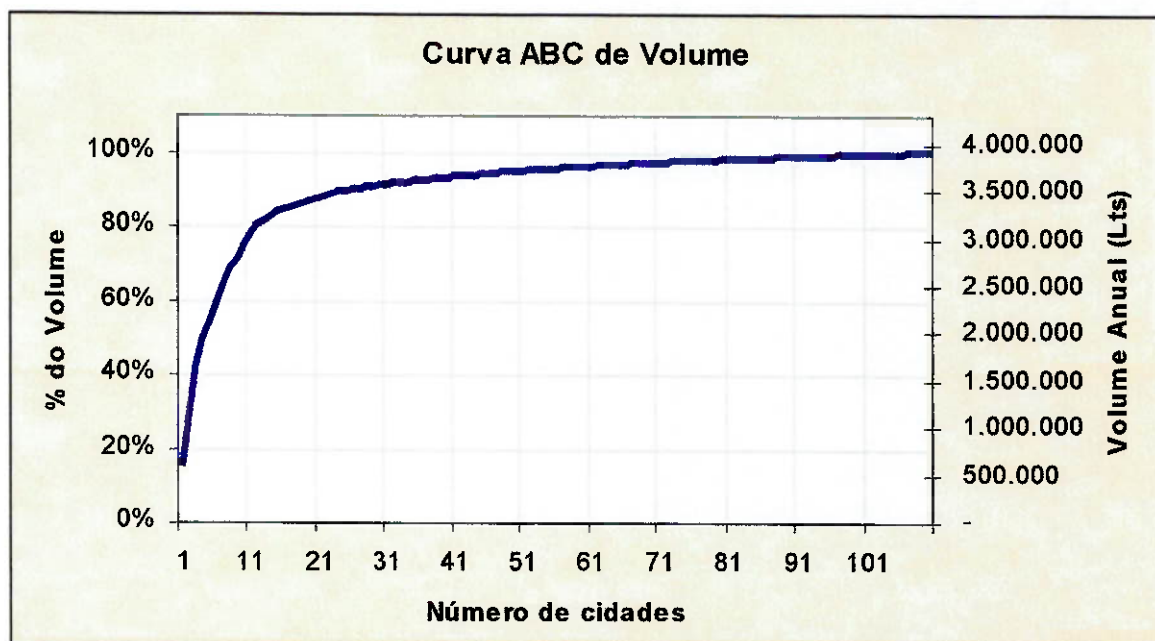


Gráfico 4.2 – Curva ABC do Volume por cidade

Notamos claramente uma forte concentração do volume. Há um pequeno número de cidades com forte participação no volume total.

De um total de 3.919.952 litros, podemos notar que 11 cidades concentram 78% do volume. Estas 11 cidades de maior volume são justamente as capitais dos 11 Estados considerados neste estudo. As 25 maiores cidades em volume respondem por 90% do volume da região. Mais uma vez, vale lembrar que não estamos considerando os distribuidores.

O gráfico 4.3 mostra estas 25 cidades de maior volume numa curva ABC.

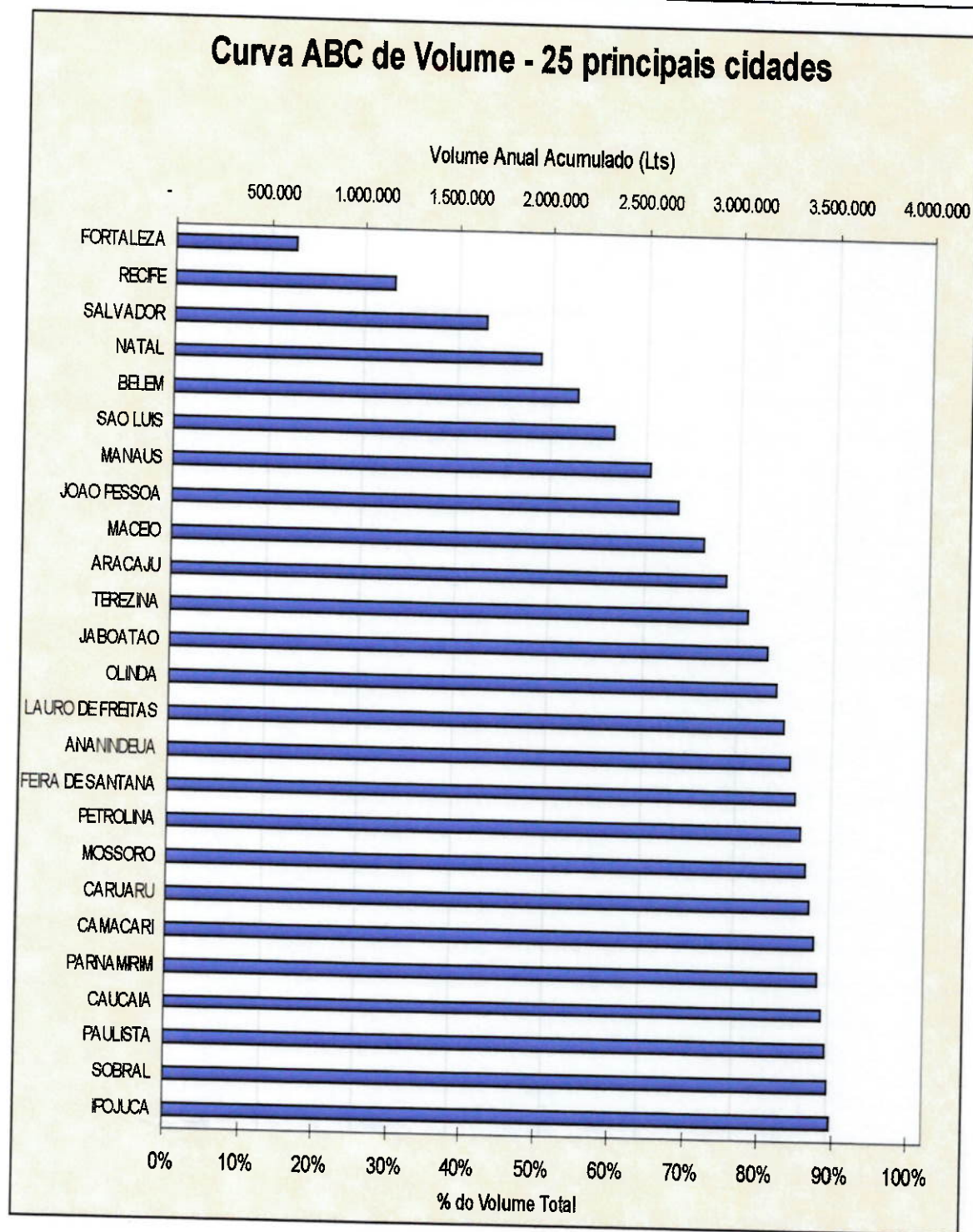


Gráfico 4.3 – Curva ABC das 25 maiores cidades em volume

Finalmente, podemos ter uma ótima percepção da distribuição da demanda através de um gráfico de dispersão com os volumes por cidade. A figura 4.1 nos dá a exata dimensão da dispersão da demanda, através de pontos classificados em faixas de volume:

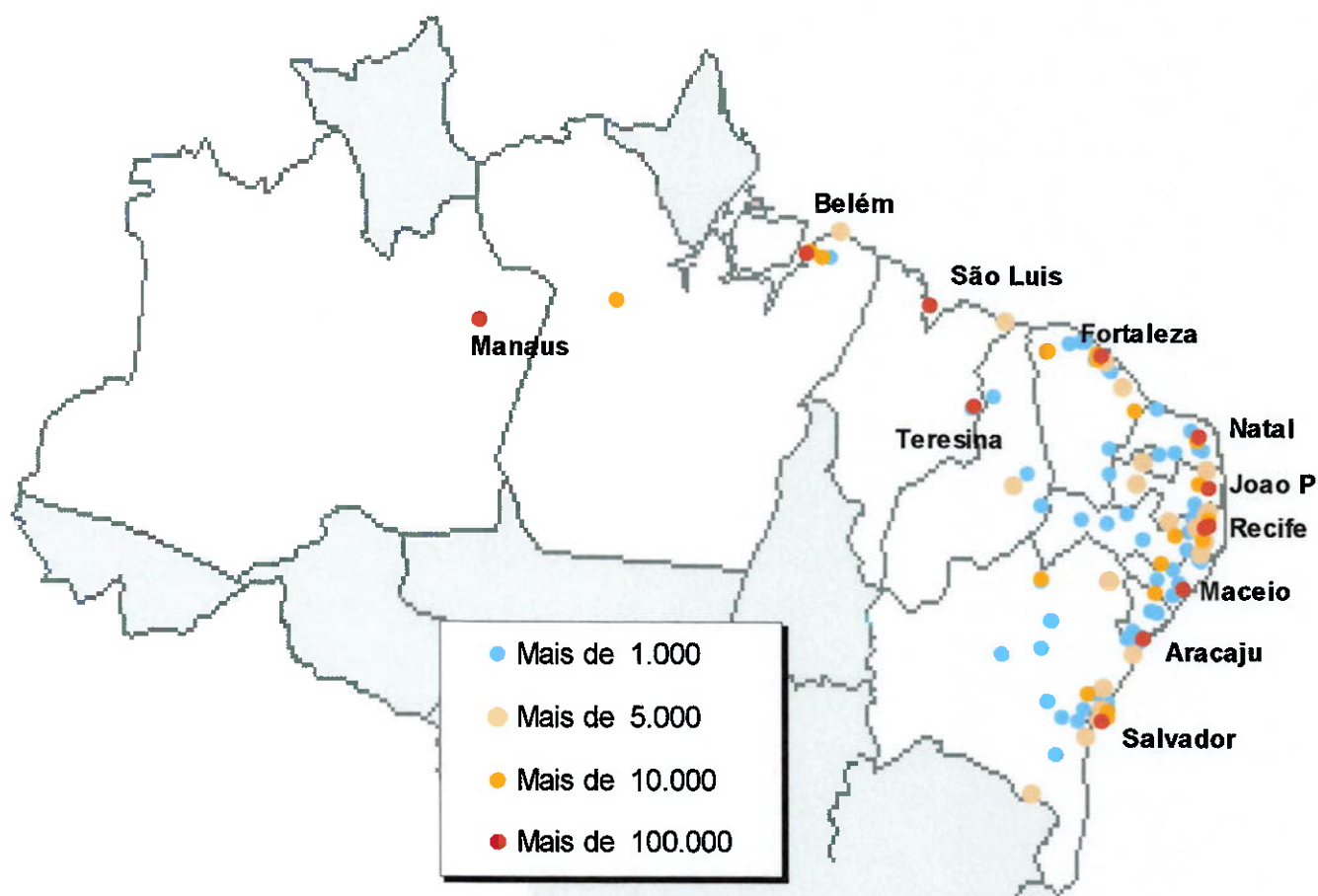


Figura 4.1 – Dispersão do Volume (em litros anuais)

Podemos observar uma forte concentração do volume nas capitais, que são os pontos com mais de 100 mil litros anuais. Além disso, notamos que o volume se concentra fortemente no litoral, com muito poucos pontos de grande volume no interior. As exceções são Manaus e Teresina, que são capitais de seus Estados.

Este fato é facilmente explicado através de uma análise socio-econômica da região. Sabemos que as regiões Norte e Nordeste são as regiões mais pobres do país. Isso, obviamente, reflete diretamente na demanda por bens de consumo. As capitais dos Estados concentram grande parte da população e da economia dos Estados, sendo o interior áreas mais pobres e menos populosas.

Isso reflete na forte concentração da demanda de um produto como sorvete nas capitais, uma vez que no interior, além de a densidade demográfica ser muito menor, o poder aquisitivo também decresce.

Para finalizarmos a análise da demanda, vamos tomar os dados do ano de 1999 e o primeiro semestre de 2001 e compará-los aos do ano 2000, com o objetivo de identificarmos tendências e migrações de volume.

O gráfico 4.4 mostra as participações dos Estados no volume total.

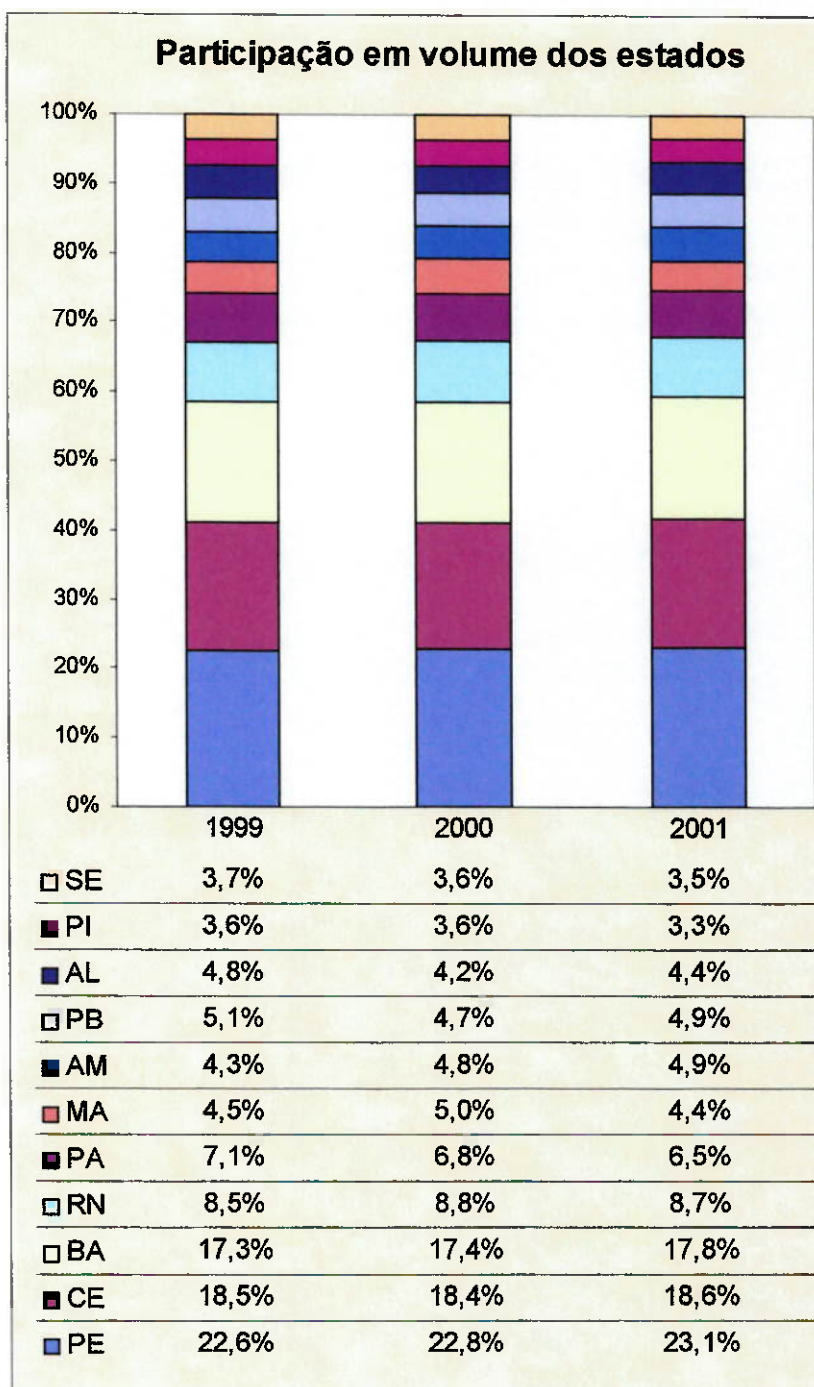


Gráfico 4.4 – Participação dos Estados no volume total da região.

Podemos notar que não há diferenças significativas entre as participações dos Estados entre um ano e outro. Por este motivo não vamos considerar nenhuma tendência de migração de volume entre os Estados da região em estudo.

Vale dizer que para a área considerada no trabalho, o volume do ano 2000 é menor do que o do ano anterior. Enquanto tínhamos 4.215.689 litros em 1999, no ano 2000 só temos 3.919.952 litros. Porém, no primeiro semestre de 2001 tivemos um resultado acima dos dois anos anteriores, com 2.322.082 litros.

Notamos que existe certa variação nos volumes anuais. Fica difícil de projetarmos o volume para os próximos anos com segurança. O negócio de sorvetes sofre influência de muitos fatores como clima e economia, por se não se tratar de um item de primeira necessidade.

Desta forma, no lugar de fazermos simulações com previsões pouco confiáveis, vamos realizar análises de sensibilidade em relação ao volume na solução ótima encontrada.

4.1.1 Pontos Candidatos

Sabemos que nem todas as cidades têm infra-estrutura para abrigar um centro de distribuição. Desta forma, devemos aplicar um critério para a seleção de cidades que poderão ter um CD.

Este critério será o volume anual da cidade. Podemos notar que as maiores cidades são as mais desenvolvidas. O critério de volume, portanto, se torna bastante simples e eficaz para este propósito.

Vamos considerar as cidades com mais de 15.000 litros anuais como aptas a abrigar um CD. Teremos 24 cidades, um número bastante aceitável.

4.2 Distâncias

A distância entre os pontos da malha é um ponto fundamental na elaboração deste estudo. Todos os parâmetros de transporte estão atrelados à distância. Neste item, vamos definir a melhor maneira de levantarmos as distâncias entre os pontos da malha.

Vale lembrar que este estudo está sendo feito em duas regiões pouco desenvolvidas do país. Isso pode levar a dificuldades na coleta de dados, principalmente quando buscamos informações sobre cidades no interior dos Estados.

Informações que se conseguem facilmente são latitude e longitude das cidades, quer por informações oficiais ou mesmo com medições em mapas. Esta será a base para a formação das distâncias entre as cidades da região Norte e Nordeste, que são os pontos da malha a ser considerada.

As informações de latitude e longitude das cidades da tabela 4.2 foram o resultado de medições do autor no "Guia Rodoviário 4 Rodas 2001". Foi utilizada uma escala decimal aproveitando-se da latitude e longitude, assim, por exemplo, 23,5 de latitude significam 23 graus e meio de latitude.

Cidade	Estado	long (X)	lat (Y)	Cidade	Estado	long (X)	lat (Y)
ARAPIRACA	AL	36,65	9,75	BAIA DA TRAIÇAO	PB	34,95	6,68
MACEIO	AL	35,73	9,66	CABEDELO	PB	35,17	7,00
MARAGOGI	AL	35,12	8,98	CAMPINA GRANDE	PB	35,88	7,22
MARECHAL DEODORO	AL	35,90	9,72	ITABAIANA	PB	37,43	10,68
PALMEIRA DOS INDIOS	AL	36,64	9,42	JOAO PESSOA	PB	34,88	7,12
PENEDO	AL	36,58	10,27	PATOS	PB	37,26	7,03
RIO LARGO	AL	35,85	9,48	SOUSA	PB	38,22	6,77
SAO MIGUEL DOS CAMPOS	AL	36,10	9,79	ABREU E LIMA	PE	34,90	7,90
UNIAO DOS PALMARES	AL	36,04	9,15	AFOGADOS DA INGAZEIRA	PE	37,62	7,74
MANAUS	AM	59,67	2,95	ARARIPINA	PE	40,51	7,56
ALAGOINHAS	BA	38,43	12,13	ARCOVERDE	PE	37,06	8,43
BARREIRAS	BA	45,01	12,13	CAMARAGIBE	PE	34,99	8,03
CAMACARI	BA	38,32	12,74	CARPINA	PE	35,26	7,84
CANDEIAS	BA	38,53	12,67	CARUARU	PE	35,97	8,29
CONCEICAO DO JACUIPE	BA	38,77	12,31	GARANHUNS	PE	36,48	8,99
CRUZ DAS ALMAS	BA	39,09	12,67	GOIANA	PE	34,99	8,44
DIAS D'AVILA	BA	38,29	12,62	GRAVATA	PE	35,55	8,20
FEIRA DE SANTANA	BA	38,96	12,28	IGARASSU	PE	34,90	7,83
ILHEUS	BA	39,07	14,77	IPOJUCA	PE	35,07	8,40
IRECE	BA	41,87	11,31	ITAMARACA	PE	34,84	7,71
ITABERABA	BA	40,29	12,49	JABOATAO DOS GUARARAPES	PE	35,01	8,11
ITABUNA	BA	39,31	14,77	LIMOEIRO	PE	35,42	7,87
JACOBINA	BA	40,53	11,15	MORENO	PE	35,09	8,11
JEQUIE	BA	40,08	13,85	OLINDA	PE	34,84	7,99
JUAZEIRO	BA	40,51	9,44	PALMARES	PE	35,58	8,67
LAURO DE FREITAS	BA	38,32	12,90	PARNAMIRIM	PE	35,26	5,90
MATA DE SAO JOAO	BA	38,29	12,51	PAULISTA	PE	34,87	7,93
MILAGRES	BA	39,87	12,90	PETROLINA	PE	40,51	9,40
PAULO AFONSO	BA	38,21	9,44	RECIFE	PE	34,88	8,06
PORTO SEGURO	BA	39,09	16,44	SALGUEIRO	PE	39,14	7,93
SALVADOR	BA	38,51	13,00	SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE	PE	36,22	7,94
SANTO ANTONIO DE JESUS	BA	39,28	12,97	SAO JOSE DA COROA GRANDE	PE	35,16	8,90
SENHOR DO BONFIM	BA	40,19	10,46	SAO LOURENCO DA MATA	PE	35,01	8,00
SIMÕES FILHO	BA	38,40	12,79	SERRA TALHADA	PE	38,30	8,00
VALENCA	BA	39,07	13,36	TAMANDARE	PE	35,10	8,77
VERA CRUZ	BA	38,59	12,95	TIMBAUBA	PE	35,32	7,50
VITORIA DA CONQUISTA	BA	40,85	14,82	VITORIA DE SANTO ANTAO	PE	35,29	8,11
AQUIRAZ	CE	38,37	3,91	CAMPO MAIOR	PI	42,17	4,85
ARACATI	CE	37,74	4,56	FLORIANO	PI	40,97	6,78
BEBERIBE	CE	38,14	4,19	PARNAIBA	PI	41,76	2,92
CASCAVEL	CE	38,23	4,13	PICOS	PI	41,48	7,08
CAUCAIA	CE	38,65	3,72	TEREZINA	PI	42,79	5,08
FORTALEZA	CE	38,53	3,77	CAICO	RN	37,09	6,46
ITAPIOCA	CE	39,58	3,50	CEARA MIRIM	RN	35,43	5,66
JUAZEIRO DO NORTE	CE	39,30	7,21	CURRAIS NOVOS	RN	38,52	6,27
MARACANAU	CE	38,60	3,86	MACAU	RN	36,63	5,10
MARANGUAPE	CE	38,67	3,88	MOSSORO	RN	37,34	5,19
PARACURU	CE	39,02	3,42	NATAL	RN	35,20	5,81
PARAIPABA	CE	39,14	3,44	NISIA FLORESTA	RN	35,20	6,10
SOBRAL	CE	40,35	3,70	PAU DOS FERROS	RN	38,20	6,10
IMPERATRIZ	MA	47,47	5,51	SANTA CRUZ	RN	36,02	6,22
SAO LUIS	MA	44,29	2,55	TIBAU DO SUL	RN	35,09	6,19
TIMON	MA	42,88	5,10	ARACAJU	SE	37,07	10,89
ANANINDEUA	PA	48,31	1,18	ESTANCIA	SE	37,45	11,28
BELEM	PA	48,51	1,23	LAGARTO	SE	37,65	10,90
CASTANHAL	PA	47,95	1,33	NOSSA SENHORA DO SOCORRO	SE	37,12	10,85
SALINOPOLIS	PA	47,33	0,62	PROPRIA	SE	36,79	10,22
SANTA ISABEL DO PARA	PA	47,69	1,33	SAO CRISTOVAO	SE	37,20	11,01
SANTAREM	PA	54,97	2,44				

Tabela 4.2 – Coordenadas das cidades consideradas no trabalho

Fonte: medições nos mapas do Guia Rodoviário 4 Rodas 2001

De posse das latitudes e longitudes já podemos ter um primeiro cálculo da distância entre as cidades. Para isso devemos aplicar a seguinte fórmula, para calcular a distância entre a cidade 1 e a cidade 2:

$$d_G = f * \sqrt{(lat_1 - lat_2)^2 + (long_1 - long_2)^2}$$

onde,

d_G = distância geodésica entre as cidades 1 e 2

f = fator de conversão da escala das latitudes e longitudes para quilômetros

lat_i = latitude da cidade i

$long_i$ = longitude da cidade i

Foi utilizado um fator de conversão da medida na escala decimal de latitudes e longitudes para quilômetros. Este fator foi 110.

Desta forma, podemos calcular a distância entre todas as cidades consideradas. Porém alguns fatores devem ser considerados.

A distância que estamos calculando é uma linha reta entre as cidades consideradas, porém devemos lembrar que o objetivo do cálculo destas distâncias é utilizá-las nos cálculos dos custos de transporte de produtos entre os CDs e na distribuição dos CDs até os pontos de venda. E na realidade, o que observamos é que nem sempre temos estradas ligando todas as cidades, o que faz com as distâncias rodoviárias entre as cidades seja maior do que as distâncias geodésicas.

O que será feito é a busca por uma correlação entre as distâncias geodésicas e rodoviárias. Deste modo, poderemos transformar a matriz de

distâncias geodésicas em distâncias rodoviárias e aplicá-la no modelo matemático, de forma a obtermos os custos de transporte.

Para provarmos a correlação entre estas distâncias, vamos nos utilizar de uma amostragem de cidades e comparar a distância geodésica com a rodoviária. A distância geodésica será obtida a partir da fórmula anteriormente citada, já a rodoviária será consultada no *Guia Rodoviário 4 Rodas 2001*.

A tabela 4.3 mostra as distâncias geodésica e rodoviária entre algumas cidades selecionadas. Pode-se notar que a distância rodoviária é sempre maior do que a distância geodésica. Isso, obviamente, era esperado. O objetivo deste estudo é saber se há uma relação linear entre estas distâncias.

Cidade 1	Cidade 2	Rod.	Geod.	Cidade 1	Cidade 2	Rod.	Geod.
FEIRA DE SANTANA	SALVADOR	116	94	GARANHUNS	SALVADOR	678	494
CAMPINA GRANDE	JOÃOPESSOA	128	111	CARUARU	SALVADOR	764	588
JOÃOPESSOA	RECIFE	135	103	FORTALEZA	RECIFE	788	620
CARUARU	RECIFE	153	123	CARUARU	FORTALEZA	793	571
GARANHUNS	MACIÓ	166	111	FEIRA DE SANTANA	RECIFE	794	646
JOÃOPESSOA	NATAL	180	148	GARANHUNS	FORTALEZA	837	617
CAMPINA GRANDE	RECIFE	186	144	JUAZEIRO DO NORTE	SALVADOR	847	643
CARUARU	MACIÓ	195	153	BARREIRAS	SALVADOR	905	722
GARANHUNS	RECIFE	222	204	FEIRA DE SANTANA	JOÃOPESSOA	921	724
CARUARU	JOÃOPESSOA	224	176	CAMPINA GRANDE	SALVADOR	924	698
CAMPINA GRANDE	NATAL	234	172	JOÃOPESSOA	SALVADOR	956	760
MACIÓ	RECIFE	245	199	MACIÓ	FORTALEZA	974	717
MACIÓ	ARACAJU	289	200	FORTALEZA	MACIÓ	974	717
FEIRA DE SANTANA	ARACAJU	309	258	GARANHUNS	TERESINA	992	817
GARANHUNS	JOÃOPESSOA	326	271	JUAZEIRO DO NORTE	SÃO LUIS	1021	751
CAMPINA GRANDE	MACIÓ	340	269	CARUARU	TERESINA	1034	829
MACIÓ	JOÃOPESSOA	351	295	CAMPINA GRANDE	TERESINA	1035	796
JOÃOPESSOA	MACIÓ	351	295	FEIRA DE SANTANA	NATAL	1059	823
GARANHUNS	ARACAJU	356	219	FORTALEZA	SÃO LUIS	1070	648
CARUARU	NATAL	374	286	BARREIRAS	ARACAJU	1089	884
CARUARU	ARACAJU	443	311	FEIRA DE SANTANA	TERESINA	1090	897
GARANHUNS	NATAL	478	377	FORTALEZA	ARACAJU	1102	799
MACIÓ	NATAL	507	427	MACIÓ	TERESINA	1140	926
JUAZEIRO DO NORTE	FORTALEZA	521	388	BARREIRAS	TERESINA	1148	813
FORTALEZA	NATAL	523	430	JOÃOPESSOA	TERESINA	1161	899
JUAZEIRO DO NORTE	TERESINA	578	450	FEIRA DE SANTANA	FORTALEZA	1187	937
FEIRA DE SANTANA	MACIÓ	582	457	FORTALEZA	SALVADOR	1317	1015
JUAZEIRO DO NORTE	JOÃOPESSOA	585	486	BARREIRAS	MACIÓ	1365	1056
JUAZEIRO DO NORTE	NATAL	602	477	BARREIRAS	FORTALEZA	1394	1164
CAMPINA GRANDE	ARACAJU	603	424	GARANHUNS	SÃO LUIS	1434	1114
MACIÓ	SALVADOR	617	477	CARUARU	SÃO LUIS	1475	1112
JUAZEIRO DO NORTE	ARACAJU	632	473	CAMPINA GRANDE	SÃO LUIS	1476	1058
CAMPINA GRANDE	FORTALEZA	633	479	BARREIRAS	SÃO LUIS	1506	1057
FORTALEZA	TERESINA	634	490	FEIRA DE SANTANA	SÃO LUIS	1532	1220
JOÃOPESSOA	ARACAJU	635	480	BARREIRAS	RECIFE	1572	1201
JUAZEIRO DO NORTE	RECIFE	645	495	MACIÓ	SÃO LUIS	1583	1224
JUAZEIRO DO NORTE	MACIÓ	672	476	JOÃOPESSOA	SÃO LUIS	1601	1151
JOÃOPESSOA	FORTALEZA	675	545	BARREIRAS	NATAL	1649	1284
FORTALEZA	JOÃOPESSOA	675	545	BARREIRAS	JOÃOPESSOA	1682	1243

Tabela 4.3 – Distâncias Geodésica e Rodoviária entre as cidades em Km

De posse destas informações, podemos testar a correlação entre as duas distâncias. Vamos fazê-lo através do gráfico 4.5, que tem as distâncias geodésicas no eixo X e as distâncias rodoviárias no eixo Y.

Aproximou-se a distribuição dos pontos por uma reta. Temos a equação desta reta no gráfico, bem como o coeficiente de correlação linear.

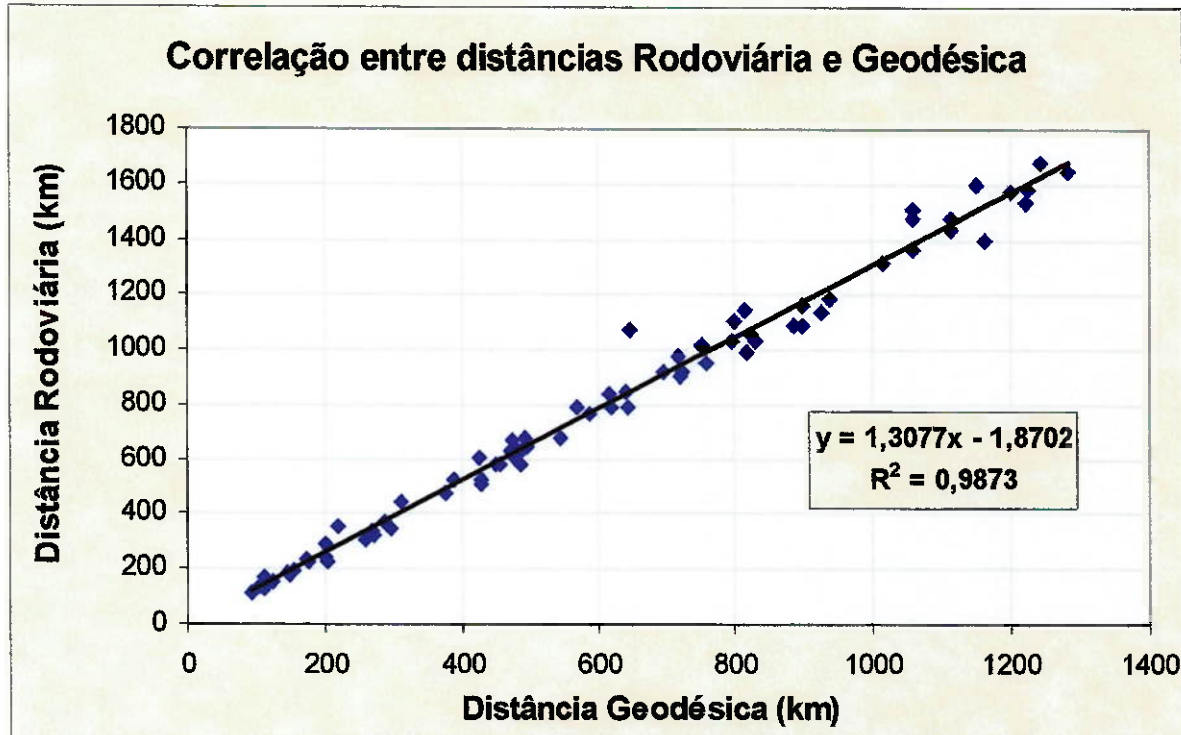


Gráfico 4.5 – Correlação entre Distâncias Rodoviária e Geodésica

Como pode ser observado no gráfico, obtivemos uma boa correlação entre as distâncias. Isto é comprovado pelo coeficiente de correlação linear de 0,99. A equação que descreve a reta do gráfico é do tipo $a+bx$.

Uma análise destes coeficientes nos mostra um coeficiente a bastante baixo, o que era esperado, já que estamos nos referindo à relação entre duas distâncias. Ele mostra que quando a distância geodésica se aproximar de zero, a distância rodoviária terá o mesmo comportamento.

Já em relação ao coeficiente b , podemos dizer que este também se encontra dentro do esperado, já que não temos uma malha rodoviária densa na região, levando as distâncias rodoviárias a uma tendência de serem substancialmente maiores do que as geodésicas.

O fato de termos encontrado este coeficiente no valor de 30% se deve ao fato de estarmos tratando de uma região com uma malha rodoviária relativamente pobre. Por este motivo, as distâncias rodoviárias tendem a ser maiores, em

relação às distâncias geodésicas, do que numa região com uma malha rodoviária mais densa.

A análise do gráfico 4.5 nos sugere que uma relação linear de coeficiente $a=0$ seja bastante razoável. Vamos forçar a reta a passar pelo ponto (0,0) e analisar o impacto disso na correlação.

O gráfico 4.6 nos mostra a nova reta de correlação entre Distâncias Rodoviária e Geodésica, com coeficiente $a=0$.

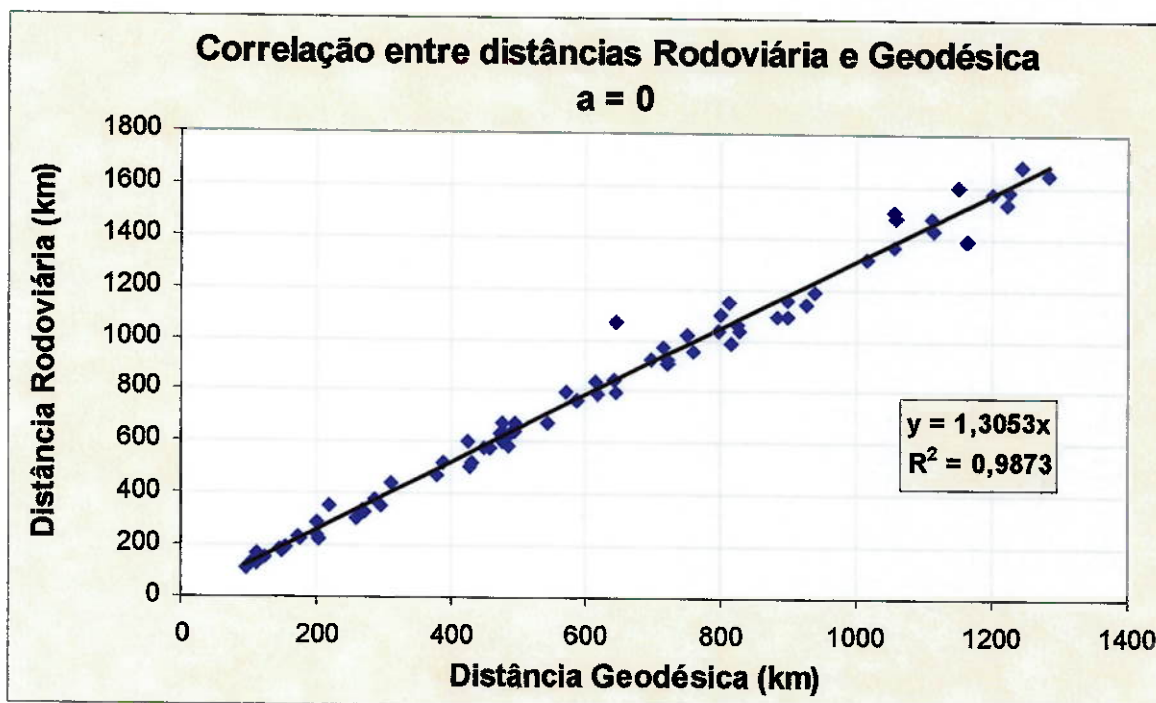


Gráfico 4.6 – Correlação entre Distâncias Rodoviária e Geodésica com $a=0$.

Notamos que o coeficiente b se alterou muito pouco, passando de 1,3077 a 1,3053, uma diferença de 0,18%. R^2 apresenta mudança somente na sexta casa decimal. Na primeira a reta, o valor é de 0,987346, já com a reta passando pelo zero, este valor passa a 0,987341.

Desta forma, vamos adotar a seguinte relação entre as distâncias geodésica e rodoviária:

$$\text{Distância Rodoviária} = \text{Distância Geodésica} * 1,3053$$

Podemos, finalmente juntar esta relação com a equação para acharmos a distância geodésica entre duas cidades. O coeficiente f , que tinha a função de converter a escala de latitudes e longitudes em quilômetros era de 110. Pela relação acima, temos que quando este coeficiente f é multiplicado por 1,3053, obtemos a distância rodoviária entre duas cidades. Deste modo, o coeficiente utilizado na equação passa a ser 143,5830 e obtemos a relação final entre latitude e longitude e a distância rodoviária entre duas cidades:

$$d_R = 143,583 * \sqrt{(lat_1 - lat_2)^2 + (long_1 - long_2)^2}$$

onde,

d_R = distância rodoviária entre as cidades 1 e 2

lat_i = latitude da cidade i

$long_i$ = longitude da cidade i

4.3 Considerações sobre custos e volume

Uma parte fundamental deste trabalho é a modelagem dos custos. Ela é determinante para a qualidade das análises que se pretende fazer aqui. Desta forma, devemos buscar as informações mais precisas possível.

O volume e os custos aqui levantados serão os parâmetros do modelo matemático. Os volumes são a demanda dos pontos e os custos irão definir cada um dos demais parâmetros.

Devemos tomar os custos atuais da operação, identificar as variáveis que os compõem, de modo a se poder modelá-los utilizá-los no modelo matemático que se quer construir.

Imprecisões na alocação de custos podem distorcer as análises que serão feitas aqui de maneira significativa, portanto optou-se pelo orçamento do ano de 2002, que passou por uma severa revisão do departamento de custos e finanças da empresa.

Como estaremos utilizando os custos do orçamento, devemos, da mesma forma utilizar os volumes ali projetados.

O orçamento é feito por filiais de venda. De maneira geral uma filial de venda é coincidente com a área de cobertura de um CD. Porém temos 12 filiais de vendas e somente 10 CDs na área considerada.

As filiais de João Pessoa, relativa a todo o estado da Paraíba e interior, relativa ao interior do estado de Pernambuco são parte da área de cobertura do CD Recife.

Segue a tabela 4.4, com os custos relevantes para este estudo, bem como os volumes projetados e a capacidade de cada CD, em paletes.

	ARACAJU	MACEIÓ	SÃO LUIS	MANAUS	J.PESSOA	INTERIOR	BELÉM	TERESINA	NATAL	RECIFE	FORTALEZA	SALVADOR	TOTAL
VOLUME 2002	181.406	221.696	193.875	214.475	243.853	376.177	327.512	358.848	435.999	748.939	800.315	766.896	4.869.991
POSICÕES PALLET	80	80	80	120	-	-	100	80	80	1.000	200	200	2.020
ARMAZENAGEM	18.649	30.191	25.430	84.210	8.361	387	51.191	25.641	30.790	23.188	93.470	68.407	459.915
Despesas	11.061	21.390	19.245	66.307	8.361	340	28.975	9.174	16.805	11.897	71.270	60.238	323.062
Pessoal	6.600	5.301	3.612	12.302	-	-	19.181	12.102	8.487	10.822	15.428	1.271	95.106
Depreciação	988	3.500	2.573	5.601	-	48	5.036	4.365	5.499	469	6.772	6.898	41.748
DISTRIBUIÇÃO	47.095	53.763	48.595	56.596	76.819	81.573	50.656	100.903	88.077	164.291	155.863	175.308	1.099.539
Frete e Carretos	42.610	44.544	36.441	39.779	68.093	76.657	40.515	96.799	70.165	96.085	130.731	161.163	903.581
pessoal	-	1.912	-	13.507	209	2.161	180	-	5.153	54.906	548	3.908	82.481
Depreciação	892	678	-	19	-	810	1.674	1.480	2.308	10.442	13.268	4.024	36.584
Combustíveis	3.315	6.354	12.155	3.039	7.735	702	8.287	1.934	3.683	-	9.688	4.282	61.153
Outros	279	276	-	253	783	1.243	-	681	6.768	2.857	1.857	1.934	16.741
TRANSFERÊNCIA	6.423	5.410	25.437	64.525	-	-	59.046	52.716	19.521	-	69.774	69.912	372.763
TRANSPORTE E ARMAZENAGEM	72.167	89.364	99.462	205.331	85.180	81.960	160.894	179.260	138.388	187.478	319.107	313.627	1.932.217

Tabela 4.4 – Projeção de volume, capacidade e custos por CD para 2002.

4.4 Custo de Transferência

Dá-se o nome de transferência à movimentação do produto acabado das fábricas aos armazéns e dos armazéns centrais aos centros de distribuição regionais. Este tipo de transporte também é chamado de transporte primário.

Este tipo de transporte é caracterizado por grandes distâncias e grandes volumes movimentados. Normalmente, ele é realizado com veículos de grande porte, como caminhões, carretas, ou até outros meios como ferroviário, fluvial ou marítimo.

No caso deste estudo, todo o volume é movimentado através de carretas, com capacidade para 26 paletes, na maioria. Esta atividade é realizada para transportar os produtos do CD de Recife, que está localizado junto com a fábrica, para os demais CDs da região.

Devemos identificar quais são as variáveis que influem no custo de transferência, de modo a podermos criar um custo padrão, que possa ser utilizado no modelo matemático. Este procedimento será repetido para todos os custos envolvidos no modelo.

Como estamos tratando de um transporte de longa distância, não temos muitas variáveis para levar em consideração. Este tipo de transporte é relativamente abundante no mercado, não havendo grandes distorções entre as cotações das diferentes empresas.

O cálculo a ser feito aqui é o número de viagens de carretas cheias de produto a serem utilizadas para o abastecimento de um CD, que está a uma certa distância do CD central de Recife.

Portanto, as variáveis mais importantes são volume e distância. Vamos testar a correlação entre o custo de transferência de dado CD e seu momento de movimentação, ou seja, o volume a ser abastecido multiplicado pela distância

rodoviária até Recife. Vamos medir o custo de movimentar uma unidade de volume de uma unidade de distância, no caso, litro e quilômetro.

A tabela 4.5 mostra o volume projetado para cada CD, os custos de transferência, a distância de cada CD até a fábrica e o momento de movimentação relativo a cada CD. O CD de Recife não faz parte desta análise por não ter custo de transferência. Além disso, vale lembrar que as filiais de João Pessoa e Interior não possuem CD, portanto também não possuem custos de transferência.

	Volume projetado (litros)	Distância à fábrica (km)	Custo de Transferência (R\$)	Momento de Movimentação (km* lts*10 ⁶)
FORTALEZA	766.896	788	69.774	604
SALVADOR	800.315	829	69.912	663
NATAL	435.999	288	19.521	126
TERESINA	358.848	1.185	52.716	425
BELÉM	327.512	2.116	59.046	693
MACEIÓ	214.475	245	5.410	53
MANAUS	193.875	3.376	64.525	655
SÃO LUIZ	221.696	1.628	25.437	361
ARACAJÚ	181.406	508	6.423	92

Tabela 4.5 – Informações relativas à transferência por CD

De posse destas informações, podemos testar a correlação entre o custo de transferência e o momento de movimentação de cada CD. Espera-se uma forte correlação entre as duas grandezas, porém sabemos que na realidade o preço de uma transferência até uma localidade têm algumas outras variáveis além de carga e distância. Como exemplos podemos citar pedágios e cargas de retorno.

As cargas de retorno consistem na viagem de volta da carreta. Então, se uma carreta sai de São Paulo, por exemplo, para ir ao Rio de Janeiro, ela provavelmente encontrará uma carga de retorno com mais facilidade do que se

for para o interior do Paraná. Quanto maior a dificuldade do transportador de encontrar uma carga de retorno, maior o frete cobrado.

O gráfico de dispersão 4.7 nos mostra a relação entre o momento de movimentação dos CDs e o custo de transferência.

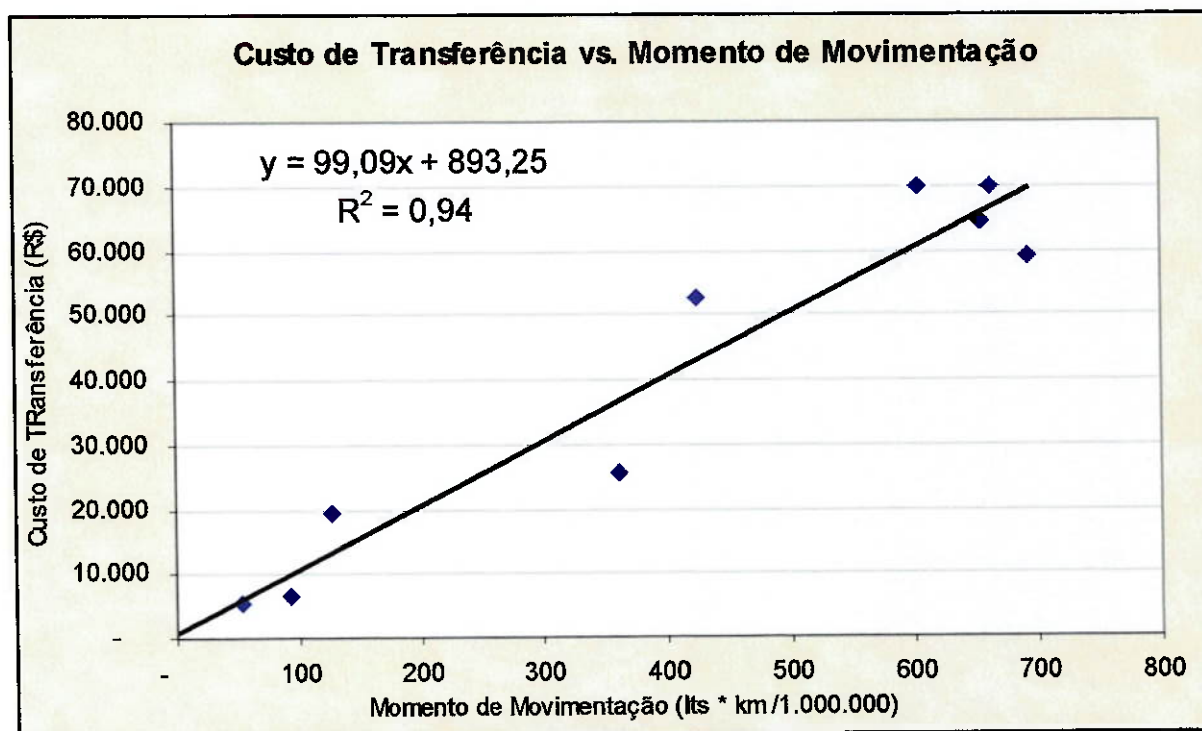


Gráfico 4.7 – Custo de Transferência em função do momento de movimentação

Podemos notar uma forte correlação entre as duas grandezas testadas, deste modo, vamos utilizar a equação descrita no gráfico para a modelagem do custo de transferência no modelo.

Deste modo o custo de transferência será dado por:

$$CT = 893,25 + 99,09 * d * v / 1.000.000$$

onde,

CT = Custo de Transferência em reais
 d = distância rodoviária do CD à Recife
 v = volume em litros

Pode-se estranhar o fato de haver um custo fixo no custo de transferência, porém este fato é natural e pode ser entendido quando pensamos que o transportador tem uma série de custos fixos. Portanto, mesmo quando se trata de viagens muito curtas, existe o custo de salários de motoristas e administrativos, a depreciação do equipamento, etc.

Isso obviamente se reflete nas tarifas cobradas. Além disso, podemos citar o tempo despendido pelo motorista e pelo caminhão nas operações de carregamento e descarregamento como custos fixos na operação de transferência de produtos. Vale lembrar que o custo calculado acima é anual.

4.5 Custo de Distribuição

Vamos agora estudar os custos de distribuição envolvidos. Quando falamos em distribuição nos referimos à operação de movimentação dos produtos do CD até os pontos de venda no varejo, como supermercados e padarias.

Na tabela 4.5 podemos notar que os custos de distribuição estão divididos em 5 categorias. Vamos estudar uma a uma, de forma a podermos modelar os custos de distribuição.

A mais importante delas é a chamada Fretes e Carretos, que se refere aos custos da operação de entregas propriamente dita. Nela estão incluídos custos como as tarifas pagas às transportadoras nos CDs que possuem esta operação terceirizada, pedágio, salário de motoristas e ajudantes, etc.

Esta conta responde por 81% do custo total de distribuição. Vamos proceder a mesma análise realizada com o custo de transferência, ou seja, testar a correlação deste custo com o momento de movimentação de um CD.

Duas ressalvas são necessárias. A conta combustíveis será somada neste custo por fazer parte da mesma operação e também variar com a quilometragem e volume. Além disso, vamos somar também a conta outros, que se refere a gastos eventuais ou não previstos. Vamos diluir esta conta na maior conta que temos. Vale lembrar também que o momento de movimentação de distribuição para um CD é a somatória para cada cidade atendida por ele da multiplicação entre distância da cidade até o CD e o volume da cidade:

$$MMD_K = \sum_i^N (d_i + p) * v_i$$

onde,

MMD_K = momento de movimentação para distribuição do CD K;

N = número de cidades atendidas pelo CD K;

d_i = distância rodoviária da cidade i ao CD K;

v_i = volume da cidade i ;

p = quilometragem para a pulverização do volume dentro da cidade.

Na verdade, quando tratamos da operação de entrega, existe uma quilometragem a ser percorrida do CD até a cidade de destino e outra a ser percorrida dentro da cidade, para a efetivação das entregas. Esta quilometragem é representada pelo fator p , que é somado à distância entre a cidade e o CD na fórmula acima.

Este fator foi estimado com 30 quilômetros. Esta é uma média dos caminhões que atendem somente as capitais, segundo os supervisores dos CDs (informação verbal).

Através da fórmula acima foi calculado o momento de movimentação para cada um dos CDs atuais. Foi utilizado o volume projetado para 2002 e desmembrado na mesma proporção que o volume de 2000, que estamos considerando no item 4.1.

A tabela 4.6 mostra o momento de movimentação de cada um dos CDs e os custos das contas fretes e carretos e combustível.

	Fretes e Carretos + Combustível + Outros (R\$)	Momento de Movimentação (km* lts*10 ⁶)
FORTALEZA	142.056	30
RECIFE	254.155	117
SALVADOR	167.378	47
NATAL	80.616	24
BELÉM	48.802	22
SÃO LUIS	48.595	8
MANAUS	43.070	6
MACEIÓ	51.173	8
ARACAJU	46.204	5
TERESINA	99.423	11

Tabela 4.6 – Custo de distribuição e momento de movimentação por CD

A partir desta tabela podemos construir o gráfico 4.8 e avaliar a correlação entre as grandezas.

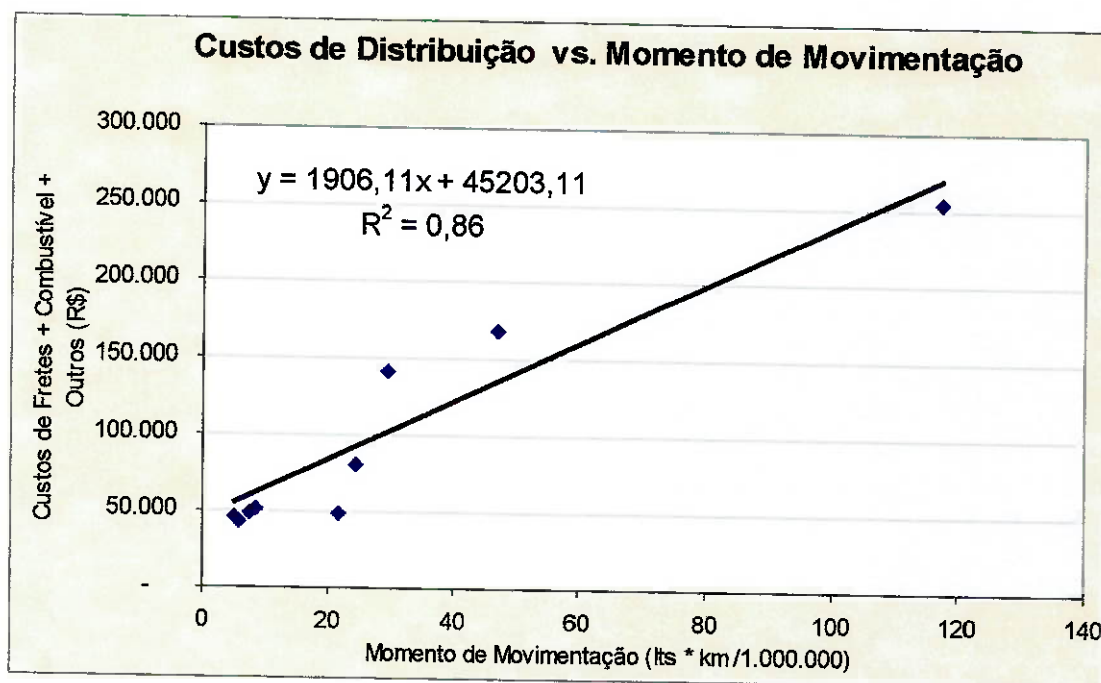


Gráfico 4.8 – Custo de Fretes, combustível e outros em função do momento de movimentação de distribuição

Pode-se observar uma boa correlação entre as grandezas. Desta forma, vamos adotar a equação do gráfico para as contas fretes e carretos, combustível e outros para distribuição.

$$C_{\text{fretes}} = 1.906 * mm_K + 45.203$$

onde,

C_{fretes} = Custo de fretes, combustível e outros;

mm_K = momento de movimentação de distribuição do CD K.

Temos ainda duas contas a serem analisadas. A conta pessoal se refere a salários e benefícios do pessoal administrativo e operacional nos CDs, exclusivos da operação de distribuição, como o supervisor e o conferente de cargas. Esta

conta será analisada juntamente com a conta pessoal de armazenagem, no próximo item. Isso será feito porque as duas contas pessoal são bastante relacionadas e freqüentemente temos custos alocados em contas trocadas, de modo que fica mais simples a análise integrada destas duas contas.

Finalmente temos a conta depreciação, que se refere à depreciação de equipamentos. O que ocorre atualmente é que como temos equipamentos já depreciados, esta conta dificilmente terá um bom coeficiente de correlação com qualquer variável.

O que será feito é o cálculo de um custo padrão de depreciação para distribuição. Isso será feito através do cálculo do número de caminhões necessários em função do volume anual de um CD.

Cabe aqui uma explicação em relação aos equipamentos na operação de distribuição. Quando há uma operação terceirizada, o caminhão pertence à transportadora e o baú frigorífico pertence à Kibon, por se tratar de um equipamento bastante específico. Nem sempre as transportadoras têm o interesse de adquirir este equipamento e sua posse possibilita à Kibon flexibilidade na mudança de transportadora, uma vez que esta necessita apenas de modelos tradicionais de caminhões.

Na operação atual temos alguns CDs ainda com operação própria de distribuição, porém sabe-se que se caminha no sentido de terceirizar este serviço, conforme discutido anteriormente. Portanto, o que será feito é considerar somente a depreciação dos baús frigoríficos, já que este trabalho tem o objetivo de tomarmos uma decisão para o futuro, e qualquer eventual nova operação já seria montada com a distribuição terceirizada.

O gráfico 4.9 mostra o número de caminhões em cada CD e os volumes associados.

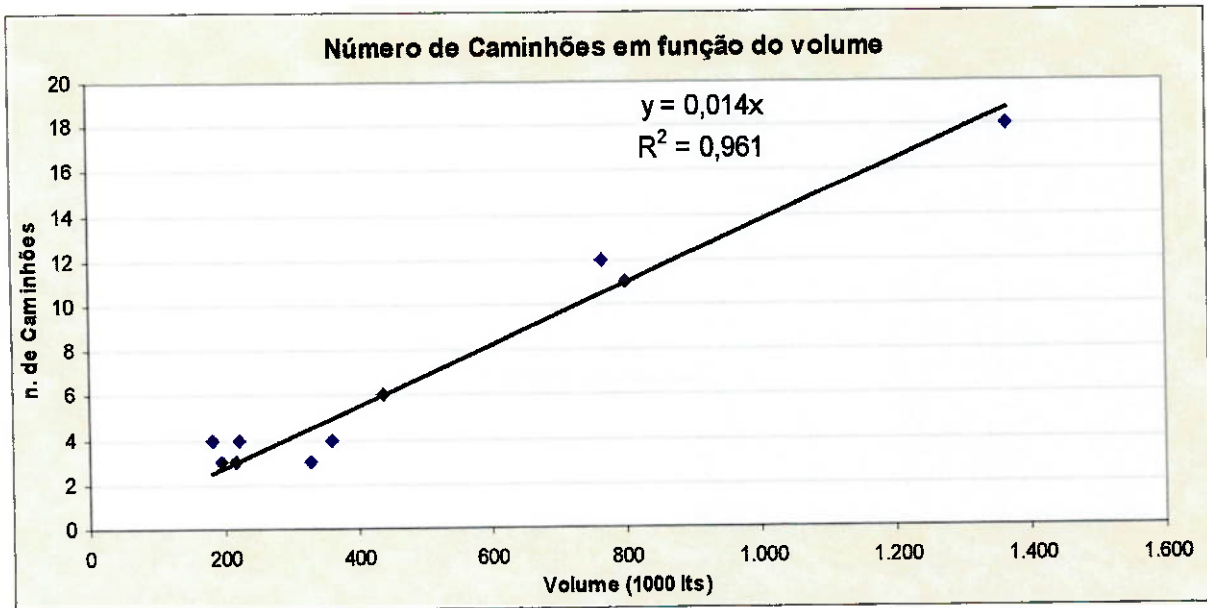


Gráfico 4.9 – Número de Caminhões necessários em função do volume

Deste modo, podemos calcular a depreciação dos baús. Cada caminhão deve ter um baú e cada baús custa em torno de 9208 reais (custo corrigido para o modelo). Eles são depreciados em 8 anos.

Logo, temos a seguinte relação para a conta depreciação:

$$D_{\text{baú}} = 14 * 10^{-6} * v_K * 9208 / 8$$

onde,

$D_{\text{baú}}$ = Depreciação dos baús frigoríficos em reais;

v_K = volume do CD K em litros

4.5 Custo de Armazenagem

O mesmo procedimento será realizado para os custos de armazenagem: estudo de cada uma das contas, definição das variáveis que influenciam cada uma delas e obtenção do modelo de custos para armazenagem.

Quando analisamos a estrutura de custos de armazenagem notamos algumas diferenças em relação aos custos de transferência e distribuição. Os custos de armazenagem nem sempre são variáveis com o volume, ou não de forma linear.

Isto ocorre devido ao fato de a estrutura de armazenagem conter uma série de custos referentes à instalação e estrutura, ou seja, custos praticamente fixos. Podemos atestar isso quando analisamos a conta despesas, que responde por 70% dos custos de armazenagem, e notamos que as principais despesas são aluguel, impostos e manutenção predial. Além disso, temos a conta depreciação, que também é composta por custo fixos.

Já a conta pessoal, no que se refere à distribuição e armazenagem (vale lembrar que os custos de pessoal de distribuição serão considerados aqui) geralmente varia de forma mais não contínua com o volume.

Na verdade todos os custos de armazenagem tendem a variar em patamares. Isso ocorre porque como estes custos são na maioria fixos, o aumento deles se dá através do aumento da estrutura ou da operação do CD, ou seja, os custos têm saltos com o aumento de volume, e não aumentam de forma linear.

Temos também, dada uma estrutura, alguns custos variáveis, como energia, horas - extra, etc. Quando aumentamos a estrutura de um CD, os custos fixos tendem a ser diluídos em um montante maior de volume e a estrutura e os recursos serem utilizados de forma mais eficiente. Isto é o que se chama de economia de escala.

Love; Morris; Wesolowsky (1988) descrevem o fenômeno da economia de escala e mostram o comportamento esperado para uma curva de custos de um CD. Esta representação é ilustrada na figura 4.2.

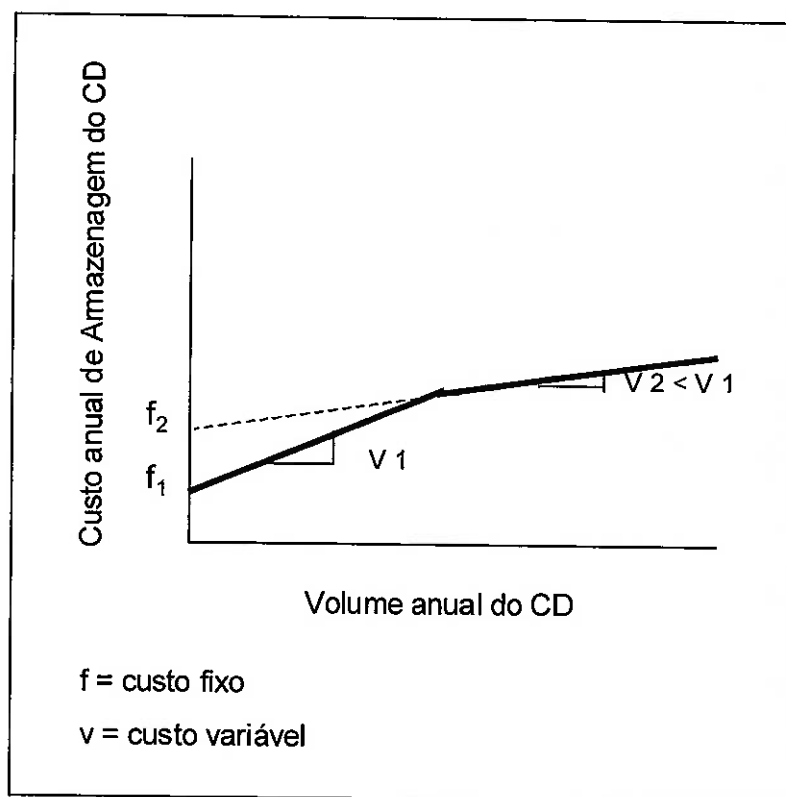


Figura 4.2 – Custo de Armazenagem de um CD em função do volume

Vamos agora tomar os custos e volumes que temos e analisá-los. Vale lembrar que João Pessoa e Interior não possuem CD. Além disso, iremos desconsiderar duas filiais nesta análise: Recife, pois pelo fato de o CD estar localizado na fábrica há muitos custos compartilhados com a operação de manufatura, não sendo este CD uma boa amostra para construirmos o modelo de custos de armazenagem. Da mesma forma, Manaus também não constitui um bom CD a ser analisado nesta construção, pois seus custos estão fora dos patamares dos outros CDs e incluí-lo na análise iria apenas distorcer a realidade.

Um dado importante que temos dos CDs são o número de posições paletes disponíveis. Este número nos dá uma boa dimensão da estrutura do CD e dos custos esperados para cada um deles.

Vamos analisar o gráfico 4.10, que mostra os custos de armazenagem dos CDs em função do número de posições paleta. Temos também, representado pelas bolhas, o volume anual de cada um.

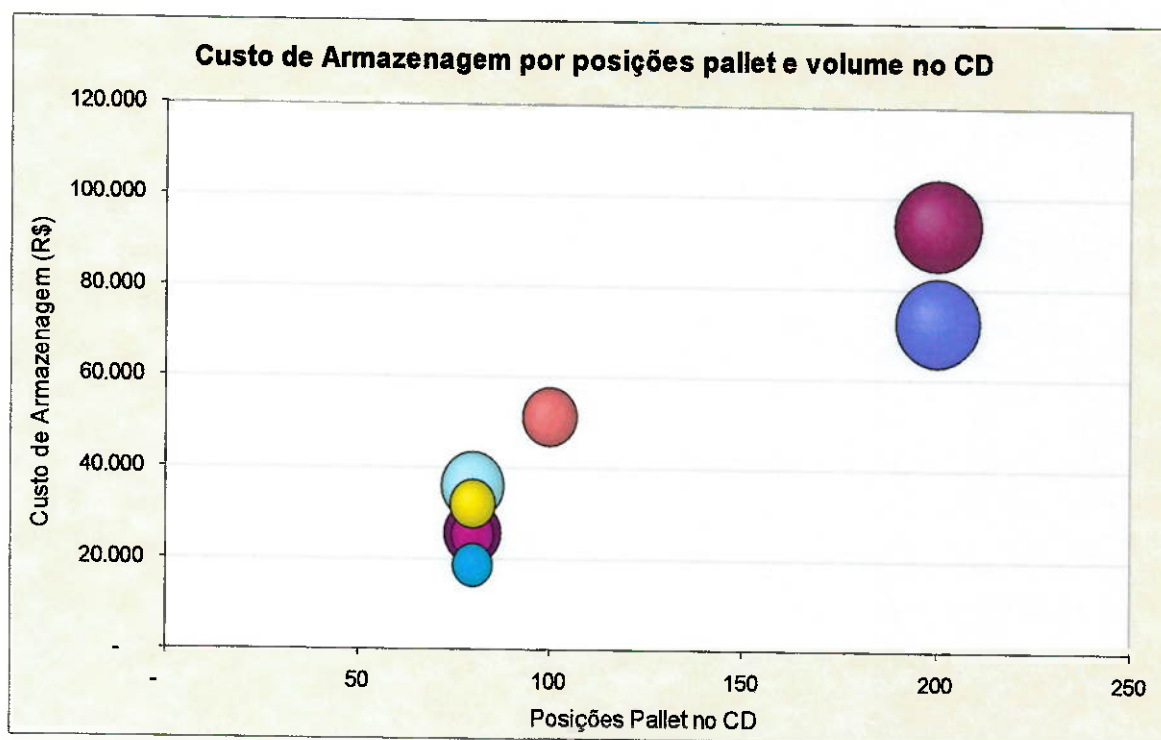


Gráfico 4.10 – Custo de Armazenagem em função de posições paleta e volume.

Pode-se notar que existem os patamares de custos. Notamos os CDs Fortaleza e Salvador com 200 posições paleta com custos acima de 60 mil reais, enquanto Belém, com 100 posições paleta está no patamar de 50 mil reais e os demais entre 20 e 35 mil reais.

Ao analisarmos as categorias de custo de armazenagem, que são despesas, pessoal e depreciação, notamos que a conta despesas é a que apresenta a maior correlação com o número de posições paleta. O gráfico 4.11 mostra esta relação e os patamares de custo da conta despesas:

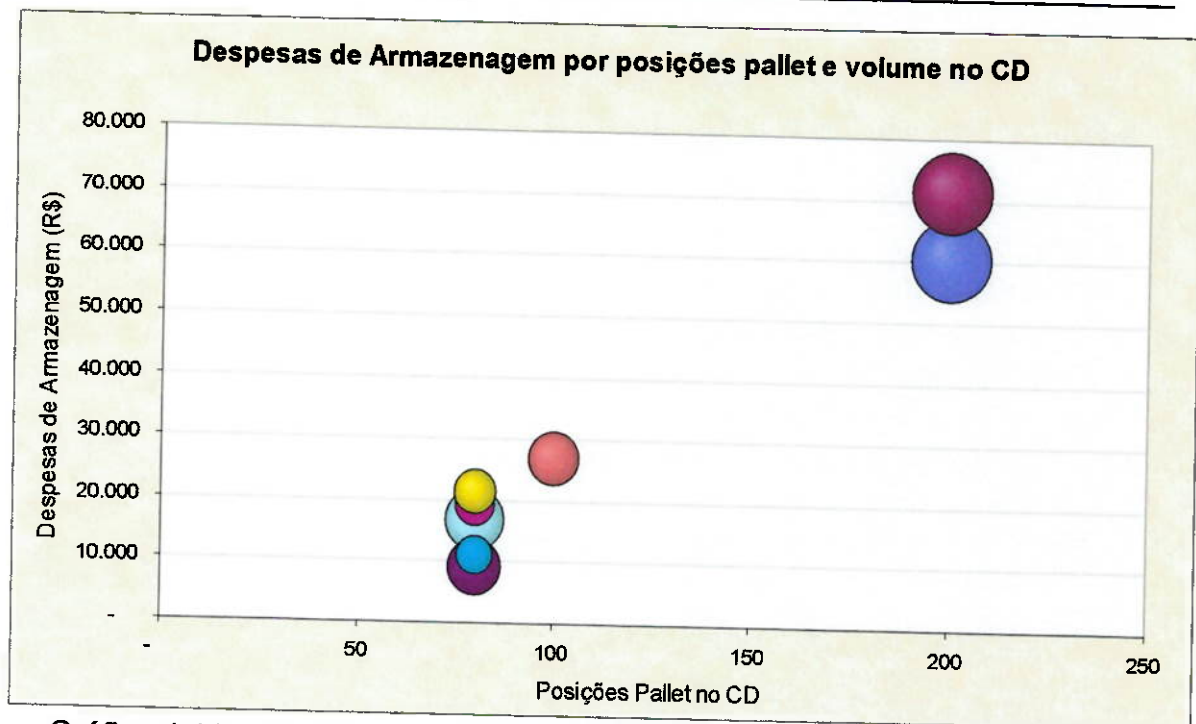


Gráfico 4.11 – Despesas de Armazenagem em função de posições paleta e volume.

Deste modo, como podemos notar no gráfico 4.11, iremos definir dois patamares de despesas de armazenagem para CDs.

Em relação às contas pessoal e depreciação, vamos notamos uma boa correlação com o volume, quando tratamos os CDs divididos em dois grupos: até 500 mil litros anuais e acima deste valor.

O gráfico 4.12 mostra os custos de pessoal e depreciação de armazenagem em função do volume para os CDs com menos de 500 mil litros anuais.

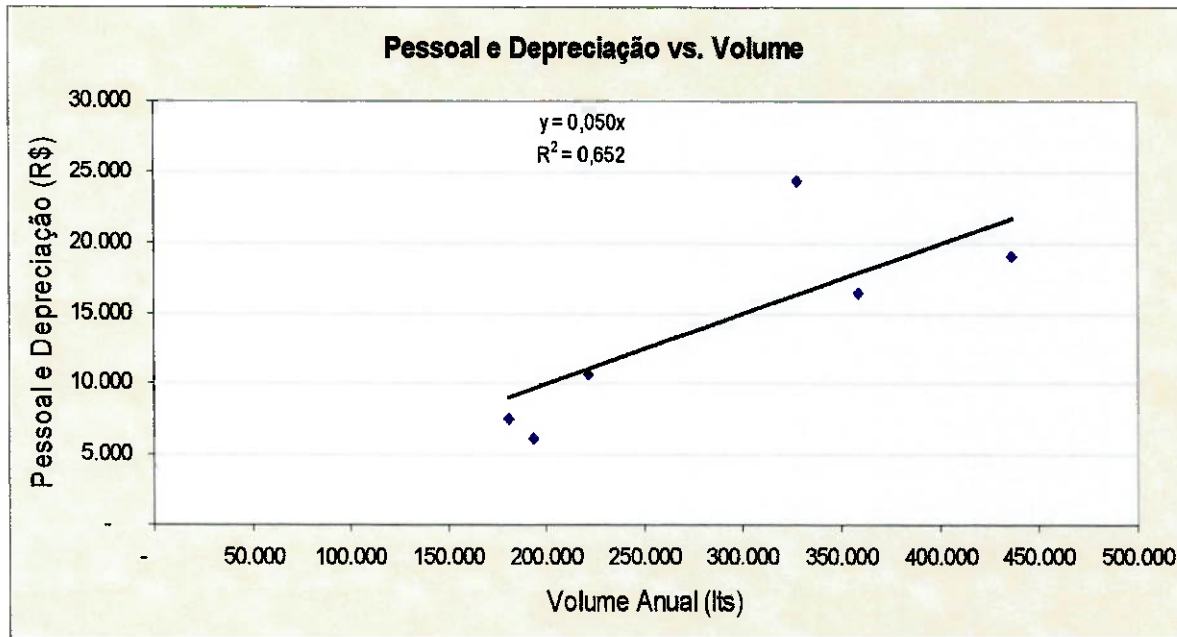


Gráfico 4.12 – Custos de Pessoal e Depreciação de Armazenagem em função do volume.

Notamos que, apesar de Belém ter custos um pouco acima dos demais, ainda assim, temos um coeficiente de correlação linear de 0.81.

Da mesma forma, tomamos os custos de pessoal e depreciação dos CDs maiores. Temos alguns custos excessivos no CD Fortaleza. O que faremos é considerar nesta análise os custos de Recife, que para as contas de depreciação e pessoal de armazenagem estão corretamente alocados. Temos um total de 46.114 reais para os CDs de Recife, Fortaleza e Salvador e de 2.316.150 litros, o que nos dá 0,022 reais por litro.

Os valores encontrados para o modelo de custos de armazenagem parecem bastante consistentes e serão testados no modelo posteriormente.

A tabela 4.7 mostra os custos de armazenagem.

Volume Anual (lts)	Custo Fixo	Custo Variável (por litro)
<500.000	17.442	0,05
>500.000	65.754	0,02

Tabela 4.7 – Modelo de Custos de Armazenagem.

4.6 Consolidação dos Custos

Os custos estudados e modelados até agora serão consolidados para serem testados no modelo matemático.

Vamos agora resumir todos os custos na tabela 4.8.

	Fixo	Variável por Volume (litro)	Variável por Momento de Movimentação (milhão de litro * km)
Transferência	893,25		99,09
Distribuição	45.203,00	0,0161	1906,11
Armazenagem			
Volume Anual (lts)			
<500.000	17.441,64	0,0498	
>500.000	65.753,87	0,0199	

Tabela 4.8 –Consolidação dos Custos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Vamos agora rodar o modelo e analisar seus resultados. Vale lembrar que estamos tratando de um modelo matemático e que seu objetivo, assim como de qualquer outro modelo, não é o de fornecer a resposta correta para a realidade estudada, e sim ajudar o analista a entendê-la da forma mais completa possível, para que possa, juntamente com análise de fatores que o modelo não contempla, tomar uma decisão.

Por este motivo, o que será feito neste capítulo será a geração de alguns cenários e análises de sensibilidade nos modelos otimizados. Também se desenvolverá uma análise do nível de serviço de cada uma das alternativas e uma análise qualitativa das mesmas.

Não podemos esquecer do impacto de mudanças na configuração atual, como aumento ou diminuição do volume ou mudanças na estrutura de custos como terceirizações.

Da mesma forma, serão analisados eventos como abertura, fechamento e ampliação de CDs. Devemos saber se as mudanças na configuração da malha atual valem a pena face aos resultados de uma malha modificada.

Finalmente, realizar-se-á uma análise integrada das alternativa estudadas.

5.1 Consolidação do modelo

Uma vez construído o modelo matemático e modelados todos os custos envolvidos na operação, vamos testá-lo com os valores de custo e volume do orçamento. Isso nos possibilitará avaliar a adequação do modelo.

Esta etapa também tem o objetivo de comprovar as premissas adotadas quando foram construídos os modelos de custo.

Desta forma, definimos o volume de cada uma das cidades da seguinte maneira: o volume projetado para cada filial foi dividido entre as cidades na mesma proporção do volume real do ano 2000. Os custos também estão todos parametrizados conforme a tabela final do capítulo 4, exceto o custo da conta pessoal na distribuição de Recife, já que, conforme foi explicado temos custos de manufatura envolvidos nesta conta. Averiguou-se, junto ao encarregado de distribuição de Recife, que os 10.822 reais de conta pessoal de armazenagem envolvem as pessoas diretamente ligadas com a operação de separação, carregamento de caminhões, conferência de carga, recebimento de dinheiro e cheques na volta dos caminhões, etc. Fica claro que estamos tratando das atividades que devemos considerar nas contas de pessoal de armazenagem e distribuição.

Vamos verificar o total de custos de transferência, distribuição e armazenagem e o custo total da operação respondido pelo modelo e compará-los com o orçamento. Espera-se pequenas diferenças, já que toda a modelagem dos custos se mostrou bastante consistente.

A tabela 5.1 mostra a resposta do modelo para os custos e volumes considerados.

	Orçamento	Modelo	Variação
Distribuição	1.017.058	1.064.133	4,6%
Armazenagem	487.490	471.865	-3,2%
Transferência	372.763	387.608	4,0%
TOTAL	1.877.311	1.923.606	2,5%

Tabela 5.1 – Resposta do modelo para a configuração atual.

Podemos notar que o modelo está bastante consistente e que os custos apresentam diferenças bastante razoáveis em relação ao orçamento para este tipo de cálculo.

Desta forma, podemos considerar o modelo consistente e iniciar o processo de otimização, simulações e geração de cenários.

5.2 Modelo Otimizado

Primeiramente, vamos rodar o modelo com os custos modelados e os volumes propostos no capítulo 4.

Nesta etapa, não vamos impor nenhuma restrição ao modelo. Vamos simplesmente minimizar os custos e avaliar o número, a localização e a área de cobertura dos CDs e compará-los com a situação atual.

A tabela 5.2 mostra o resultado da otimização do modelo.

	CD	Volume do CD (litros)	Transferência (R\$)	Armazenagem (R\$)	Distribuição (R\$)	Total (R\$)
Total	10	3.919.952	327.799	441.765	831.124	1.600.688
FORTALEZA	1	769.459	62.472	81.066	126.860	270.398
RECIFE	1	1.016.089	2.404	85.974	172.514	260.891
SALVADOR	1	659.157	59.051	78.871	96.294	234.215
NATAL	1	327.998	11.506	33.842	56.349	101.697
BELEM	1	256.229	56.476	30.253	58.921	145.650
SAO LUIS	1	190.601	30.466	26.972	55.567	113.005
MANAUS	1	198.954	71.889	27.389	56.021	155.299
JOAO PESSOA	-	-	-	-	-	-
MACEIO	1	158.346	5.065	25.359	53.813	84.237
ARACAJU	1	203.712	11.200	27.627	102.003	140.831
TEREZINA	1	139.408	17.270	24.412	52.783	94.465

Tabela 5.2 – Resultado do modelo otimizado.

Podemos notar que a solução otimizada do modelo mantém o número e a localização dos CDs. As mudanças vem na área de cobertura de cada um. O modelo calcula, para cada cidade, a melhor opção de atendimento. A configuração proposta pelo modelo é a representada na Figura 5.1.

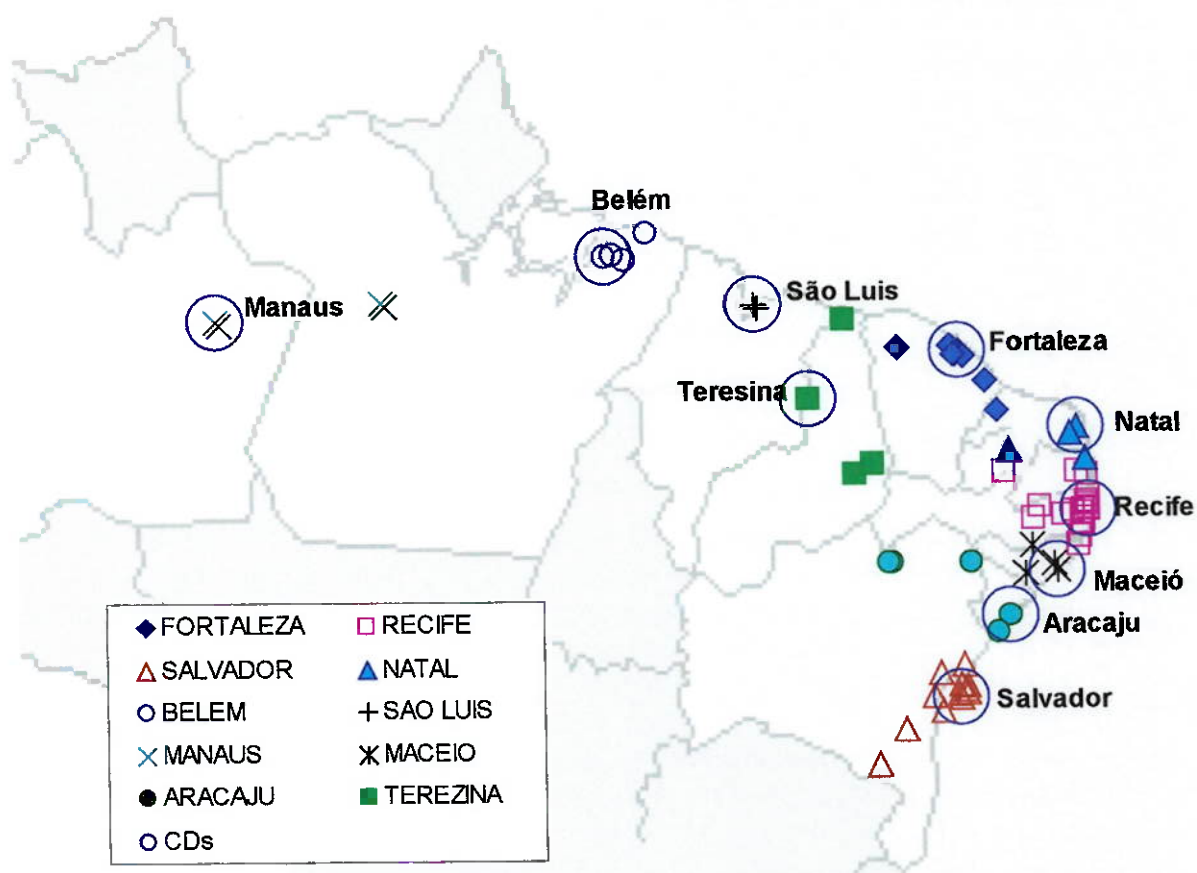


Figura 5.1 – Configuração da solução ótima do modelo.

Podemos notar que existem algumas mudanças em relação à situação atual. O norte da Bahia é atendido por Aracaju, a Paraíba é dividida entre os CDs de Recife e Natal e a parte oeste do Rio Grande do Norte é atendida através de Fortaleza.

Poderíamos esperar uma configuração próxima à encontrada, principalmente por dois motivos:

- demanda fortemente concentrada nas capitais, que estão distantes umas das outras de mais de 240 km, com exceção de João Pessoa e Recife, que estão a 135 km.
- estrutura de custos: como os custos mais representativos, fundamentalmente o custo de distribuição, são variáveis com o volume e a distância, o modelo busca vários pontos de atendimento de demanda, de forma a

minimizar as distâncias de distribuição às maiores concentrações de volume, mesmo que isso incorra em custos fixos.

Isso pode ser comprovado pelo gráfico 5.1, que agrupa os gastos do orçamento em quatro categorias.

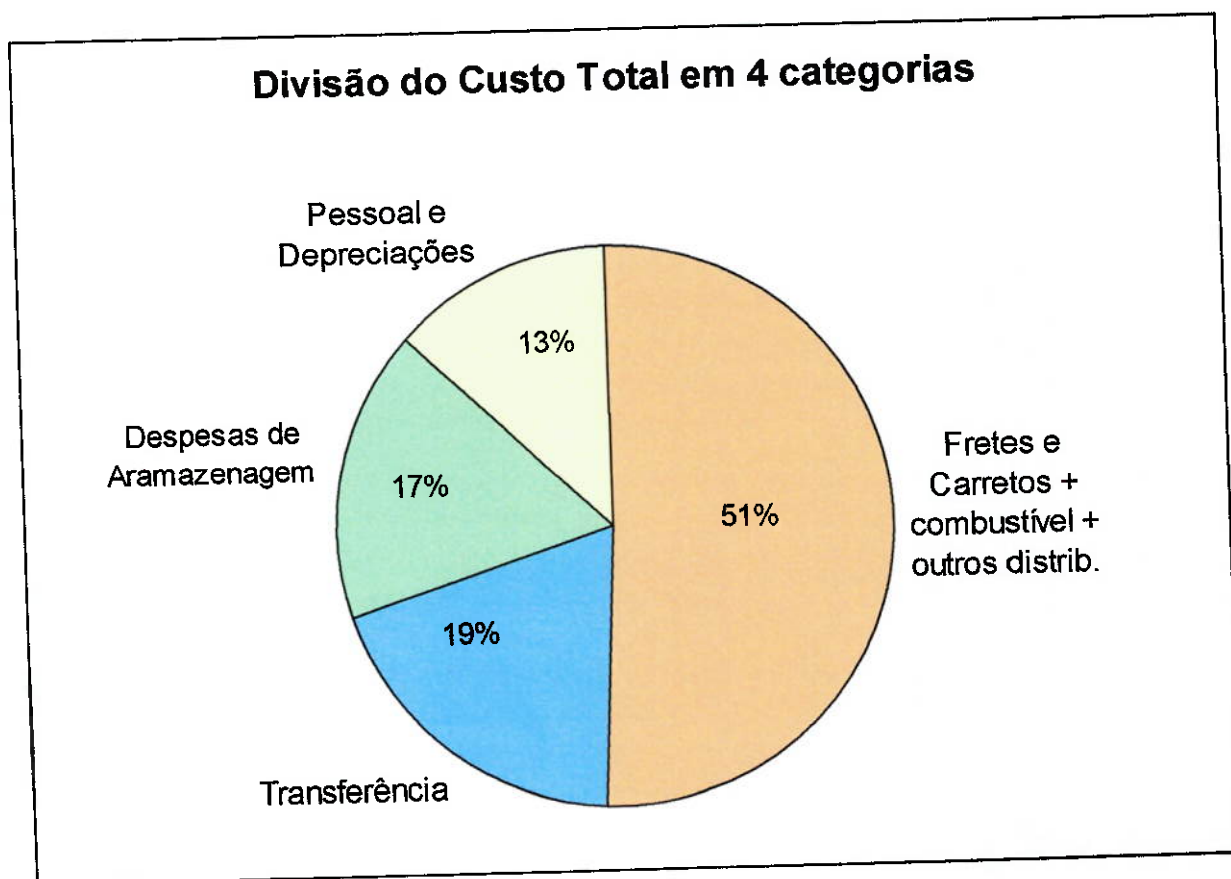


Gráfico 5.1 – Custo Total dividido em quatro categorias.

O gráfico 5.1 mostra com clareza o que queríamos demonstrar. Podemos notar que os custos de transferência e distribuição, exceto pessoal e depreciação, correspondem a 70% do custo total da operação.

5.3 Cenários

Uma vez conhecida a solução ótima do modelo, vamos conhecer algumas outras soluções com diferentes números de CDs. Isso serve, entre outras coisas, para conhecermos o comportamento dos custos e do atendimento em diferentes configurações, quais são os CDs mais importantes, e aqueles descartados em nas diferentes situações.

Vamos avaliar quatro configurações aumentando o número de CDs e quatro diminuindo-os. Desta maneira, teremos mais oito cenários com 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13 e 14 CDs.

Estes cenários são viabilizados no modelo através da adição de uma restrição que obriga a soma das variáveis binárias de abertura ou fechamento de CDs a ser igual ao número desejado de CDs:

$$\sum_j Z_j = n; \forall k$$

onde,

n = número total de CDs desejados na simulação.

Vamos apresentar os resultados de cada um dos cenários através das tabelas 5.3 a 5.10.

	CD	Volume do CD (litros)	Transferência (R\$)	Armazenagem (R\$)	Distribuição (R\$)	Total (R\$)
Total	6	3.919.952	323.084	351.228	1.157.862	1.832.174
FORTALEZA	1	769.459	62.472	81.066	126.860	270.398
RECIFE	1	1.502.433	3.127	95.652	467.916	566.695
SALVADOR	1	862.870	77.024	82.925	268.402	428.351
NATAL	-	-	-	-	-	-
BELEM	1	256.229	56.476	30.253	58.921	145.650
SAO LUIS	1	330.008	52.097	33.942	179.741	265.780
MANAUS	1	198.954	71.889	27.389	56.021	155.299

Tabela 5.3 – Configuração para malha com 6 CDs.

	CD	Volume do CD (litros)	Transferência (R\$)	Armazenagem (R\$)	Distribuição (R\$)	Total (R\$)
Total	7	3.919.952	334.103	378.542	1.003.138	1.715.783
FORTALEZA	1	769.459	62.472	81.066	126.860	270.398
RECIFE	1	1.174.435	2.639	89.125	256.844	348.608
SALVADOR	1	862.870	77.024	82.925	268.402	428.351
NATAL	1	327.998	11.506	33.842	56.349	101.697
BELEM	1	256.229	56.476	30.253	58.921	145.650
SAO LUIS	1	330.008	52.097	33.942	179.741	265.780
MANAUS	1	198.954	71.889	27.389	56.021	155.299

Tabela 5.4 – Configuração para malha com 7 CDs.

	CD	Volume do CD (litros)	Transferência (R\$)	Armazenagem (R\$)	Distribuição (R\$)	Total (R\$)
Total	8	3.919.952	329.742	395.984	931.747	1.657.472
FORTALEZA	1	769.459	62.472	81.066	126.860	270.398
RECIFE	1	1.174.435	2.639	89.125	256.844	348.608
SALVADOR	1	862.870	77.024	82.925	268.402	428.351
NATAL	1	327.998	11.506	33.842	56.349	101.697
BELEM	1	256.229	56.476	30.253	58.921	145.650
SAO LUIS	1	190.601	30.466	26.972	55.567	113.005
MANAUS	1	198.954	71.889	27.389	56.021	155.299
JOAO PESSOA	-	-	-	-	-	-
MACEIO	-	-	-	-	-	-
ARACAJU	-	-	-	-	-	-
TEREZINA	1	139.408	17.270	24.412	52.783	94.465

Tabela 5.5 – Configuração para malha com 8 CDs.

	CD	Volume do CD (litros)	Transferência (R\$)	Armazenagem (R\$)	Distribuição (R\$)	Total (R\$)
Total	9	3.919.952	322.969	419.557	861.641	1.604.167
FORTALEZA	1	769.459	62.472	81.066	126.860	270.398
RECIFE	1	1.174.435	2.639	89.125	256.844	348.608
SALVADOR	1	659.157	59.051	78.871	96.294	234.215
NATAL	1	327.998	11.506	33.842	56.349	101.697
BELEM	1	256.229	56.476	30.253	58.921	145.650
SAO LUIS	1	190.601	30.466	26.972	55.567	113.005
MANAUS	1	198.954	71.889	27.389	56.021	155.299
JOAO PESSOA	-	-	-	-	-	-
MACEIO	-	-	-	-	-	-
ARACAJU	1	203.712	11.200	27.627	102.003	140.831
TEREZINA	1	139.408	17.270	24.412	52.783	94.465

Tabela 5.6 – Configuração para malha com 9 CDs.

	CD	Volume do CD (litros)	Transferência (R\$)	Armazenagem (R\$)	Distribuição (R\$)	Total (R\$)
Total	11	3.919.952	330.189	459.207	830.604	1.619.999
FORTALEZA	1	769.459	62.472	81.066	126.860	270.398
RECIFE	1	1.016.089	2.404	85.974	172.514	260.891
SALVADOR	1	659.157	59.051	78.871	96.294	234.215
NATAL	1	327.998	11.506	33.842	56.349	101.697
BELEM	1	256.229	56.476	30.253	58.921	145.650
SAO LUIS	1	190.601	30.466	26.972	55.567	113.005
MANAUS	1	198.954	71.889	27.389	56.021	155.299
JOAO PESSOA	-	-	-	-	-	-
MACEIO	1	158.346	5.065	25.359	53.813	84.237
ARACAJU	1	155.368	8.754	25.210	53.651	87.615
TEREZINA	1	139.408	17.270	24.412	52.783	94.465
JABOATAO	-	-	-	-	-	-
OLINDA	-	-	-	-	-	-
LAURO DE FREITAS	-	-	-	-	-	-
ANANINDEUA	-	-	-	-	-	-
FEIRA DE SANTANA	-	-	-	-	-	-
PETROLINA	1	48.344	4.836	19.859	47.832	72.527

Tabela 5.7 – Configuração para malha com 11 CDs.

	CD	Volume do CD (litros)	Transferência (R\$)	Armazenagem (R\$)	Distribuição (R\$)	Total (R\$)
Total	12	3.919.952	333.190	481.880	835.265	1.650.335
FORTALEZA	1	769.459	62.472	81.066	126.860	270.398
RECIFE	1	842.285	2.145	82.515	122.522	207.182
SALVADOR	1	659.157	59.051	78.871	96.294	234.215
NATAL	1	327.998	11.506	33.842	56.349	101.697
BELEM	1	256.229	56.476	30.253	58.921	145.650
SAO LUIS	1	190.601	30.466	26.972	55.567	113.005
MANAUS	1	198.954	71.889	27.389	56.021	155.299
JOAO PESSOA	1	173.804	3.259	26.132	54.653	84.045
MACEIO	1	158.346	5.065	25.359	53.813	84.237
ARACAJU	1	155.368	8.754	25.210	53.651	87.615
TEREZINA	1	139.408	17.270	24.412	52.783	94.465
JABOATAO	-	-	-	-	-	-
OLINDA	-	-	-	-	-	-
LAURO DE FREITAS	-	-	-	-	-	-
ANANINDEUA	-	-	-	-	-	-
FEIRA DE SANTANA	-	-	-	-	-	-
PETROLINA	1	48.344	4.836	19.859	47.832	72.527

Tabela 5.8 – Configuração para malha com 12 CDs.

	CD	Volume do CD (litros)	Transferência (R\$)	Armazenagem (R\$)	Distribuição (R\$)	Total (R\$)
Total	13	3.919.952	332.725	500.811	855.516	1.689.052
FORTALEZA	1	719.986	58.513	80.082	99.218	237.813
RECIFE	1	842.285	2.145	82.515	122.522	207.182
SALVADOR	1	659.157	59.051	78.871	96.294	234.215
NATAL	1	327.998	11.506	33.842	56.349	101.697
BELEM	1	256.229	56.476	30.253	58.921	145.650
SAO LUIS	1	190.601	30.466	26.972	55.567	113.005
MANAUS	1	198.954	71.889	27.389	56.021	155.299
JOAO PESSOA	1	173.804	3.259	26.132	54.653	84.045
MACEIO	1	158.346	5.065	25.359	53.813	84.237
ARACAJU	1	155.368	8.754	25.210	53.651	87.615
TEREZINA	1	139.408	17.270	24.412	52.783	94.465
JABOATAO	-	-	-	-	-	-
OLINDA	-	-	-	-	-	-
LAURO DE FREITAS	-	-	-	-	-	-
ANANINDEUA	-	-	-	-	-	-
FEIRA DE SANTANA	-	-	-	-	-	-
PETROLINA	1	48.344	4.836	19.859	47.832	72.527
MOSSORO	1	49.473	3.494	19.915	47.893	71.303

Tabela 5.9 – Configuração para malha com 13 CDs.

	CD	Volume do CD (litros)	Transferência (R\$)	Armazenagem (R\$)	Distribuição (R\$)	Total (R\$)
Total	14	3.919.952	334.982	520.255	874.479	1.729.716
FORTALEZA	1	719.986	58.513	80.082	99.218	237.813
RECIFE	1	775.748	2.046	81.191	92.664	175.901
SALVADOR	1	659.157	59.051	78.871	96.294	234.215
NATAL	1	327.998	11.506	33.842	56.349	101.697
BELEM	1	256.229	56.476	30.253	58.921	145.650
SAO LUIS	1	190.601	30.466	26.972	55.567	113.005
MANAUS	1	198.954	71.889	27.389	56.021	155.299
JOAO PESSOA	1	173.804	3.259	26.132	54.653	84.045
MACEIO	1	158.346	5.065	25.359	53.813	84.237
ARACAJU	1	155.368	8.754	25.210	53.651	87.615
TEREZINA	1	139.408	17.270	24.412	52.783	94.465
JABOATAO	-	-	-	-	-	-
OLINDA	-	-	-	-	-	-
LAURO DE FREITAS	-	-	-	-	-	-
ANANINDEUA	-	-	-	-	-	-
FEIRA DE SANTANA	-	-	-	-	-	-
PETROLINA	1	48.344	4.836	19.859	47.832	72.527
MOSSORO	1	49.473	3.494	19.915	47.893	71.303
CARUARU	1	66.537	2.356	20.768	48.821	71.946

Tabela 5.10 – Configuração para malha com 14 CDs.

5.4 Análise e comparação das soluções

Dadas as tabelas de cada uma das configurações, vamos analisá-la em seus custos e áreas de atendimento.

Em primeiro lugar, é interessante notar quais são os CDs retirados e adicionados em cada uma das configurações e o impacto destas ações nos demais CDs. A tabela 5.11 nos mostra quais são os CDs adicionados e retirados em cada simulação e a migração de volume nos demais CDs.

Configuração	CD	Volume
9 CDs em relação a 10 CDs	- Maceió	de Maceió para Recife
8 CDs em relação a 9 CDs	- Aracaju	de Aracaju para Salvador
7 CDs em relação a 8 CDs	- Teresina	de Teresina para São Luis
6 CDs em relação a 7 CDs	- Natal	de Natal para Recife
11 CDs em relação a 10 CDs	+ Petrolina	de Aracaju para Petrolina
12 CDs em relação a 11 CDs	+ João Pessoa	de Recife para João Pessoa
13 CDs em relação a 12 CDs	+ Mossoró	de Fortaleza para Mossoró
14 CDs em relação a 13 CDs	+ Caruaru	de Recife para Caruaru

Tabela 5.11 – Migrações de volume em cada simulação.

Quando fazemos este tipo de análise, uma análise espacial é fundamental para visualizarmos as mudanças, utilizaremos as figuras 5.2 e 5.3 para visualizarmos as migrações de volume na remoção e adição de CDs, respectivamente.

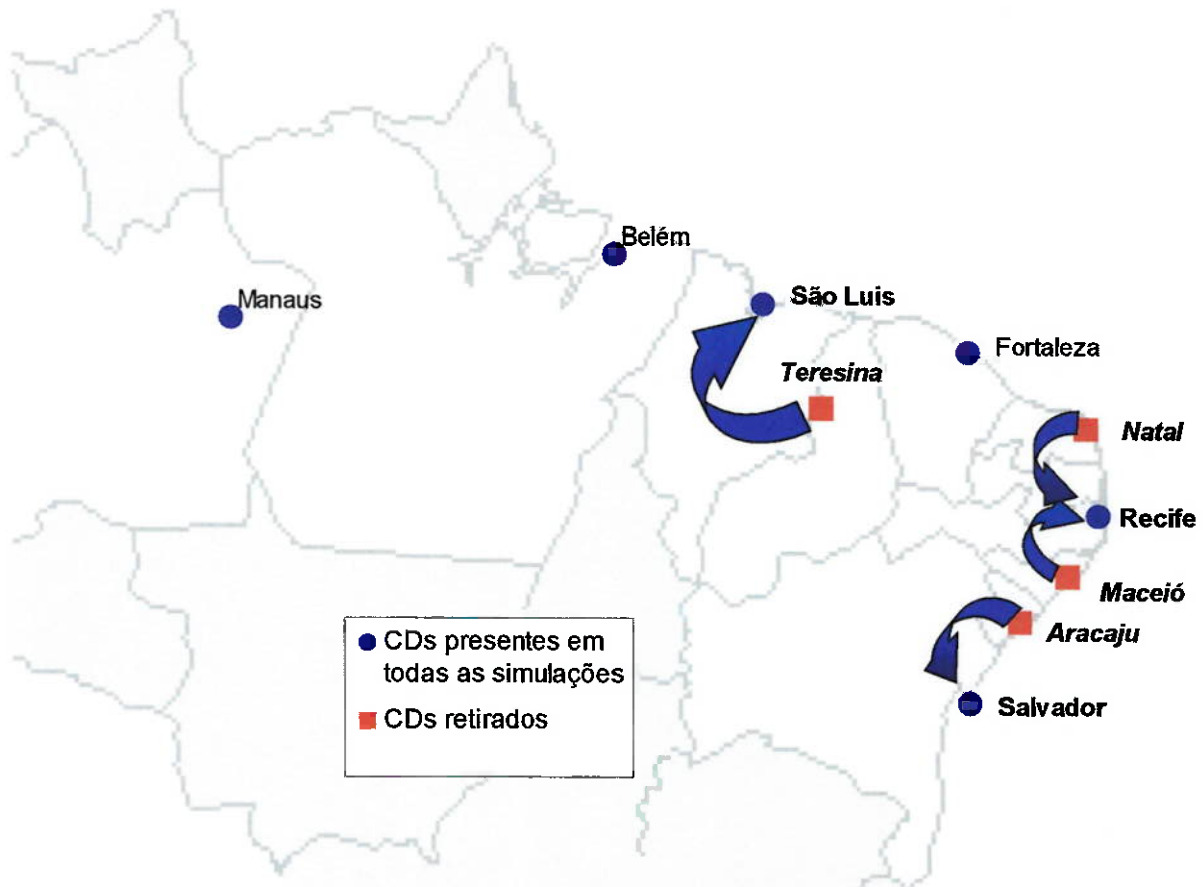


Figura 5.2 – CDs retirados da configuração otimizada e migração de volume.

A ordem de retirada dos CDs foi Maceió, Aracaju, Teresina e Natal. Pode-se notar que foram retirados em primeiro lugar dois CDs relativamente pequenos e relativamente próximos de outros CDs maiores. Posteriormente, foi retirado o CD Teresina, que era o menor CD em volume desde a configuração otimizada, que passou a ser atendido por São Luis. Finalmente, retira-se o CD Natal, que passa a ter sua área atendida a partir de Recife.



Figura 5.3 – CDs adicionados à configuração otimizada e migração de volume.

Os CDs adicionados à configuração otimizada foram, na ordem, Petrolina, João Pessoa, Mossoró e Caruaru. Mais uma vez, notamos a busca de pontos de demanda significativos, como João Pessoa, ou pontos de demanda pouco menor, porém mais distante de CDs, que é o caso de Petrolina.

Com estas simulações podemos notar que o critério de volume e distância é realmente o mais relevante para a estrutura estudada. Tanto na adição como na remoção de CDs, podemos notar com clareza este tipo de análise.

É interessante notar que os CDs de Manaus e Belém não participaram sequer da migração de volume nestas simulações. Eles são pontos de demanda significativa e que estão praticamente isolados do resto da malha, com possibilidades remotas de atenderem outras áreas e de terem suas áreas atendidas por outros CDs.

Feita a análise de localização dos CDs e áreas de cobertura, partimos para a análise do comportamento dos custos. A tabela 5.12 mostra o comportamento dos custos e os crescimentos para cada simulação realizada.

Número de CDs	Transferência	Armazenagem	Distribuição	TOTAL	Crescimento em relação à configuração anterior	Crescimento em relação ao ótimo
6	323.084	351.228	1.157.862	1.832.174	7%	14%
7	334.103	378.542	1.003.138	1.715.783	4%	7%
8	329.742	395.984	931.747	1.657.472	3%	4%
9	322.969	419.557	861.641	1.604.167	0%	0%
10	327.799	441.765	831.124	1.600.688	-	-
11	330.189	459.207	830.604	1.619.999	1%	1%
12	333.190	481.880	835.265	1.650.335	2%	3%
13	332.725	500.811	855.516	1.689.052	2%	6%
14	334.982	520.255	874.479	1.729.716	2%	8%

Tabela 5.12 – Custos e crescimento do custo total para cada configuração.

Esta tabela nos mostra crescimentos mais significativos de custo, tanto em relação às configurações anteriores como em relação ao ótimo, nas configurações com menor número de CDs. Isto se deve ao fato de o custo de distribuição ser o mais significativo e apresentar os crescimentos maiores quando há menos CDs na malha.

Antes de conferirmos o comportamento de cada um dos custos, analisemos o gráfico 5.1, que nos mostra os custos por atividade e total para as configurações.

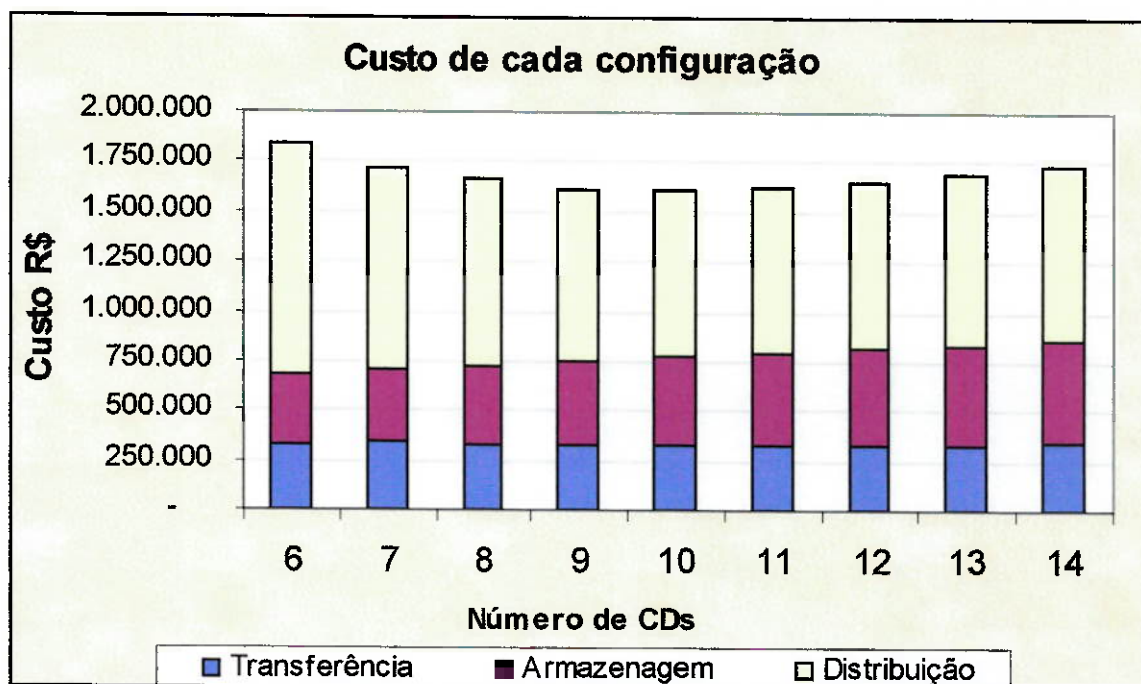


Gráfico 5.1 – Custos para cada configuração da malha.

Notamos a configuração otimizada com 10 CDs com o menor custo e um acréscimo de custos conforme nos distanciamos o número de CDs da malha de 10, que é o ótimo para os volumes e custos estudados.

Para melhor compreensão do comportamento do custo total, vamos estudar o comportamento de cada um dos custos. Os gráficos 5.2, 5.3 e 5.4 nos mostram o comportamento dos custos de distribuição, armazenagem e transferência, respectivamente. As escalas do eixo y, que representa os custos, estão com seus limites iguais, para que possamos analisar concomitantemente a magnitude de cada um deles.

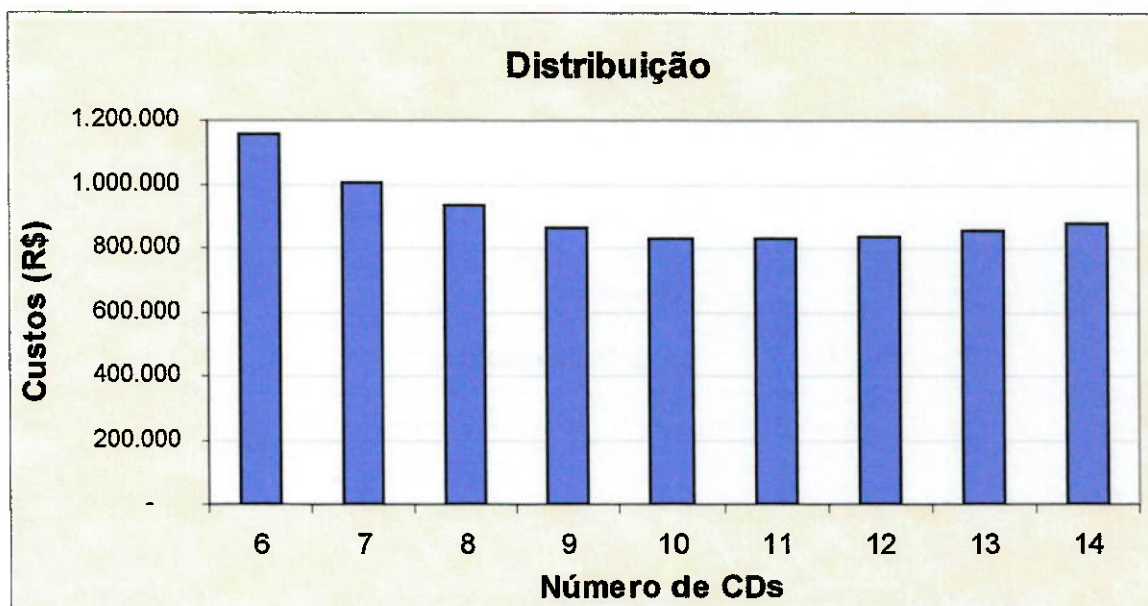


Gráfico 5.2 – Custos de distribuição para cada configuração da malha.

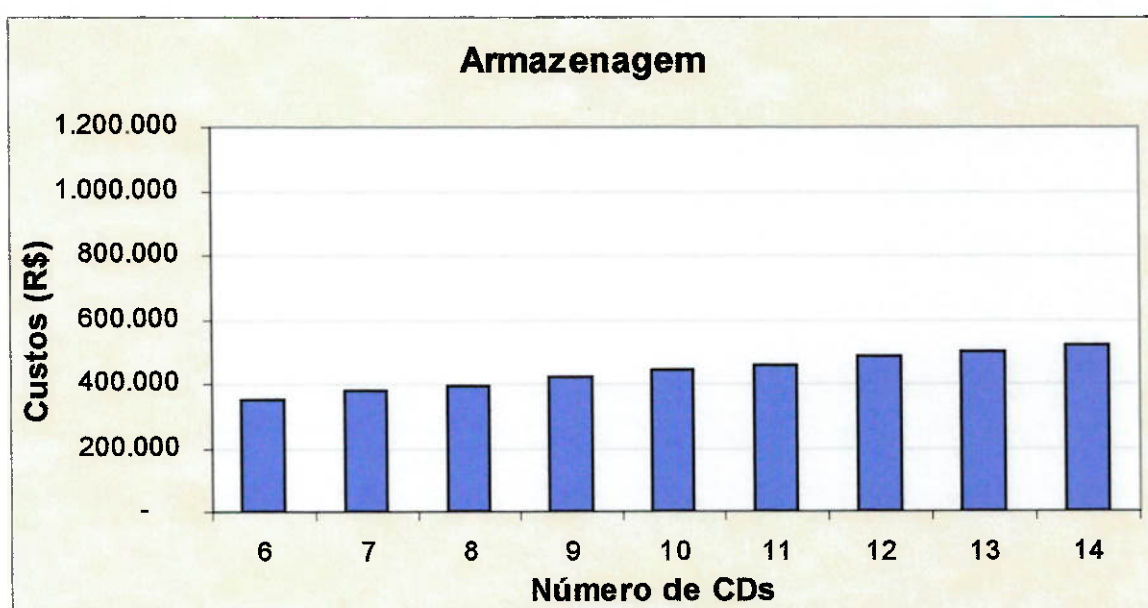


Gráfico 5.3 – Custos de armazenagem para cada configuração da malha.

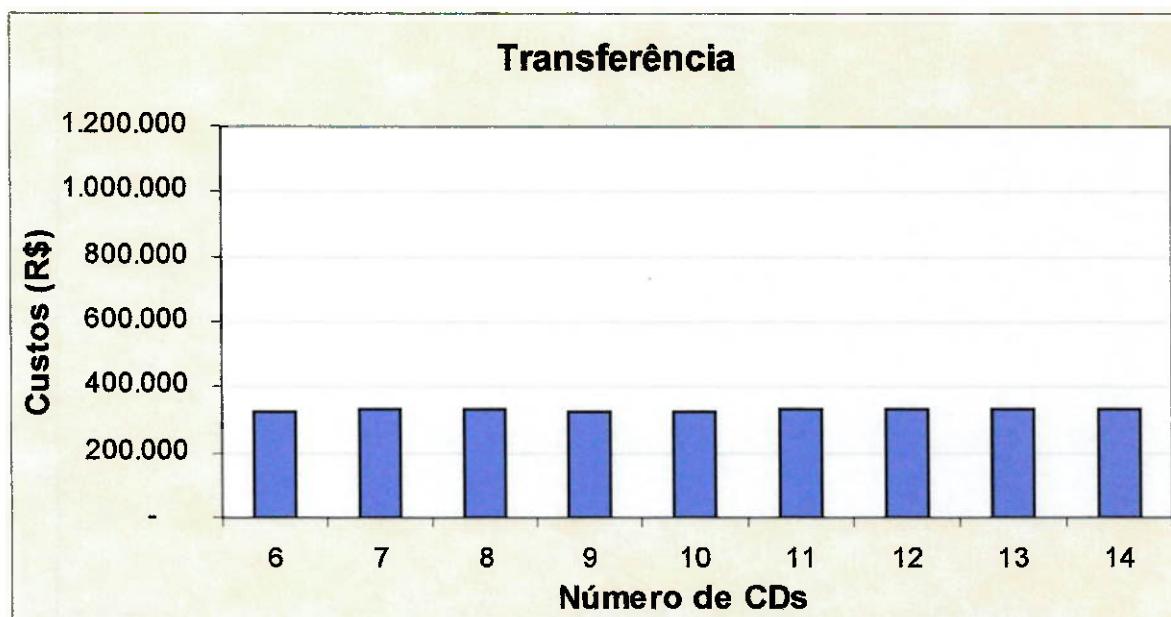


Gráfico 5.4 – Custos de transferência para cada configuração da malha.

Na análise dos três gráficos acima, notamos, uma vez mais, que os custos de distribuição são os mais significativos. Devemos lembrar que estes custos envolvem custos fixos e variáveis, desta maneira, notamos seu crescimento com o aumento e com a diminuição do número de CDs. Quando aumentamos o número de CDs, aumentamos os custos fixos e diminuimos o variável, já que estamos mais perto dos pontos de demanda e vice-versa.

Como os custos variáveis de distribuição são mais representativos, observamos um maior crescimento dos custos de distribuição com o decréscimo do número de CDs.

É interessante notar que, quando mudamos a malha de 10 para 11 CDs, o custo de distribuição reduziu. Isso significa que a redução nos custos variáveis de distribuição com a inclusão do CD de Petrolina foi maior do que o acréscimo de custos fixos de distribuição.

Os custos de armazenagem são em sua maioria fixos, desta forma, o comportamento esperado para o custo de armazenagem era exatamente o verificado no gráfico 5.3: crescente com o número de CDs.

Já o gráfico 5.4 nos mostra que os custos de transferência não variam de modo significativo, se mantendo na faixa entre os 323 e 335 mil reais. Este custo pode ser mais afetado pela localização dos CDs do que pelo quantidade deles.

5.5 Nível de Serviço

Agora que conhecemos os comportamentos dos custos e volumes devemos realizar uma das análises mais importantes para este tipo de trabalho, que é a análise de nível de serviço.

Já se realizou uma discussão conceitual deste tópico anteriormente, o objetivo deste item é mensurar e comparar o nível de serviço de cada uma das alternativas.

Precisamos de medidas objetivas para o nível de serviço. Para isso, vamos lembrar o ciclo do pedido. A figura 2.5 nos mostra o ciclo do pedido de uma operação típica. Podemos notar que as atividades até o carregamento do caminhão tendem a não ter grandes variações, enquanto a atividade de entregas têm efetivamente uma grande variação em seu tempo. Esta variação é função do tamanho da rota do caminhão. Conforme discutido anteriormente, temos rotas de mais de 700 km. Desta forma, a componente fundamental para o estudo do nível de serviço é a atividade de distribuição.

Podemos considerar que os caminhões rodam nas estradas do nordeste a uma média de 60 km por hora. Desta forma, se considerarmos que são necessárias 5 horas para as entregas e que uma equipe pode trabalhar 10 horas por dia, porque temos 2 horas-extra e as rotas não são diárias, temos 2 horas e meia para o deslocamento até o ponto mais distante da rota, ou uma distância de 150 km.

Porém, quanto mais perto dos grandes centros, menos concentrado o volume tende a ser, havendo uma série de cidades nas quais o caminhão deve passar. O contrário ocorre quando nos afastamos dos grandes centros, havendo menos cidades e o volume mais concentrado no roteiro.

A pratica mostra que até 200 km podemos ter rotas nas quais os caminhões retornam no mesmo dia. Até 400 km o caminhão pode ir num dia e retornar no outro. O caminhão viaja, inicia as entregas, no outro dia encerra as

entregas e retorna. Para distâncias maiores que 400 km, temos rotas maiores, que chegam a durar uma semana.

Portanto, iremos utilizar a distância do CD aos pontos de demanda como medida do nível de serviço. Utilizaremos alguns indicadores para comparar cada uma das alternativas.

Em primeiro lugar, vamos medir a distância média dos pontos de demanda aos CDs, as 10 maiores distâncias, assim como o desvio-padrão destas medidas, escolheu-se esta medida de dispersão por ser uma das mais representativas na estatística e por se apresentar na unidade da grandeza medida, segundo Costa Neto (1977). Estes dados estão representados na tabela 5.13.

Número de CDs	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Distância média	183	171	156	138	128	111	106	97	91
Desvio Padrão	184	183	167	151	150	133	133	127	125
Maior distância	679	679	679	679	679	679	679	679	679
2ª Maior distância	637	637	586	533	533	426	426	426	426
3ª Maior distância	586	586	583	524	524	372	357	357	357
4ª Maior distância	583	583	518	426	426	357	343	343	343
5ª Maior distância	556	556	426	372	372	343	342	342	342
6ª Maior distância	518	518	372	357	357	342	341	261	261
7ª Maior distância	426	426	370	343	343	287	287	256	256
8ª Maior distância	423	423	357	342	342	277	277	246	246
9ª Maior distância	392	372	351	287	287	261	261	241	216
10ª Maior distância	372	370	343	277	277	256	256	221	191

Tabela 5.13 – Indicadores de nível de serviço em km.

Notamos que, conforme esperado, qualquer indicador de nível de serviço melhora com o aumento do número de CDs. A distância média cai pela metade quando analisamos os dois extremos: 6 e 14 CDs. Pode-se notar, da mesma forma, que o desvio padrão também diminui com o aumento do número de CDs. Isso significa que quanto mais CDs temos, mais homogêneo será nosso serviço.

Além disso, notamos que a solução ótima já tem um nível de serviço bom, o que poderia-se esperar, dado que o custo preponderante é o de distribuição.

Outra forma de constatarmos isso é a análise das maiores distâncias. Conforme mais CDs são inseridos na malha, vamos eliminando grandes distâncias e cidades "isoladas".

O gráfico 5.5 nos mostra a evolução da distância média das cidades aos CDs.

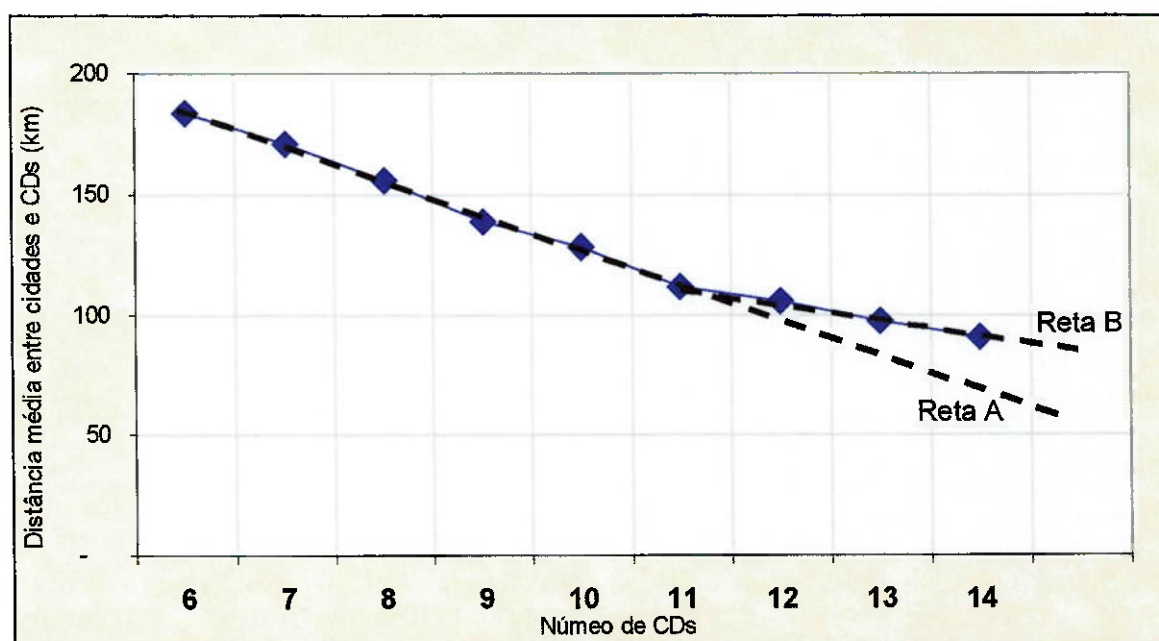


Gráfico 5.5 – Distância média das cidades aos CDs que as atendem.

No gráfico podemos notar claramente que a curva tem o comportamento de duas retas. O que ocorre é que a distância média entre as cidades cai numa proporção menor a partir da adição do 12º CD. A figura 5.3 nos auxilia no entendimento desta situação. O que acontece é que os CDs de João Pessoa, Mossoró e Caruaru estão relativamente próximos ao CDs dos quais eram atendidas, respectivamente 135, 153 e 243 km, o que ocasiona numa queda menor da distância dos pontos de demanda aos CDs.

O mesmo não ocorre com Petrolina, por exemplo, que está relativamente distante, 603 km até Aracaju, que era o CD que a abastecia.

Esta análise, porém deve sempre vir acompanhada dos custos envolvidos. Vamos analisar, para as opções nas quais aumentamos o número de CDs, a melhora no nível de serviço e o aumento de custos. A tabela 5.14 mostra esta análise.

	11	12	13	14
(I) Diminuição da distância média cidades e CDs em relação ao	13%	17%	24%	29%
(II) Aumento do custo total em ótimo	1%	3%	6%	8%
(I) / (II)	10,8	5,6	4,3	3,6

Tabela 5.14 – Melhoria do nível de serviço e aumento de custos.

A análise da tabela 5.14 indica que, quando analisamos os custos totais e a distância média entre as cidades e os CDs, a opção de 11 CDs parece a mais adequada, já que, para cada ponto percentual de aumento de custo, temos quase 11 pontos percentuais de melhoria no nível de serviço. Além disso, vale destacar que o aumento no custo é bastante aceitável (1%).

Devemos fazer também uma análise que leve em conta o volume quando discutimos nível de serviço. Para isso, vamos avaliar qual a porcentagem do volume está localizada em faixas de distância dos CDs das diferentes configurações. O gráfico 5.6 mostra esta análise.

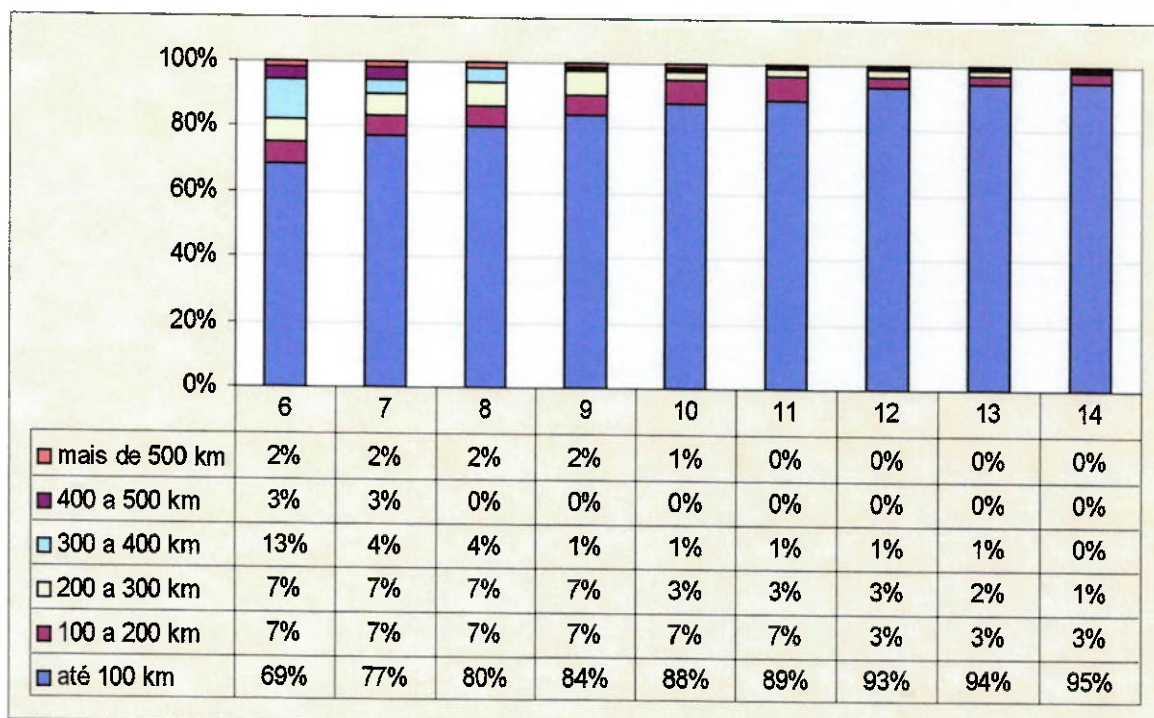


Gráfico 5.6 – Porcentagem do volume por faixa de distância dos CDs.

Notamos que quando temos 14 CDs na malha, 95% do volume está localizado a até 100 km de algum CD. Quando temos 6 CDs, esta porcentagem se restringe a menos de 70%.

Devemos sempre tentar evitar que CDs atendam cidades muito distantes. As duas faixas mais distantes devem ser evitadas, sempre que possível. Para distâncias até 400 km ainda podemos mandar o caminhão num dia e tê-lo de volta no outro, evitando longos períodos fora do CD, com riscos para a mercadoria e indisponibilidade do veículo e da equipe.

Da mesma forma, devemos sempre buscar a faixa até 100 km. Nesta faixa o caminhão consegue retornar ao CD no mesmo dia e realizar as entregas com relativa tranquilidade. A alternativa com 11 CDs já parece bastante razoável, notamos ainda uma melhora na alternativa com 12 CDs, porém de 13 CDs em diante, a melhora é marginal para o aumento de custos.

5.6 Análise de Sensibilidade

Entendidos os comportamentos dos custos, do volume e sua migração e das áreas de cobertura podemos considerar que já entendemos o problema de uma maneira ampla, porém todas as análises feitas até aqui foram feitas com a estrutura atual de custos e volume.

Para o entendimento completo do problema, é necessário estudar as possíveis variações no contexto estudado. Analisaremos variações no volumes e custos, seus impactos na malha logística e os limites para a configuração encontrada.

Primeiramente, vamos estudar as variações de volume. A solução ótima encontrada para este problema é válida para uma faixa de volume que inclui o volume estudado. Sabemos que existem custos fixos e variáveis neste estudo. O gráfico 5.1 nos ajuda a entender o impacto do volume no problema proposto.

A abertura de CDs significa aumento de custos fixos de armazenagem e distribuição e redução dos custos variáveis de distribuição. Portanto, um CD será aberto sempre que, para determinado conjunto de cidades que formarão a área de cobertura do novo CD, a soma dos custos fixos e variáveis do novo CD for menor que o custo de atendimento deste conjunto de cidades por um ou mais CDs existentes.

Entendido o impacto do volume na malha logística, vamos calcular os limites de volume para os quais a solução encontrada é válida. Vale lembrar que não foi identificada nenhuma tendência de migração de volume. Este fato, assim como crescimento desiguais de regiões, poderia tanto alterar o número como a localização dos CDs. A gráfico 5.6 nos mostra estes limites.

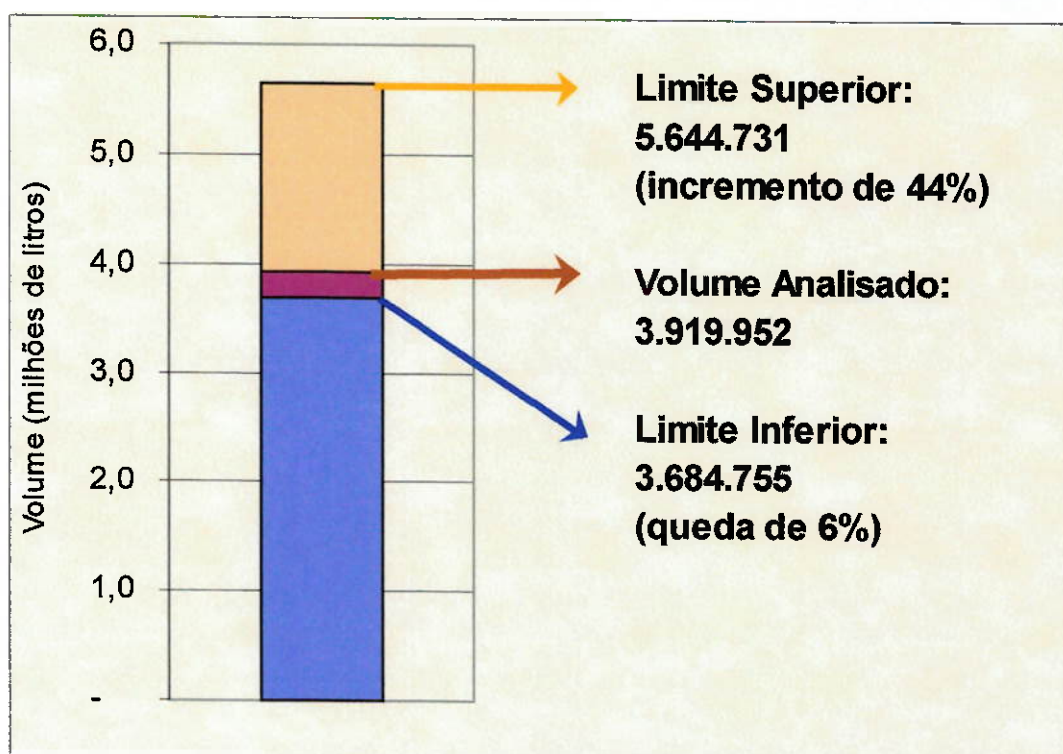


Gráfico 5.6 – Limites de volume para a configuração otimizada encontrada.

A solução ótima é válida para volumes entre 3,7 e 5,6 milhões de litros anuais. Para volumes menores que o limite inferior, a malha otimizada fica com 9 CDs, já para volumes acima do limite superior, fica com 11. Notamos que pode haver uma queda de 6% e um aumento de 44% no volume, que ainda assim este se mantém dentro da faixa. Sabemos que as previsões são de crescimento de volume, e temos uma boa margem para este crescimento. Porém, vale lembrar que uma análise cuidadosa deve ser realizada, levando em conta outros aspectos como nível de serviço, ampliação de CDs, entre outros.

Outra análise importante a se realizar neste momento é a análise da estrutura de custos entre fixos e variáveis. Os custos de transferência e distribuição são predominantemente variáveis, pela própria natureza da operação, porém os custos de armazenagem, conforme já foi discutido podem apresentar estruturas com mais custos fixos, pela necessidade da estrutura e o tipo de atividades realizadas.

O que se fará aqui é a análise de dois casos extremos para os custos de armazenagem:

- Custos de Armazenagem totalmente fixos: vamos transformar todos os custos de armazenagem em custos fixos e simular o modelo. Os custos de cada CD serão a média de custos de armazenagem dos CDs de cada categoria (acima ou até 450 mil litros anuais).

O resultado da simulação foi a malha apresentada na tabela 5.6, ou seja, foram selecionados 9 CDs, retirando o CD de Maceió da configuração ótima. O custo de armazenagem teve um pequeno incremento em relação à tabela 5.6, ficando em 456 mil reais. É importante citar que quanto mais representativo forem os custos fixos, maior será a tendência de termos menos CDs, já que abrir um Cd fica mais custoso.

Esta análise nos mostra que não podemos dizer que a malha otimizada, com 10 CDs, seja sensível à mudanças na estrutura de custos, já que quando analisamos o caso extremo, que não é real, encontramos uma malha praticamente igual, com apenas 1 CD a menos e sem mudanças nas localizações e áreas de cobertura.

- Custos de Armazenagem totalmente variáveis: esta situação se torna possível com prestadores de serviço de armazenagem. Podemos ter uma empresa que possua um armazém para produtos congelados que faça a operação de armazenagem em determinado local, fixando uma tarifa por palete ou por litro por exemplo.

O impacto desta situação para este estudo é o seguinte: se tivéssemos tarifas iguais para todos os CDs, poderíamos retirar o custo de armazenagem do modelo, uma vez que este não interferiria em abertura, fechamento, e áreas de atendimento de CDs. Porém, esta situação é pouco provável, já que o volume negociado é de grande importância na tarifa, deste modo, teríamos tarifas menores nos maiores CDs em volume.

Outro ponto fundamental que deve ser analisado é a viabilidade deste tipo de serviço. Devemos lembrar que estamos tratando de duas regiões ainda pouco desenvolvidas em alguns setores da economia. A operação de armazenagem e manuseio de sorvetes deve ser realizada por pessoal treinado numa estrutura adequada, o que nem sempre é possível em alguns locais.

De qualquer maneira, vamos desenvolver os parâmetros para esta simulação e analisar sua resposta. Iremos utilizar 10,6 centavo por litro para os CDs maiores e 11,7 para os menores, estes valores são simplesmente o gasto em armazenagem e pessoal de distribuição por volume, para cada categoria de CD, no orçamento. Os valores médios do mercado de armazenagem de sorvetes brasileiro gira em torno de 8 centavos para operações do porte de Recife, Salvador ou Fortaleza, segundo a gerência de distribuição (informação verbal). Este valor fica maior devido à estrutura própria para controle nas operações terceirizadas e para infra-estrutura de sistemas de informática e impressão se notas fiscais.

A resposta do modelo foi exatamente a configuração otimizada descrita na tabela 5.2. Os custos se alteraram muito pouco. A tabela 5.15 mostra esta configuração.

	CD	Volume do CD (litros)	Transferência (R\$)	Armazenagem (R\$)	Distribuição (R\$)	Total (R\$)
Total	10	3.919.952	327.799	431.743	831.124	1.590.666
FORTALEZA	1	769.459	62.472	81.563	126.860	270.895
RECIFE	1	1.016.089	2.404	107.705	172.514	282.623
SALVADOR	1	659.157	59.051	69.871	96.294	225.215
NATAL	1	327.998	11.506	38.376	56.349	106.231
BELEM	1	256.229	56.476	29.979	58.921	145.375
SAO LUIS	1	190.601	30.466	22.300	55.567	108.333
MANAUS	1	198.954	71.889	23.278	56.021	151.188
JOAO PESSOA	-	-	-	-	-	-
MACEIO	1	158.346	5.065	18.526	53.813	77.405
ARACAJU	1	203.712	11.200	23.834	102.003	137.038
TEREZINA	1	139.408	17.270	16.311	52.783	86.363

Tabela 5.15 – Configuração para custos de armazenagem totalmente variáveis

Podemos notar que as simulações com os custos de armazenagem modificados não mudaram de forma significativa a configuração da malha otimizada, pelo contrário, seu impacto foi bastante pequeno, mostrando que o “grau de variabilização” dos custos de armazenagem, ou seja, quanto deste custo é fixo e quanto é variável, pouco interfere na malha, para o cenário aqui descrito.

5.7 Análise Integrada

Entendido o problema sob todos seus aspectos relevantes, analisadas as alternativas cabíveis e feita as análises de sensibilidade necessárias, partimos para a análise final, na qual vamos unir os mais diversos aspectos do problema e chegarmos a uma conclusão.

Vamos analisar, além de custos e nível de serviço, outros aspectos qualitativos relacionados à opção de cada uma das configurações estudadas. Estes aspectos serão relacionados abaixo e terão pesos diferentes na matriz de decisão que será montada.

- implantação – peso 4: fechamento ou ampliações da estrutura de CDs (as estruturas atuais têm capacidade para aumentos de volume) e identificação de prestadores de serviço para novos locais.

- complexidade – peso 3: controles e pessoal administrativo para controle da operação de cada um dos CDs e no escritório central.

- atendimento de mercados estratégicos – peso 5: as capitais serão consideradas mercados estratégicos, tanto pela concentração de volume, como pela importância em relação aos competidores; ter um CD em uma capital é atendê-la da melhor forma possível para este problema.

- risco – peso 5: sempre que ampliamos a área de atuação de um CD ou criamos rotas longas e cidades distantes a serem atendidas estamos aumentando o risco da operação, já que temos pessoas que conhecem menos a região e outros fatores como estradas em más condições e acidentes.

Desta forma, vamos construir uma matriz de decisão ponderada, que está representada pela tabela 5.16. Serão atribuídas notas de 1 a 5 para cada uma das configurações para cada um dos critérios, sendo 1 a pior e 5 a melhor.

		Risco	Mercados Estratégicos	Complexidade	Implantação	RESULTADO
	Peso	5	5	3	4	
Número de CDs	6	1	1	5	2	1,9
	7	1	1	5	3	2,2
	8	2	2	4	3	2,6
	9	2	3	4	4	3,1
	10	3	4	3	5	3,8
	11	4	4	3	3	3,6
	12	4	5	2	2	3,5
	13	5	5	1	1	3,4
	14	5	5	1	1	3,4

Tabela 5.16 – Matriz de decisão de critérios qualitativos

O melhor resultado foi obtido pela configuração com 10 CDs. A análise dos resultados desta matriz será feita na conclusão do trabalho.

6. CONCLUSÃO

Devemos sempre lembrar que as recomendações e conclusões deste trabalho são válidas para o contexto aqui analisado. Foram realizadas análises de sensibilidade que nos fornecem informações fundamentais sobre a consistência e a validade da solução encontrada em cenários distintos.

As decisões relativas à logística de uma empresa devem sempre ser estudadas e questionadas ao longo do tempo. Mudanças de mercado, migrações de volumes, entradas de concorrentes, mudanças na economia, terceirizações, entre outros, são fatores que podem modificar radicalmente a logística de uma empresa.

É igualmente relevante citar que o estudo aqui realizado pretende resolver um problema de localização de infra-estruturas de macro-análise. Robeson; Copacino (1985) dividem os problemas logísticos de localização em 3 componentes:

- macro-análise, que define o número e uma região onde os CDs devem ser localizados ;
- microanálise: define a área geográfica para a localização do CD, leva em conta, entre outros fatores, congestionamentos, proximidade de portos, aeroportos, análises sócio-econômicas, etc.
- Localização específica: determina o local específico. Analisa terreno, tempo para implantação, capital disponível para investimentos, vizinhos, legislações, topografia, etc.

Vamos agora concluir as discussões do capítulo anterior e chegar à recomendação final do trabalho.

A primeira conclusão que chegamos foi de que a malha atual é bastante adequada aos padrões atuais de custo e volume, apesar de não haver sido realizado nenhum estudo formal deste tipo anteriormente. Este fato pode ser explicado pela forte concentração de volume nas capitais. Temos um CD em cada

capital, com exceção de João Pessoa, que está a 135 km de Recife e é atendida pelo CD ali localizado.

Algumas hipóteses sobre questões práticas podem ter levado à malha atual. A própria concentração de volume nas capitais gera complexidade e custos para o atendimento a partir de um CD distante. Além disso, a má condição das estradas e uma malha rodoviária pouco densa dificulta o atendimento de áreas distantes dos CDs. Estes, entre outros aspectos da operação, podem ter levado a malha à configuração atual.

A malha atual se mantém eficiente mesmo com um aumento significativo de volume, de 44%, porém uma queda de 6% no volume já teria como malha otimizada 9 CDs (tabela 5.6).

Quando analisamos as alternativas geradas com diferentes números de CDs notamos que quando retiramos CDs da malha, o custo cresce fundamentalmente pelo aumento do custo de distribuição e o serviço ao cliente piora, já que as muitas cidades passam a ser atendidas por CDs mais distantes.

Já quando aumentamos o número de CDs, temos um aumento de custo, fundamentalmente pelo custos fixo dos CDs e um aumento do nível de serviço. Os gráficos 5.5 e 5.6 e a tabela 5.16 nos mostram que a opção de 11 CDs se mostra bastante atrativa pelo nível de serviço que proporciona e pelo custo que apresenta. Notamos que o custo cresce numa proporção bem menor que a melhora do serviço e que este já se demonstra bastante apropriado aos objetivos da empresa.

A análise qualitativa do problema, realizada através da matriz de decisões, representada pela tabela 5.16, mostra que malha atual é bastante satisfatória, mesmo quando não analisamos somente a otimização dos custos. Isso porque atende de modo bastante satisfatório os principais mercados, apresentando um número de CDs adequado, que não gera nem complexidade nem riscos demasiados. A segunda configuração melhor classificada foi a com 11 CDs.

Porém, devemos atentar para o critério que se denominou de implantação. Ele visa medir a complexidade da alteração da malha atual. Este critério é fundamental e não deve ser desprezado, pois pode inviabilizar algumas configurações, contudo para fazermos uma análise comparativa entre a malha atual e uma configuração com 11 CDs, vamos suprimi-lo.

O resultado é que a configuração com 11 CDs fica com avaliação 3.8, enquanto a atual fica com 3.4. Isso mostra que a configuração com 11 CDs é também bastante adequada, salvo as possíveis dificuldades de implantação.

A dificuldade fundamental de implantação é a identificação de um prestador de serviços de armazenagem na cidade de Petrolina ou região. A região não apresenta opções atualmente e o volume da empresa para o possível CD dificilmente encorajaria empreendedores ao investimento.

O fato é que a empresa está buscando a redução dos custos fixos na operação e não investirá numa estrutura de armazenagem, restando a opção do prestador de serviço. Isto porém, não deve restringir a recomendação nem interferir na conclusão do trabalho.

Desta forma, a recomendação final do trabalho é a malha logística com 11 CDs, que apresenta uma boa relação entre custos e nível de serviço. Diante da impossibilidade da viabilização de um CD na região de Petrolina, recomenda-se a manutenção da malha atual.

A figura 6.1 representa a malha com 11 CDs.

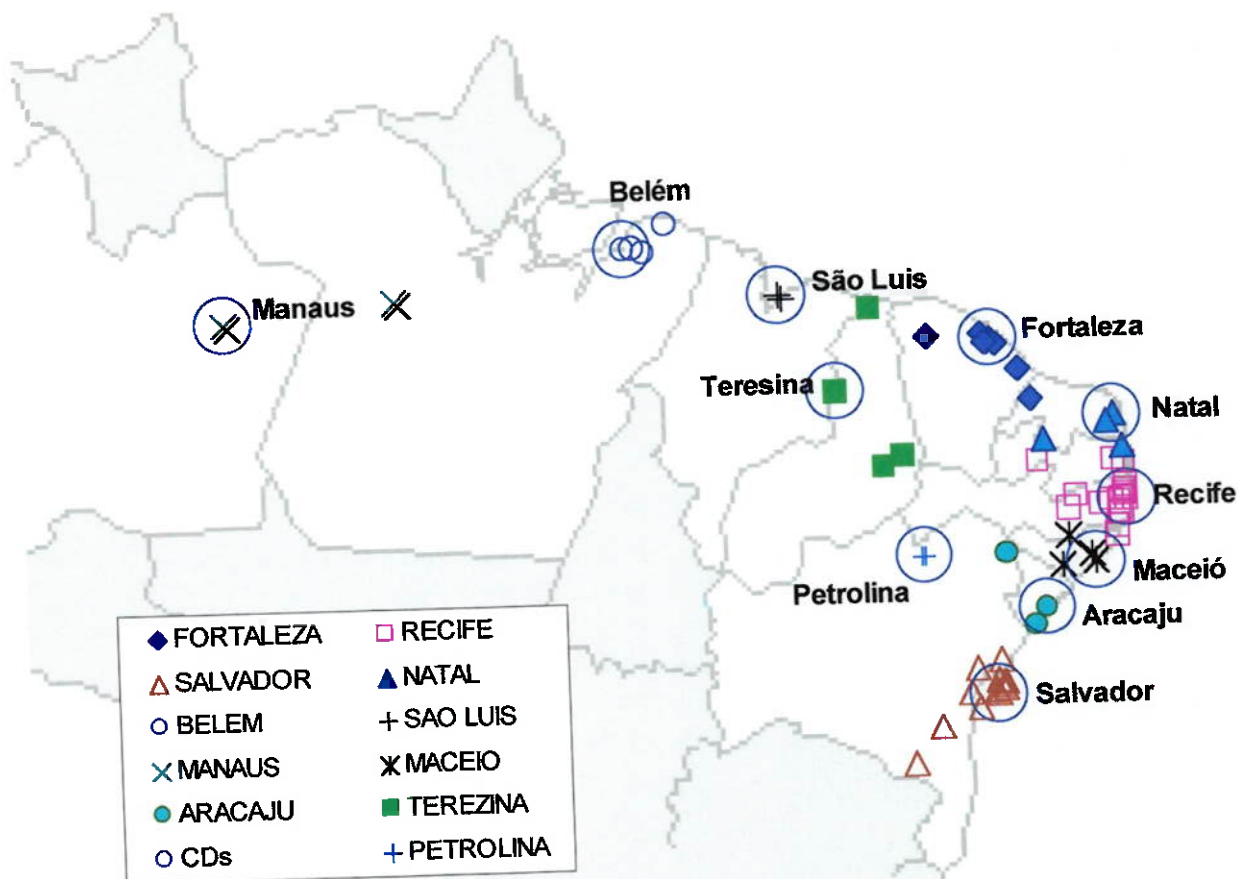


Figura 6.1 – Configuração da malha logística com 11 CDs.

Finalmente, devemos analisar a capacidade dos CDs. Atualmente, não temos nenhum CD demandando aumento de capacidade. Uma medida da capacidade pode ser quantos litros o CD movimenta anualmente por posição palete. A melhor média é do CD Natal, com 5.450 litros por posição paleta. A média de todos os CDs é de 3.167. Como um paleta tem, em média, 173 litros, temos 18,3 paletes por ano por posição paleta, o que significa um estoque médio de aproximadamente 20 dias ($365 \text{ dias} / 18,3$), ou 16 dias de venda ($300 / 18,3$).

Vamos utilizar esta média para o cálculo da capacidade necessária para o CD de Petrolina, os demais podem permanecer com a capacidades atuais, dispensando investimentos. O CD de Petrolina teria 48.334 litros anuais, o que nos daria uma capacidade de apenas 15 posições paletes ($48.334 / 3.167$).

Isso mostra que a estrutura deste CD deverá ser bastante enxuta, independente do número de posições palete. Mais uma vez, vale lembrar a questão do tamanho da operação e da dificuldade na identificação de prestadores de serviço.

6.1 Recomendação Final

Diferentemente do que muitas pessoas esperavam na empresa, e mesmo de uma primeira intuição a respeito do problema, ter 10 CDs atendendo a operação do Norte e Nordeste é uma excelente alternativa, tanto em termos de custo como nível de serviço.

Quando comparamos com operações nas regiões Sul e Sudeste, muitas vezes temos menos CDs e uma operação com volumes maiores. Na verdade, as grandes distâncias, e o alto custo da distribuição de sorvetes faz com que um grande número de CDs, em geral de pequeno porte, seja uma boa opção para a operação logística.

Recomenda-se a prospeção de prestadores de serviços na região de Petrolina, uma vez que pudemos notar que a região têm um volume significativo e está a mais de 500 km de qualquer capital onde haja um CD.

Porém, ciente da dificuldade desta tarefa, diante da impossibilidade da identificação de um prestador de serviços de armazenagem na região, recomenda-se a manutenção da malha atual.

6.2 Conclusão do Trabalho

A configuração com 11 CDs se mostrou bastante interessante pelo incremento no nível de serviço, bastante superior ao aumento nos custos em relação à configuração com 10 CDs, que ficou na casa de 1%. Por outro lado, sua dificuldade de implementação é uma séria barreira para sua viabilização.

Se confirmada pela equipe de logística da empresa a inviabilidade de um CD na região de Petrolina nos padrões recomendados, então a malha otimizada, com 10 CDs se torna a melhor opção.

BIBLIOGRAFIA

BALLOU, H. **Business logistics management**. 4 ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998.

BRAMEL, J. ; Simchi-Levi, D. **The Logics of logistics: theory, algorithms, and applications for logistics management**. New York: Springer, 1997. (Springer Series in operational Research).

BRASIL. Guia Rodoviário 4 Rodas 2001. **São Paulo: Editora Abril, 2001**

COSTA NETO, P. L. **Estatística**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1977

LAMBERT, D.M. ; STOCK J. R. **Strategic Logistics Management**. 3. ed. New York: Irwin/McGraw-Hill, 1993. (The Irwin series in marketing).

LOVE, R. F.; MORRIS, J.G.; WESOLOWSKY, G.O. **Facilities location Models & Methods**. Wisconsin: North-Holland, 1988. (Publications in Operations Research Series).

NOVAES, A. G. **Sistemas Logísticos: Transporte, Armazenagem e Distribuição física de produtos**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1989

ROBESON, J.F. ; COPACINO, W.C. **The logistics handbook**. New York: The Free Press, 1994

WINSTON, W.L. **Introduction to Mathematical Programming**. 2.ed. Duxbury, 1995

ANEXOS

Telas do modelo matemático montado em planilha eletrônica.

Estas telas têm o objetivo de exemplificar e ilustrar a construção do modelo em planilhas eletrônicas.

Cada tela possui a planilha na qual está localizada e o nome da matriz correspondente.

Custos

	A	B	C	E	F	G	H					
1	Fixos											
2	Transferência		893.25									
3	Distribuição		45203									
4												
5												
6		armazenagem		Distribuição		transferencia						
7		Fixo	Variavel	Depreciação	Varíavel		Dist.Fabrica					
7	FORTALEZA	65753.87	0.02	=0.000014*9208*MODELOID12/5	=1906.1/1000000	=99.09*H7*MODELOID12/1000000	==Mat.Dist.IE4					
8	RECIFE	65753.87	0.02	=0.000014*9208*MODELOID13/5	=1906.1/1000000	=99.09*H8*MODELOID13/1000000	==Mat.Dist.IE5					
9	SALVADOR	65753.87	0.02	=0.000014*9208*MODELOID14/5	=1906.1/1000000	=99.09*H9*MODELOID14/1000000	==Mat.Dist.IE6					
10	NATAL	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID15/5	=1906.1/1000000	=99.09*H10*MODELOID15/1000000	==Mat.Dist.IE7					
11	BELEM	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID16/5	=1906.1/1000000	=99.09*H11*MODELOID16/1000000	==Mat.Dist.IE8					
12	SAO LUIS	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID17/5	=1906.1/1000000	=99.09*H12*MODELOID17/1000000	==Mat.Dist.IE9					
13	MANAUS	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID18/5	=1906.1/1000000	=99.09*H13*MODELOID18/1000000	==Mat.Dist.IE10					
14	JOAO PESSOA	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID19/5	=1906.1/1000000	=99.09*H14*MODELOID19/1000000	==Mat.Dist.IE11					
15	MACEIO	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID20/5	=1906.1/1000000	=99.09*H15*MODELOID20/1000000	==Mat.Dist.IE12					
16	ARACAJU	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID21/5	=1906.1/1000000	=99.09*H16*MODELOID21/1000000	==Mat.Dist.IE13					
17	TEREZINA	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID22/5	=1906.1/1000000	=99.09*H17*MODELOID22/1000000	==Mat.Dist.IE14					
18	JABOATAO DOS GUARARAPES	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID23/5	=1906.1/1000000	=99.09*H18*MODELOID23/1000000	==Mat.Dist.IE15					
19	OLINDA	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID24/5	=1906.1/1000000	=99.09*H19*MODELOID24/1000000	==Mat.Dist.IE16					
20	LAURO DE FREITAS	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID25/5	=1906.1/1000000	=99.09*H20*MODELOID25/1000000	==Mat.Dist.IE17					
21	ANANINDEUA	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID26/5	=1906.1/1000000	=99.09*H21*MODELOID26/1000000	==Mat.Dist.IE18					
22	FEIRA DE SANTANA	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID27/5	=1906.1/1000000	=99.09*H22*MODELOID27/1000000	==Mat.Dist.IE19					
23	PETROLINA	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID28/5	=1906.1/1000000	=99.09*H23*MODELOID28/1000000	==Mat.Dist.IE20					
24	MOSSORO	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID29/5	=1906.1/1000000	=99.09*H24*MODELOID29/1000000	==Mat.Dist.IE21					
25	CARUARU	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID30/5	=1906.1/1000000	=99.09*H25*MODELOID30/1000000	==Mat.Dist.IE22					
26	CAMACARI	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID31/5	=1906.1/1000000	=99.09*H26*MODELOID31/1000000	==Mat.Dist.IE23					
27	PARNAMIRIM	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID32/5	=1906.1/1000000	=99.09*H27*MODELOID32/1000000	==Mat.Dist.IE24					
28	CAUCAIA	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID33/5	=1906.1/1000000	=99.09*H28*MODELOID33/1000000	==Mat.Dist.IE25					
29	PAULISTA	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID34/5	=1906.1/1000000	=99.09*H29*MODELOID34/1000000	==Mat.Dist.IE26					
30	SOBRAL	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID35/5	=1906.1/1000000	=99.09*H30*MODELOID35/1000000	==Mat.Dist.IE27					
31	IPOJUCA	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID36/5	=1906.1/1000000	=99.09*H31*MODELOID36/1000000	==Mat.Dist.IE28					
32	MARACANAU	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID37/5	=1906.1/1000000	=99.09*H32*MODELOID37/1000000	==Mat.Dist.IE29					
33	GARANHUNS	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID38/5	=1906.1/1000000	=99.09*H33*MODELOID38/1000000	==Mat.Dist.IE30					
34	CABELO	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID39/5	=1906.1/1000000	=99.09*H34*MODELOID39/1000000	==Mat.Dist.IE31					
35	CASTANHAL	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID40/5	=1906.1/1000000	=99.09*H35*MODELOID40/1000000	==Mat.Dist.IE32					
36	SANTAREM	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID41/5	=1906.1/1000000	=99.09*H36*MODELOID41/1000000	==Mat.Dist.IE33					
37	ARAPIRACA	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID42/5	=1906.1/1000000	=99.09*H37*MODELOID42/1000000	==Mat.Dist.IE34					
38	VERA CRUZ	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID43/5	=1906.1/1000000	=99.09*H38*MODELOID43/1000000	==Mat.Dist.IE35					
39	PAULO AFONSO	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID44/5	=1906.1/1000000	=99.09*H39*MODELOID44/1000000	==Mat.Dist.IE36					
40	VITORIA DA CONQUISTA	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID45/5	=1906.1/1000000	=99.09*H40*MODELOID45/1000000	==Mat.Dist.IE37					
41	SALINOPOLIS	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID46/5	=1906.1/1000000	=99.09*H41*MODELOID46/1000000	==Mat.Dist.IE38					
42	VALENCA	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID47/5	=1906.1/1000000	=99.09*H42*MODELOID47/1000000	==Mat.Dist.IE39					
43	PICOS	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID48/5	=1906.1/1000000	=99.09*H43*MODELOID48/1000000	==Mat.Dist.IE40					
44	AQUIRAZ	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID49/5	=1906.1/1000000	=99.09*H44*MODELOID49/1000000	==Mat.Dist.IE41					
45	GOIANA	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID50/5	=1906.1/1000000	=99.09*H45*MODELOID50/1000000	==Mat.Dist.IE42					
46	ARACATI	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID51/5	=1906.1/1000000	=99.09*H46*MODELOID51/1000000	==Mat.Dist.IE43					
47	CAMARAGIBE	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID52/5	=1906.1/1000000	=99.09*H47*MODELOID52/1000000	==Mat.Dist.IE44					
48	ALAGOINHAS	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID53/5	=1906.1/1000000	=99.09*H48*MODELOID53/1000000	==Mat.Dist.IE45					
49	SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID54/5	=1906.1/1000000	=99.09*H49*MODELOID54/1000000	==Mat.Dist.IE46					
50	CAICO	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID55/5	=1906.1/1000000	=99.09*H50*MODELOID55/1000000	==Mat.Dist.IE47					
51	SIMÕES FILHO	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID56/5	=1906.1/1000000	=99.09*H51*MODELOID56/1000000	==Mat.Dist.IE48					
52	ITAMARACA	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID57/5	=1906.1/1000000	=99.09*H52*MODELOID57/1000000	==Mat.Dist.IE49					
53	VITORIA DE SANTO ANTAO	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID58/5	=1906.1/1000000	=99.09*H53*MODELOID58/1000000	==Mat.Dist.IE50					
54	PARNAIBA	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID59/5	=1906.1/1000000	=99.09*H54*MODELOID59/1000000	==Mat.Dist.IE51					
55	IGARASSU	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID60/5	=1906.1/1000000	=99.09*H55*MODELOID60/1000000	==Mat.Dist.IE52					
56	BAIA DA TRACAO	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID61/5	=1906.1/1000000	=99.09*H56*MODELOID61/1000000	==Mat.Dist.IE53					
57	PATOS	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID62/5	=1906.1/1000000	=99.09*H57*MODELOID62/1000000	==Mat.Dist.IE54					
58	TAMANDARE	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID63/5	=1906.1/1000000	=99.09*H58*MODELOID63/1000000	==Mat.Dist.IE55					
59	CANDEIAS	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID64/5	=1906.1/1000000	=99.09*H59*MODELOID64/1000000	==Mat.Dist.IE56					
60	ESTANCIA	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID65/5	=1906.1/1000000	=99.09*H60*MODELOID65/1000000	==Mat.Dist.IE57					
61	JEQUIE	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID66/5	=1906.1/1000000	=99.09*H61*MODELOID66/1000000	==Mat.Dist.IE58					
62	JUAZEIRO	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID67/5	=1906.1/1000000	=99.09*H62*MODELOID67/1000000	==Mat.Dist.IE59					
63	GRAVATA	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID68/5	=1906.1/1000000	=99.09*H63*MODELOID68/1000000	==Mat.Dist.IE60					
64	FLORIANO	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID69/5	=1906.1/1000000	=99.09*H64*MODELOID69/1000000	==Mat.Dist.IE61					
65	MARAGOGI	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID70/5	=1906.1/1000000	=99.09*H65*MODELOID70/1000000	==Mat.Dist.IE62					
66	ABREU E LIMA	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID71/5	=1906.1/1000000	=99.09*H66*MODELOID71/1000000	==Mat.Dist.IE63					
67	SANTO ANTONIO DE JESUS	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID72/5	=1906.1/1000000	=99.09*H67*MODELOID72/1000000	==Mat.Dist.IE64					
68	MARANGUAPE	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID73/5	=1906.1/1000000	=99.09*H68*MODELOID73/1000000	==Mat.Dist.IE65					
69	RIO LARGO	17441.64	0.05	=0.000014*9208*MODELOID74/5	=1906.1/1000000	=99.09*H69*MODELOID74/1000000	==Mat.Dist.IE66					

A			B	C	D	E	F	G
QUADRO RESUMO			Demanda	Abertura de CDs	Volume Alocado	Custo Fixo	Custo Fixo Distribuição	Custo Transferência
1	2	3						
TOTAL			=SOMA(B3:B8)					
4	fixo e deprec distribuição		=SOMA(F12:F124)					
5	Varável Distribuição		=SOMA("Custo da viagem"IB3:CE84)					
6	Varável Armazenagem		=SOMA(H12:BR124)					
7	Fixo Armazenagem		=SOMA(E12:E124)					
8	Transferência		=SOMA(G12:G124)					
10								
CIDADE	Abertura de CDs							
	=SOMA(C12:C124)							
11 FORTALEZA	842317,9834			1	=SOMA(\$B\$147:\$B\$259)	=C12*(Dados B3)	=C12*(Dados IE3+Dados \$J\$12)	=Dados IG3+Dados \$J\$11*MODELOIC12
12 RECIFE	521359,8016			1	=SOMA(\$C\$147:\$C\$259)	=C13*(Dados B4)	=C13*(Dados IE4+Dados \$J\$12)	=Dados IG4+Dados \$J\$11*MODELOIC13
13 SALVADOR	466757,3276			1	=SOMA(\$D\$147:\$D\$259)	=C14*(Dados B5)	=C14*(Dados IE5+Dados \$J\$12)	=Dados IG5+Dados \$J\$11*MODELOIC14
14 NATAL	292683,6902			1	=SOMA(\$E\$147:\$E\$259)	=C15*(Dados B6)	=C15*(Dados IE6+Dados \$J\$12)	=Dados IG6+Dados \$J\$11*MODELOIC15
15 BELEM	198170,4324			1	=SOMA(\$F\$147:\$F\$259)	=C16*(Dados B7)	=C16*(Dados IE7+Dados \$J\$12)	=Dados IG7+Dados \$J\$11*MODELOIC16
16 SAO LUIS	190600,5356			1	=SOMA(\$G\$147:\$G\$259)	=C17*(Dados B8)	=C17*(Dados IE8+Dados \$J\$12)	=Dados IG8+Dados \$J\$11*MODELOIC17
17 MANAUS	188688,4944			1	=SOMA(\$H\$147:\$H\$259)	=C18*(Dados B9)	=C18*(Dados IE9+Dados \$J\$12)	=Dados IG9+Dados \$J\$11*MODELOIC18
18 JOAO PESSOA	157178,258			1	=SOMA(\$I\$147:\$I\$259)	=C19*(Dados B10)	=C19*(Dados IE10+Dados \$J\$12)	=Dados IG10+Dados \$J\$11*MODELOIC19
19 MACEIO	140892,8604			1	=SOMA(\$J\$147:\$J\$259)	=C20*(Dados B11)	=C20*(Dados IE11+Dados \$J\$12)	=Dados IG11+Dados \$J\$11*MODELOIC20
20 ARACAJU	126754,3354			1	=SOMA(\$K\$147:\$K\$259)	=C21*(Dados B12)	=C21*(Dados IE12+Dados \$J\$12)	=Dados IG12+Dados \$J\$11*MODELOIC21
21 TEREZINA	119723,7972			1	=SOMA(\$L\$147:\$L\$259)	=C22*(Dados B13)	=C22*(Dados IE13+Dados \$J\$12)	=Dados IG13+Dados \$J\$11*MODELOIC22
22 JABOATAO DOS GUARARAPES	53455,2024			0	=SOMA(\$M\$147:\$M\$259)	=C23*(Dados B14)	=C23*(Dados IE14+Dados \$J\$12)	=Dados IG14+Dados \$J\$11*MODELOIC23
23 OLINDA	37398,1632			0	=SOMA(\$N\$147:\$N\$259)	=C24*(Dados B15)	=C24*(Dados IE15+Dados \$J\$12)	=Dados IG15+Dados \$J\$11*MODELOIC24
24 LAURO DE FREITAS	30224,0082			0	=SOMA(\$O\$147:\$O\$259)	=C25*(Dados B16)	=C25*(Dados IE16+Dados \$J\$12)	=Dados IG16+Dados \$J\$11*MODELOIC25
25 ANANINDEUA	41253,2212			0	=SOMA(\$P\$147:\$P\$259)	=C26*(Dados B17)	=C26*(Dados IE17+Dados \$J\$12)	=Dados IG17+Dados \$J\$11*MODELOIC26
26 FEIRA DE SANTANA	43548,085			1	=SOMA(\$Q\$147:\$Q\$259)	=C27*(Dados B18)	=C27*(Dados IE18+Dados \$J\$12)	=Dados IG18+Dados \$J\$11*MODELOIC27
27 PETROLINA	35362,2004			1	=SOMA(\$R\$147:\$R\$259)	=C28*(Dados B19)	=C28*(Dados IE19+Dados \$J\$12)	=Dados IG19+Dados \$J\$11*MODELOIC28
28 MOSSORO	35369,7634			1	=SOMA(\$S\$147:\$S\$259)	=C29*(Dados B20)	=C29*(Dados IE20+Dados \$J\$12)	=Dados IG20+Dados \$J\$11*MODELOIC29
29 CARUARU	29751,9688			1	=SOMA(\$T\$147:\$T\$259)	=C30*(Dados B21)	=C30*(Dados IE21+Dados \$J\$12)	=Dados IG21+Dados \$J\$11*MODELOIC30
30 PARNAMIRIM	35114,4777999999			0	=SOMA(\$U\$147:\$U\$259)	=C31*(Dados B22)	=C31*(Dados IE22+Dados \$J\$12)	=Dados IG22+Dados \$J\$11*MODELOIC31
31 CAUCAIA	11630,3946			0	=SOMA(\$V\$147:\$V\$259)	=C32*(Dados B23)	=C32*(Dados IE23+Dados \$J\$12)	=Dados IG23+Dados \$J\$11*MODELOIC32
32 PAULISTA	10723,6368			0	=SOMA(\$W\$147:\$W\$259)	=C33*(Dados B24)	=C33*(Dados IE24+Dados \$J\$12)	=Dados IG24+Dados \$J\$11*MODELOIC33
33 SOBRAL	10537,8654			0	=SOMA(\$X\$147:\$X\$259)	=C34*(Dados B25)	=C34*(Dados IE25+Dados \$J\$12)	=Dados IG25+Dados \$J\$11*MODELOIC34
34 MARACANAUS	10265,5388			0	=SOMA(\$Y\$147:\$Y\$259)	=C35*(Dados B26)	=C35*(Dados IE26+Dados \$J\$12)	=Dados IG26+Dados \$J\$11*MODELOIC35
35 CASTANHAL	10017,8436			0	=SOMA(\$Z\$147:\$Z\$259)	=C36*(Dados B27)	=C36*(Dados IE27+Dados \$J\$12)	=Dados IG27+Dados \$J\$11*MODELOIC36
36 ARAPIRACA	8937,0546			0	=SOMA(\$AA\$147:\$AA\$259)	=C37*(Dados B28)	=C37*(Dados IE28+Dados \$J\$12)	=Dados IG28+Dados \$J\$11*MODELOIC37
37 VERA CRUZ	8906,5098			0	=SOMA(\$AB\$147:\$AB\$259)	=C38*(Dados B29)	=C38*(Dados IE29+Dados \$J\$12)	=Dados IG29+Dados \$J\$11*MODELOIC38
38 PIAUI AFONSO	8433,317			0	=SOMA(\$AC\$147:\$AC\$259)	=C39*(Dados B30)	=C39*(Dados IE30+Dados \$J\$12)	=Dados IG30+Dados \$J\$11*MODELOIC39
39 VITORIA DA CONQUISTA	8296,408			0	=SOMA(\$AD\$147:\$AD\$259)	=C40*(Dados B31)	=C40*(Dados IE31+Dados \$J\$12)	=Dados IG31+Dados \$J\$11*MODELOIC40
40 SALINOPOLIS	8071,7328			0	=SOMA(\$AE\$147:\$AE\$259)	=C41*(Dados B32)	=C41*(Dados IE32+Dados \$J\$12)	=Dados IG32+Dados \$J\$11*MODELOIC41
41 VALENCA	8099,587			0	=SOMA(\$AF\$147:\$AF\$259)	=C42*(Dados B33)	=C42*(Dados IE33+Dados \$J\$12)	=Dados IG33+Dados \$J\$11*MODELOIC42
42 AQUIRAZ	8074,7328			0	=SOMA(\$AG\$147:\$AG\$259)	=C43*(Dados B34)	=C43*(Dados IE34+Dados \$J\$12)	=Dados IG34+Dados \$J\$11*MODELOIC43
43 GOIANA	7887,5728			0	=SOMA(\$AH\$147:\$AH\$259)	=C44*(Dados B35)	=C44*(Dados IE35+Dados \$J\$12)	=Dados IG35+Dados \$J\$11*MODELOIC44
44 CARACATI	7403,0018			0	=SOMA(\$AI\$147:\$AI\$259)	=C45*(Dados B36)	=C45*(Dados IE36+Dados \$J\$12)	=Dados IG36+Dados \$J\$11*MODELOIC45
45 CAMARAGIBE	6994,1656			0	=SOMA(\$AJ\$147:\$AJ\$259)	=C46*(Dados B37)	=C46*(Dados IE37+Dados \$J\$12)	=Dados IG37+Dados \$J\$11*MODELOIC46
46 ALAGOINHAS	6785,145			0	=SOMA(\$AK\$147:\$AK\$259)	=C47*(Dados B38)	=C47*(Dados IE38+Dados \$J\$12)	=Dados IG38+Dados \$J\$11*MODELOIC47
47 SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE	6611,5044			0	=SOMA(\$AL\$147:\$AL\$259)	=C48*(Dados B39)	=C48*(Dados IE39+Dados \$J\$12)	=Dados IG39+Dados \$J\$11*MODELOIC48
48 SAO PAULO	6534,4572			0	=SOMA(\$AM\$147:\$AM\$259)	=C49*(Dados B40)	=C49*(Dados IE40+Dados \$J\$12)	=Dados IG40+Dados \$J\$11*MODELOIC49
49 SIMOES FILHO	6466,5482			0	=SOMA(\$AN\$147:\$AN\$259)	=C50*(Dados B41)	=C50*(Dados IE41+Dados \$J\$12)	=Dados IG41+Dados \$J\$11*MODELOIC50
50 VITORIA DA	6174,1942			0	=SOMA(\$AO\$147:\$AO\$259)	=C51*(Dados B42)	=C51*(Dados IE42+Dados \$J\$12)	=Dados IG42+Dados \$J\$11*MODELOIC51
51 PARNABA	5936,1674			0	=SOMA(\$AP\$147:\$AP\$259)	=C52*(Dados B43)	=C52*(Dados IE43+Dados \$J\$12)	=Dados IG43+Dados \$J\$11*MODELOIC52
52 IGARASSU	5902,0978			0	=SOMA(\$AQ\$147:\$AQ\$259)	=C53*(Dados B44)	=C53*(Dados IE44+Dados \$J\$12)	=Dados IG44+Dados \$J\$11*MODELOIC53
53 BAIA DA TRAIACA	5765,1288			0	=SOMA(\$AR\$147:\$AR\$259)	=C54*(Dados B45)	=C54*(Dados IE45+Dados \$J\$12)	=Dados IG45+Dados \$J\$11*MODELOIC54
54 TAMANDARE	5760,2946			0	=SOMA(\$AS\$147:\$AS\$259)	=C55*(Dados B46)	=C55*(Dados IE46+Dados \$J\$12)	=Dados IG46+Dados \$J\$11*MODELOIC55
55 ESTANCIA	5578,8252			0	=SOMA(\$AT\$147:\$AT\$259)	=C56*(Dados B47)	=C56*(Dados IE47+Dados \$J\$12)	=Dados IG47+Dados \$J\$11*MODELOIC56
56 JEQUIE	4946,5376			0	=SOMA(\$AU\$147:\$AU\$259)	=C57*(Dados B48)	=C57*(Dados IE48+Dados \$J\$12)	=Dados IG48+Dados \$J\$11*MODELOIC57
57 JUAZEIRO	4624,0274			0	=SOMA(\$AV\$147:\$AV\$259)	=C58*(Dados B49)	=C58*(Dados IE49+Dados \$J\$12)	=Dados IG49+Dados \$J\$11*MODELOIC58
58 GRAVATA	4581,5706			0	=SOMA(\$AW\$147:\$AW\$259)	=C59*(Dados B50)	=C59*(Dados IE50+Dados \$J\$12)	=Dados IG50+Dados \$J\$11*MODELOIC59
59 FLORIANO	4544,6084			0	=SOMA(\$AX\$147:\$AX\$259)	=C60*(Dados B51)	=C60*(Dados IE51+Dados \$J\$12)	=Dados IG51+Dados \$J\$11*MODELOIC60
60 MARAGOGI	4508,467			0	=SOMA(\$AY\$147:\$AY\$259)	=C61*(Dados B52)	=C61*(Dados IE52+Dados \$J\$12)	=Dados IG52+Dados \$J\$11*MODELOIC61
61 ABREU DE LIMA	4477,9504			0	=SOMA(\$AZ\$147:\$AZ\$259)	=C62*(Dados B53)	=C62*(Dados IE53+Dados \$J\$12)	=Dados IG53+Dados \$J\$11*MODELOIC62
62 SANTO ANTONIO DE JESUS	4316,7104			0	=SOMA(\$BA\$147:\$BA\$259)	=C63*(Dados B54)	=C63*(Dados IE54+Dados \$J\$12)	=Dados IG54+Dados \$J\$11*MODELOIC63
63 MARANGUAPE	4196,7762			0	=SOMA(\$BB\$147:\$BB\$259)	=C64*(Dados B55)	=C64*(Dados IE55+Dados \$J\$12)	=Dados IG55+Dados \$J\$11*MODELOIC64
64 RIO LARGO				0	=SOMA(\$BC\$147:\$BC\$259)	=C65*(Dados B56)	=C65*(Dados IE56+Dados \$J\$12)	=Dados IG56+Dados \$J\$11*MODELOIC65
				0	=SOMA(\$BD\$147:\$BD\$259)	=C66*(Dados B57)	=C66*(Dados IE57+Dados \$J\$12)	=Dados IG57+Dados \$J\$11*MODELOIC66
				0	=SOMA(\$BE\$147:\$BE\$259)	=C67*(Dados B58)	=C67*(Dados IE58+Dados \$J\$12)	=Dados IG58+Dados \$J\$11*MODELOIC67
				0	=SOMA(\$BF\$147:\$BF\$259)	=C68*(Dados B59)	=C68*(Dados IE59+Dados \$J\$12)	=Dados IG59+Dados \$J\$11*MODELOIC68
				0	=SOMA(\$BG\$147:\$BG\$259)	=C69*(Dados B60)	=C69*(Dados IE60+Dados \$J\$12)	=Dados IG60+Dados \$J\$11*MODELOIC69
				0	=SOMA(\$BH\$147:\$BH\$259)	=C70*(Dados B61)	=C70*(Dados IE61+Dados \$J\$12)	=Dados IG61+Dados \$J\$11*MODELOIC70
				0	=SOMA(\$BI\$147:\$BI\$259)	=C71*(Dados B62)	=C71*(Dados IE62+Dados \$J\$12)	=Dados IG62+Dados \$J\$11*MODELOIC71
				0	=SOMA(\$BJ\$147:\$BJ\$259)	=C72*(Dados B63)	=C72*(Dados IE63+Dados \$J\$12)	=Dados IG63+Dados \$J\$11*MODELOIC72
				0	=SOMA(\$BK\$147:\$BK\$259)	=C73*(Dados B64)	=C73*(Dados IE64+Dados \$J\$12)	=Dados IG64+Dados \$J\$11*MODELOIC73
				0	=SOMA(\$BL\$147:\$BL\$259)	=C74*(Dados B65)	=C74*(Dados IE65+Dados \$J\$12)	=Dados IG65+Dados \$J\$11*MODELOIC74

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Atendimento da Ovarioide								
2	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
3	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
4	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
5	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
6	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
7	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
8	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
9	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
10	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
11	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
12	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
13	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
14	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
15	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
16	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
17	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
18	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
19	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
20	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
21	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
22	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
23	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
24	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
25	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
26	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
27	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
28	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
29	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
30	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
31	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
32	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
33	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
34	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
35	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
36	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
37	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
38	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
39	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
40	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
41	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
42	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
43	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
44	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
45	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
46	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
47	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
48	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
49	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
50	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
51	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
52	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
53	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
54	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
55	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
56	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
57	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
58	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
59	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
60	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
61	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
62	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
63	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
64	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
65	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
66	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
67	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
68	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
69	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								
70	ATENDIMENTO DA OVARIOIDE								

MODELO

Atendimento da Demanda		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	CK	CL	CM	CN	CO	CP	CQ	CR	CS	CT	CU	CV	CW	CX	CY	CZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	EA	EB	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EI	EJ	EK	EL	EM	EN	EO	EP	EQ	ER	ES	ET	EU	EV	EW	EX	EY	EZ	FA	FB	FC	FD	FE	FF	FG	FH	FI	FJ	FK	FL	FM	FN	FO	FP	FQ	FR	FS	FT	FU	FV	FW	FX	FY	FZ	GA	GB	GC	GD	GE	GF	GG	GH	GI	GJ	GK	GL	GM	GN	GO	GP	GQ	GR	GS	GT	GU	GV	GW	GX	GY	GZ	HA	HB	HC	HD	HE	HF	HG	HH	HI	HJ	HK	HL	HM	HN	HO	HP	HQ	HR	HS	HT	HU	HV	HW	HX	HY	HZ	IA	IB	IC	ID	IE	IF	IG	IH	II	IJ	IK	IL	IM	IN	IO	IP	IQ	IR	IS	IT	IU	IV	IW	IX	IY	IZ	JA	JB	JC	JD	JE	JF	JG	JH	JI	IJ	JK	JL	JM	JN	JO	JP	JQ	JR	JS	JT	JU	JV	JW	JX	JY	JZ	KA	KB	KC	KD	KE	KF	KG	KH	KI	KJ	KK	KL	KM	KN	KO	KP	KQ	KR	KS	KT	KU	KV	KW	KX	KY	KZ	LA	LB	LC	LD	LE	LF	LG	LH	LI	LJ	LK	LL	LM	LN	LO	LP	LQ	LR	LS	LT	LU	LV	LW	LX	LY	LZ	MA	MB	MC	MD	ME	MF	MG	MH	MI	MJ	MK	ML	MM	MN	MO	MP	MQ	MR	MS	MT	MU	MV	MW	MX	MY	MZ	NA	NB	NC	ND	NE	NF	NG	NH	NI	NJ	NK	NL	NM	NN	NO	NP	NQ	NR	NS	NT	NU	NV	NW	NX	NY	NZ	OA	OB	OC	OD	OE	OF	OG	OH	OI	OJ	OK	OL	OM	ON	OO	OP	OQ	OR	OS	OT	OU	OV	OW	OX	OY	OZ	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH	PI	PJ	PK	PL	PM	PN	PO	PP	PQ	PR	PS	PT	PU	PV	PW	PX	PY	PZ	QA	QB	QC	QD	QE	QF	QG	QH	QI	QJ	QK	QL	QM	QN	QO	QP	QQ	QR	QS	QT	QU	QV	QW	QX	QY	QZ	RA	RB	RC	RD	RE	RF	RG	RH	RI	RJ	RK	RL	RM	RN	RO	RP	RQ	RR	RS	RT	RU	RV	RW	RX	RY	RZ	SA	SB	SC	SD	SE	SF	SG	SH	SI	SJ	SK	SL	SM	SN	SO	SP	SQ	SR	SS	ST	SU	SV	SW	SX	SY	SZ	TA	TB	TC	TD	TE	TF	TG	TH	TI	TJ	TK	TL	TM	TN	TO	TP	TQ	TR	TS	TU	TV	TW	TX	TY	TZ	UA	UB	UC	UD	UE	UF	UG	UH	UI	UJ	UK	UL	UM	UN	UO	UP	UQ	UR	US	UT	UU	UV	UW	UX	UY	UZ	VA	VB	VC	VD	VE	VF	VG	VH	VI	VJ	VK	VL	VM	VN	VO	VP	VQ	VR	VS	VT	VU	VV	VW	VX	VY	VZ	WA	WB	WC	WD	WE	WF	WG	WH	WI	WJ	WK	WL	WM	WN	WO	WP	WQ	WR	WS	WT	WU	WV	WW	WX	WY	WZ	XA	XB	XC	XD	XE	XF	YG	YH	YI	YJ	YK	YL	YM	YN	YO	YP	YQ	YR	YS	YT	YU	YV	YW	YX	YY	YZ	ZA	ZB	ZC	ZD	ZE	ZF	ZG	ZH	ZI	ZJ	ZK	ZL	ZM	ZN	ZO	ZP	ZQ	ZR	ZS	ZT	ZU	ZV	ZW	ZX	ZY	ZZ
ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC	ETC																																																																																																																																																																																																																																																																						

[illegible]

[illegible]

PAÍS	CIUDAD	FECHA	AL	AM	AN	AO	AP	AR	AS	AT	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	CK	CL	CM	CN	CO	CP	CQ	CR	CS	CT	CU	CV	CW	CX	CY	CZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	EA	EB	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EI	EJ	EK	EL	EM	EN	EO	EP	EQ	ER	ES	ET	EU	EV	EW	EX	EY	EZ	FA	FB	FC	FD	FE	FF	FG	FH	FI	FJ	FK	FL	FM	FN	FO	FP	FQ	FR	FS	FT	FU	FV	FW	FX	FY	FZ	GA	GB	GC	GD	GE	GF	GG	GH	GI	GJ	GK	GL	GM	GN	GO	GP	GQ	GR	GS	GT	GU	GV	GW	GX	GY	GZ	HA	HB	HC	HD	HE	HF	HG	HH	HI	HJ	HK	HL	HM	HN	HO	HP	HQ	HR	HS	HT	HU	HV	HW	HX	HY	HZ	IA	IB	IC	ID	IE	IF	IG	IH	II	IJ	IK	IL	IM	IN	IO	IP	IQ	IR	IS	IT	IU	IV	IW	IX	IY	IZ	JA	JB	JC	JD	JE	JF	JG	JH	JI	IJ	JK	JL	JM	JN	JO	JP	JQ	JR	JS	JT	JU	JV	JW	JX	JY	JZ	KA	KB	KC	KD	KE	KF	KG	KH	KI	KJ	KK	KL	KM	KN	KO	KP	KQ	KR	KS	KT	KU	KV	KW	KX	KY	KZ	LA	LB	LC	LD	LE	LF	LG	LH	LI	LJ	LK	LL	LM	LN	LO	LP	LQ	LR	LS	LT	LU	LV	LW	LX	LY	LZ	MA	MB	MC	MD	ME	MF	MG	MH	MI	MJ	MK	ML	MM	MN	MO	MP	MQ	MR	MS	MT	MU	MV	MW	MX	MY	MZ	NA	NB	NC	ND	NE	NF	NG	NH	NI	NJ	NK	NL	NM	NN	NO	NP	NQ	NR	NS	NT	NU	NV	NW	NX	NY	NZ	OA	OB	OC	OD	OE	OF	OG	OH	OI	OJ	OK	OL	OM	ON	OO	OP	OQ	OR	OS	OT	OU	OV	OW	OX	OY	OZ	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH	PI	PJ	PK	PL	PM	PN	PO	PP	PQ	PR	PS	PT	PU	PV	PW	PX	PY	PZ	QA	QB	QC	QD	QE	QF	QG	QH	QI	QJ	QK	QL	QM	QN	QO	QP	QQ	QR	QS	QT	QU	QV	QW	QX	QY	QZ	RA	RB	RC	RD	RE	RF	RG	RH	RI	RJ	RK	RL	RM	RN	RO	RP	RQ	RR	RS	RT	RU	RV	RW	RX	RY	RZ	SA	SB	SC	SD	SE	SF	SG	SH	SI	SJ	SK	SL	SM	SN	SO	SP	SQ	SR	SS	ST	SU	SV	SW	SX	SY	SZ	TA	TB	TC	TD	TE	TF	TG	TH	TI	TJ	TK	TL	TM	TN	TO	TP	TQ	TR	TS	TT	TU	TV	TW	TX	TY	TZ	UA	UB	UC	UD	UE	UF	UG	UH	UI	UJ	UK	UL	UM	UN	UO	UP	UQ	UR	US	UT	UU	UV	UW	UX	UY	UZ	VA	VB	VC	VD	VE	VF	VG	VH	VI	VJ	VK	VL	VM	VN	VO	VP	VQ	VR	VS	VT	VU	VV	VW	VX	VY	VZ	WA	WB	WC	WD	WE	WF	WG	WH	WI	WJ	WK	WL	WM	WN	WO	WP	WQ	WR	WS
------	--------	-------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

	A	U	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
		DOMINIO 18	DOMINIO 17	DOMINIO 16	DOMINIO 15	DOMINIO 14	DOMINIO 13	DOMINIO 12	DOMINIO 11	DOMINIO 10	DOMINIO 9	DOMINIO 8	DOMINIO 7	DOMINIO 6
		LAURO DE FREITAS	ANANINDEUA	FEIRA DE SANTANA	PETROLINA	MOSSORO	CABURU	CANACARI	PARNAMIRIM	PAULISTA	SORBAL	POJUCA		
		LAURO DE FREITAS	ANANINDEUA	FEIRA DE SANTANA	PETROLINA	MOSSORO	CABURU	CANACARI	PARNAMIRIM	PAULISTA	SORBAL	POJUCA		
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
30														
31														
32														
33														
34														
35														
36														
37														
38														
39														
40														
41														
42														
43														
44														
45														
46														
47														
48														
49														
50														
51														
52														
53														
54														
55														
56														
57														
58														
59														
60														
61														
62														
63														
64														
65														
66														
67														
68														
69														
70														
71														
72														
73														
74														

[illegible]

Matriz de Distancias

Cord. X	Cord. Y	Cord. Z	fator de conversão		143.6																									
			CANDEAS	ESTANCIA	JEQUE	JUAZEIRO	GRAVATA	FLORIANO																						
38 53	3 77	437	1 295	774	717	480	781	662	502	870	1 277	1 089	1 464	862	786	556														
FORTALEZA	8 06	392	847	51	59	1 233	33	198	372	107	844	644	892	832	894	894														
RECIFE	34 88	961	34	925	841	1 521	905	1 042	876	780	47	290	256	586	810	961														
SALVADOR	13 00	961	34	925	841	1 521	905	1 042	876	780	47	290	256	586	810	961														
NATAL	35 20	581	287	278	293	1 103	1 029	293	344	425	1 095	1 416	1 351	924	347	840														
BELEM	48 51	1 231	1 804	2 172	2 140	999	2 172	2 069	1 818	999	2 180	2 146	2 179	1 646	2 113	1 344														
SAO LUIS	44 23	2 55	1 177	1 696	1 519	367	1 547	1 466	1 197	1 594	1 672	1 466	1 197	1 129	1 494	772														
MANAUS	59 67	2 95	3 281	3 657	3 579	2 572	3 625	3 590	3 271	3 828	3 341	3 408	3 219	2 905	3 545	2 741														
JOAO PESSOA	34 88	7 13	330	957	153	1 157	101	65	341	238	568	337	1 220	873	181	675														
MACAO	35 76	9 65	497	589	232	1 295	290	443	434	153	588	707	865	683	211	654														
ARACAJU	37 08	10 86	632	336	471	1 323	536	673	550	413	363	81	1 318	533	440	810														
TEREZINA	42 78	5 07	840	1 274	1 160	342	1 198	1 147	840	1 223	1 250	1 174	1 318	708	1 131	357														
JABOATÃO DOS GUARARAPES	35 03	8 11	379	826	38	1 232	25	189	374	118	858	603	1 129	840	106	897														
OLINDA	34 84	7 99	391	858	67	1 232	25	189	374	118	858	603	1 129	840	106	897														
LAURO DE FREITAS	38 32	12 90	942	20	814	1 516	878	1 018	857	752	2 181	2 124	2 164	1 826	2 085	1 319														
ANANIEUA	48 28	1 19	1 774	2 143	2 111	968	2 143	2 068	1 789	771	93	202	257	468	785	845														
FEIRA DE SANTANA	39 10	12 36	895	118	819	1 408	886	1 010	809	772	540	585	637	10	724	388														
PETROLINA	40 44	9 43	643	584	763	954	828	882	572	772	1 061	1 061	1 277	733	489	547														
MOSSORO	37 43	5 36	185	1 075	500	714	508	310	241	593	702	458	959	813	124	689														
CAMACARI	38 41	8 27	278	238	182	1 087	225	310	216	730	31	239	302	565	759	932														
PARANIRIM	38 31	12 71	914	17	780	1 480	855	116	305	399	1 057	812	1 312	884	316	808														
CAUCAIA	38 75	3 65	469	1 314	811	1 085	816	698	531	903	1 296	1 112	1 477	869	789	551														
PAULISTA	34 87	7 93	382	863	954	1 223	15	180	367	125	860	607	1 132	838	105	891														
SOBRAL	40 23	3 67	604	1 336	52	1 242	85	244	371	53	789	537	1 063	785	75	879														
IPORUA	35 07	8 40	402	791	774	473	779	662	494	868	1 265	1 078	1 450	847	762	624														
MARACANAU	38 60	3 86	432	1 283	213	1 155	281	398	303	201	805	357	869	582	175	719														
GARANHUNS	36 48	8 99	374	611	213	1 155	281	398	303	201	805	357	869	582	175	719														
CABEDELO	35 17	7 00	286	952	112	1 113	125	56	300	254	946	696	1 210	843	181	833														
CASTANHAL	47 95	1 33	1 725	2 142	2 062	918	2 094	2 019	1 740	2 132	2 117	2 077	2 124	1 580	2 038	1 272														
SANTAREM	54 97	2 44	2 632	2 805	2 941	1 898	2 984	2 939	2 627	2 995	2 781	2 818	2 694	2 307	2 909	2 105														
ARAPRACA	38 65	9 75	477	504	306	1 225	373	504	400	263	499	248	768	556	273	763														
VERA CRUZ	38 59	12 95	957	38	841	1 511	906	1 041	871	782	41	290	250	575	810	950														
PAULO AFONSO	38 21	9 44	457	482	451	1 066	528	613	372	457	466	688	688	330	421	550														
VITÓRIA DA CONQUISTA	40 85	14 82	1 316	457	1 337	1 714	1 316	1 444	1 232	1 199	1 199	1 199	1 178	1 701	1 218	1 151														
SALINOPOLIS	39 07	0 62	1 693	2 168	2 036	865	995	1 979	1 714	2 110	2 143	2 087	2 166	1 801	2 012	1 271														
VALENÇA	39 07	13 36	1 031	1 28	929	1 548	995	1 127	945	871	126	379	1 81	800	897	983														
PICOS	41 48	7 08	637	932	901	599	951	599	606	948	908	836	993	366	867	85														
AQUIRAZ	38 37	3 91	410	1 275	748	507	752	632	476	841	1 258	1 067	1 448	851	737	556														
GOIANA	34 95	6 44	414	794	84	1 254	89	253	384	50	792	540	1 067	806	87	891														
ARACATI	37 74	4 58	288	1 186	619	623	622	503	361	714	1 170	966	1 376	806	610	563														
CAMARAGIBE	34 98	8 03	377	841	45	1 218	31	194	358	107	938	585	1 170	818	84	877														
ALA GOINHAS	38 43	12 13	837	95	733	1 076	789	929	751	679	79	186	342	488	700	850														
SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE	36 22	7 94	247	764	201	1 064	190	257	198	200	756	511	1 014	653	103	702														
CAICO	37 08	6 46	928	928	370	807	842	309	85	438	915	694	1 145	559	334	939														
SIMÕES FILHO	38 40	12 79	928	891	891	1 497	86	1 209	361	157	888	835	285	569	776	939														
ITAMARACA	34 84	7 71	370	891	86	1 209	86	1 191	323	99	903	551	1 074	774	40	838														
VITÓRIA DE SANTO ANTO	35 29	8 11	351	803	1 191	1 497	86	1 209	361	157	888	835	285	569	776	939														
PARNABA	41 76	2 92	842	1 209	69	1 211	165	1 117	875	746	253	528	636	734	805	805														
IGARASSU	34 90	7 83	371	872	211	1 117	165	336	336	398	771	520	1 040	734	-	-														
BAIA DA TRACAO	34 95	6 68	309	1 008	323	875	358	301	398	104	771	520	1 040	734	-	-														
PATOS	37 26	7 03	85	843	98	1 273	138	301	398	890	916	820	1 023	388	698	698														
TAMANDARÉ	35 10	8 77	438	747	98	1 273	138	301	398	890	916	820	1 023	388	698	698														
CANDEAS	38 53	12 67	915	888	803	1 475	888	865	534	721	763	481	1 022	783	104	590														
ESTANCIA	37 45	11 28	694	258	551	1 351	616	752	611	1 022	280	528	636	734	-	-														
JEQUE	40 08	13 85	1 145	285	1 074	953	838	891	581	783	544	513	636	734	-	-														
JUAZEIRO	40 51	9 44	651	569	211	1 117	358	301	398	104	771	520	1 040	734	-	-														
GRAVATA	35 55	8 20	334	776	323	875	358	301	398	890	916	820	1 023	388	698	698														
MARAGOGI	40 97	6 78	559	890	838	1 475	888	865	534	721	763	481	1 022	783	104	590														
FLORIANO	35 12	8 98	459	722	127	1 291	168	331	416	307	771	520	1 040	734	-	-														
ABREU E LIMA	34 90	7 90	376	864	64	1 217	10	175	361	128	861	408	1 133	886	103	886														
SANTO ANTONIO DE JESUS	39 26	12 87	986	129	903	1 486	970	1 097	901	851	116	358	171	537	870	921														
MARANGUAPE	38 67	3 98	434	1 280	778	1 486	784	669	496	869	1 262	1 077	1 446	765	532	532														
MO LARGO	35 85	9 48	469	600	213	1 288	273	622	406	148	598	345	873	669	189	831														

Matriz de Distancias

	143.6			fator de conversão			143.6		
	Cord. X	Cord. Y		Cord. X	Cord. Y		Cord. X	Cord. Y	
FORTALEZA	38.53	3.77	893	38.53	3.77	893	38.53	3.77	893
RECIFE	34.88	8.06	137	34.88	8.06	137	34.88	8.06	137
SALVADOR	38.51	13.00	755	38.51	13.00	755	38.51	13.00	755
NATAL	35.20	5.81	458	35.20	5.81	458	35.20	5.81	458
BELEM	48.51	1.23	2.222	48.51	1.23	2.222	48.51	1.23	2.222
SAO LUIS	44.29	2.55	1.808	44.29	2.55	1.808	44.29	2.55	1.808
MANAUS	59.67	2.95	3.630	59.67	2.95	3.630	59.67	2.95	3.630
JOAO PESSOA	34.89	7.13	268	34.89	7.13	268	34.89	7.13	268
MACEO	35.76	9.65	134	35.76	9.65	134	35.76	9.65	134
ARACAJU	37.08	10.86	390	37.08	10.86	390	37.08	10.86	390
TEREZINA	42.78	5.07	1.234	42.78	5.07	1.234	42.78	5.07	1.234
JABOATAO DOS GUARARAPES	35.03	8.11	125	35.03	8.11	125	35.03	8.11	125
OLINDA	34.84	7.99	148	34.84	7.99	148	34.84	7.99	148
LAURO DE FREITAS	38.32	12.90	727	38.32	12.90	727	38.32	12.90	727
ANANINDEUA	48.26	1.19	2.194	48.26	1.19	2.194	48.26	1.19	2.194
FEIRA DE SANTANA	38.10	12.36	749	38.10	12.36	749	38.10	12.36	749
PETROLINA	40.44	9.43	768	40.44	9.43	768	40.44	9.43	768
MOSSORO	37.43	5.38	618	37.43	5.38	618	37.43	5.38	618
CARIUARO	36.41	8.27	211	36.41	8.27	211	36.41	8.27	211
CAMACARI	38.31	12.71	705	38.31	12.71	705	38.31	12.71	705
PARNAMIRIM	35.40	6.01	429	35.40	6.01	429	35.40	6.01	429
CAUCAIA	38.75	3.65	926	38.75	3.65	926	38.75	3.65	926
PAULISTA	34.87	7.93	155	34.87	7.93	155	34.87	7.93	155
SOBRAL	40.23	3.87	1.089	40.23	3.87	1.089	40.23	3.87	1.089
IPOJUCA	35.07	8.40	84	35.07	8.40	84	35.07	8.40	84
MARACANAU	38.60	3.86	889	38.60	3.86	889	38.60	3.86	889
GARANHUNS	36.48	8.99	195	36.48	8.99	195	36.48	8.99	195
CABEDELO	35.17	7.00	284	35.17	7.00	284	35.17	7.00	284
CASTANHAL	47.95	1.33	2.145	47.95	1.33	2.145	47.95	1.33	2.145
SANTAREM	54.97	2.44	3.001	54.97	2.44	3.001	54.97	2.44	3.001
ARAPIRACA	36.65	9.75	246	36.65	9.75	246	36.65	9.75	246
VERA CRUZ	38.59	12.95	757	38.59	12.95	757	38.59	12.95	757
PAULO AFONSO	38.21	9.44	449	38.21	9.44	449	38.21	9.44	449
VITORIA DA CONQUISTA	40.85	14.82	1.175	40.85	14.82	1.175	40.85	14.82	1.175
SALINOPOLIS	47.33	0.82	2.125	47.33	0.82	2.125	47.33	0.82	2.125
VALENCA	39.07	13.36	847	39.07	13.36	847	39.07	13.36	847
PICOS	41.48	7.08	953	41.48	7.08	953	41.48	7.08	953
AQUIRAZ	38.37	3.91	865	38.37	3.91	865	38.37	3.91	865
GOIANA	34.99	8.44	80	34.99	8.44	80	34.99	8.44	80
ARACATI	37.74	4.58	738	37.74	4.58	738	37.74	4.58	738
CAMARAGIBE	34.99	8.03	138	34.99	8.03	138	34.99	8.03	138
ALAGONHAS	38.43	12.13	656	38.43	12.13	656	38.43	12.13	656
SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE	36.22	7.94	217	36.22	7.94	217	36.22	7.94	217
CAICO	37.09	6.46	459	37.09	6.46	459	37.09	6.46	459
SIMOES FILHO	38.40	12.79	722	38.40	12.79	722	38.40	12.79	722
ITAMARACA	34.84	7.71	187	34.84	7.71	187	34.84	7.71	187
VITORIA DE SANTO ANTAO	35.29	8.11	127	35.29	8.11	127	35.29	8.11	127
PARNAIBA	41.76	2.92	1.291	41.76	2.92	1.291	41.76	2.92	1.291
IGARASSU	34.90	7.83	168	34.90	7.83	168	34.90	7.83	168
BAIA DA TRAIACAO	34.95	6.66	331	34.95	6.66	331	34.95	6.66	331
PATOS	37.26	7.03	416	37.26	7.03	416	37.26	7.03	416
TAMANDARE	35.10	8.77	30	35.10	8.77	30	35.10	8.77	30
CANDEIAS	38.53	12.67	721	38.53	12.67	721	38.53	12.67	721
ESTANCIA	37.45	11.28	470	37.45	11.28	470	37.45	11.28	470
JEQUIE	40.08	13.85	988	40.08	13.85	988	40.08	13.85	988
JUAZEIRO	40.51	9.44	777	40.51	9.44	777	40.51	9.44	777
GRAVATA	35.55	8.20	128	35.55	8.20	128	35.55	8.20	128
FLORIANO	40.97	6.78	886	40.97	6.78	886	40.97	6.78	886
MARAGOGI	35.12	8.98	-	35.12	8.98	-	35.12	8.98	-
ABREU E LIMA	34.90	7.90	158	34.90	7.90	158	34.90	7.90	158
SANTO ANTONIO DE JESUS	39.28	12.97	828	39.28	12.97	828	39.28	12.97	828
MARANGUAPE	38.67	3.88	892	38.67	3.88	892	38.67	3.88	892
RIO LARGO	35.85	9.48	127	35.85	9.48	127	35.85	9.48	127

[illegible]

Custo Variável de Distribuição

[illegible]

A		AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI
Variável Distribuição		SARINHAIS	CARABELO	POSTALMARI	MANTIMEM	DEMANO	NELO GRU	PAULO JESUS	VITORIA DA CONQUISTA
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
61	61	61	61	61	61	61	61	61	61
62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
66	66	66	66	66	66	66	66	66	66
67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
69	69	69	69	69	69	69	69	69	69
70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
71	71	71	71	71	71	71	71	71	71
72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
73	73	73	73	73	73	73	73	73	73
74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
76	76	76	76	76	76	76	76	76	76
77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
78	78	78	78	78	78	78	78	78	78
79	79	79	79	79	79	79	79	79	79
80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
81	81	81	81	81	81	81	81	81	81
82	82	82	82	82	82	82	82	82	82
83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
84	84	84	84	84	84	84	84	84	84
85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
89	89	89	89	89	89	89	89	89	89
90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
91	91	91	91	91	91	91	91	91	91
92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
93	93	93	93	93	93	93	93	93	93
94	94	94	94	94	94	94	94	94	94
95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

[illegible]

A		BH	BI	BU	BK	BL
1 Variáveis Distribuídas						
2	MARACANGA	AMARILHETUBA	PAROISANTO DE JESUS	MAJAMAR	INGLARIO	
3	PORTALEJA					
4	PORTALEJA					
5	PORTALEJA					
6	PORTALEJA					
7	PORTALEJA					
8	PORTALEJA					
9	PORTALEJA					
10	PORTALEJA					
11	PORTALEJA					
12	PORTALEJA					
13	PORTALEJA					
14	PORTALEJA					
15	PORTALEJA					
16	PORTALEJA					
17	PORTALEJA					
18	PORTALEJA					
19	PORTALEJA					
20	PORTALEJA					
21	PORTALEJA					
22	PORTALEJA					
23	PORTALEJA					
24	PORTALEJA					
25	PORTALEJA					
26	PORTALEJA					
27	PORTALEJA					
28	PORTALEJA					
29	PORTALEJA					
30	PORTALEJA					
31	PORTALEJA					
32	PORTALEJA					
33	PORTALEJA					
34	PORTALEJA					
35	PORTALEJA					
36	PORTALEJA					
37	PORTALEJA					
38	PORTALEJA					
39	PORTALEJA					
40	PORTALEJA					
41	PORTALEJA					
42	PORTALEJA					
43	PORTALEJA					
44	PORTALEJA					
45	PORTALEJA					
46	PORTALEJA					
47	PORTALEJA					
48	PORTALEJA					
49	PORTALEJA					
50	PORTALEJA					
51	PORTALEJA					
52	PORTALEJA					
53	PORTALEJA					
54	PORTALEJA					
55	PORTALEJA					
56	PORTALEJA					
57	PORTALEJA					
58	PORTALEJA					
59	PORTALEJA					
60	PORTALEJA					
61	PORTALEJA					
62	PORTALEJA					
63	PORTALEJA					
64	PORTALEJA					
65	PORTALEJA					
66	PORTALEJA					
67	PORTALEJA					
68	PORTALEJA					
69	PORTALEJA					
70	PORTALEJA					
71	PORTALEJA					
72	PORTALEJA					
73	PORTALEJA					
74	PORTALEJA					
75	PORTALEJA					
76	PORTALEJA					
77	PORTALEJA					
78	PORTALEJA					
79	PORTALEJA					
80	PORTALEJA					
81	PORTALEJA					
82	PORTALEJA					
83	PORTALEJA					
84	PORTALEJA					
85	PORTALEJA					
86	PORTALEJA					
87	PORTALEJA					
88	PORTALEJA					
89	PORTALEJA					
90	PORTALEJA					
91	PORTALEJA					
92	PORTALEJA					
93	PORTALEJA					
94	PORTALEJA					
95	PORTALEJA					
96	PORTALEJA					
97	PORTALEJA					
98	PORTALEJA					
99	PORTALEJA					
100	PORTALEJA					