



Daniel Prado do Espírito Santo

**A Influência do Planejamento Tributário
no Desenho da Rede de Distribuição e na
Localização de Centros de Distribuição**

Dissertação de Mestrado (Opção Profissional)

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Hugo Miguel Varela Repolho

Rio de Janeiro
Outubro de 2015



Daniel Prado do Espírito Santo

**A Influência do Planejamento Tributário
no Desenho da Rede de Distribuição e na
Localização de Centros de Distribuição**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre (opção profissional) pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio. Aprovada pela comissão examinadora abaixo assinada.

Prof. Hugo Miguel Varela Repolho

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. Nélío Domingues Pizzolato

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Profa. Adriana Leiras

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. José Eugênio Leal

Coordenador Setorial do Centro

Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 19 de outubro de 2015

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem a autorização do autor, do orientador e da universidade.

Daniel Prado do Espírito Santo

Graduou-se em Engenharia Mecânica na UERJ (Universidade do Estado do Rio de Janeiro) em 1998. Kursou MBA em Tecnologias de Gestão de Processos e Serviços no INT (Instituto Nacional de Tecnologia) em 2006. Trabalhou em diversas empresas no ramo de logística e operações. Atua como gerente de logística da SCS Comercial e Serviços Químicos S/A.

Ficha Catalográfica

Espírito Santo, Daniel Prado do

A influência do planejamento tributário no desenho da rede de distribuição e na localização de centros de distribuição / Daniel Prado do Espírito Santo; orientador: Hugo Miguel Varela Repolho. – 2015.

109 f.: il. (color) ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2015.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Localização. 3. Cadeia de distribuição. 4. Gestão tributária. I. Repolho, Hugo Miguel Varela. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

Agradecimentos

Aos meus pais Gerson (*in memorian*) e Norma, pelo exemplo e inspiração.

À minha esposa Vanessa e ao meu filho Gustavo pelo sacrifício que fizemos juntos e, que sem isso, nada disso teria valido a pena.

A todos os professores da PUC-Rio que puderam compartilhar da sua paciência, bem como aos colegas da turma de mestrado pela ajuda de sempre.

Ao meu orientador Hugo Repolho pelas recomendações e orientações.

A todos que direta ou indiretamente tornaram tudo isso possível.

Resumo

Espírito Santo, Daniel Prado do; Repolho, Hugo Miguel Varela. **A Influência do Planejamento Tributário no Desenho da Rede de Distribuição e na Localização de Centros de Distribuição**. Rio de Janeiro, 2015. 109p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A inclusão da gestão tributária no planejamento da cadeia de distribuição é fator diferenciador, especialmente no Brasil, onde os Estados têm políticas tributárias díspares e uma postura agressiva para atrair empresas. A inclusão das preocupações tributárias quando da definição de redes de distribuição, nomeadamente na escolha de localização de infraestruturas, é, no entanto, ainda feito de forma empírica. Para avaliar o impacto dos incentivos fiscais no desenho da rede de distribuição, foi proposto um modelo de programação linear inteira mista (PLIM), incluindo como parâmetros e restrições as oportunidades criadas pela política tributária. O objetivo é definir o número e o local de centros de distribuição, bem como a alocação de clientes a cada centro, tal que o custo logístico seja minimizado (custo de frete, custo de construção, operação e manutenção dos centros de distribuição e custos tributários divididos entre mudanças de alíquotas de produtos e de fretes ao realizar cada transferência de localização). O modelo é aplicado a uma empresa brasileira que comercializa produtos químicos e foi instalada em um local distante do ponto de entrega final dos produtos, devido à inserção em um programa de incentivos fiscais, sem a adoção de nenhum modelo de localização para avaliação desta estratégia. A solução gerada pelo modelo obteve menores custos totais para o novo desenho de rede em comparação com a rede atual.

Palavras-chave

Localização; cadeia de distribuição; gestão tributária.

Abstract

Espírito Santo, Daniel Prado Do; Repolho, Hugo Miguel Varela (Advisor). **The Influence of Tax Planning in the Distribution Network Design and Location of Distribution Centers.** Rio de Janeiro, 2015. 109p. MSc. Dissertation – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Including tax management in supply chain planning is a profitable differentiating factor, especially in Brazil, where each State exhibits its own tax policy. Some studies have been conducted taking into account the tax issues in the logistics network design, however this thesis takes into account the tax incentives offered by some Brazilian states to attract business. To assess the impact of tax incentives in the distribution network design, it proposed a model for locating distribution centers based on Mixed Integer Linear Programming (MILP) that includes parameters and factors related to the restrictions and opportunities created by Brazilian tax policies. The model is applied to a Brazilian company that sells chemical products. This company is installed in a location away from the end point of delivery of the products due to insertion into a tax incentive program, without adopting any location model for evaluating the strategy. The goal is to determine the actual advantages of a reduction in tax rates offset an increase in logistics transportation costs. The solution determined whether the construction of a new distribution center is beneficial, if the results generated by the model had lower total costs for the new network design compared to the current network.

Keywords

Facility location; distribution network; tax management.

Sumário

1.	Introdução	12
1.1.	Objetivo do Trabalho	16
1.2.	Metodologia de Pesquisa	16
1.3.	Delimitação do Escopo da Dissertação	17
1.4.	Estrutura da Dissertação	18
2.	Referencial Teórico	19
2.1.	Gerenciamento da Cadeia de Suprimento	19
2.2.	Logística	21
2.3.	Transporte	25
2.3.1.	Modelos de Veículos de Transporte	26
2.4.	Tributação	29
2.4.1.	Tributos Federais	31
2.4.2.	Tributos Estaduais	32
2.4.3.	Tributos Municipais	35
2.5.	Alternativas Fiscais	35
2.5.1.	Incentivos Fiscais e Tributários	35
2.5.2.	Utilização de Armazém Geral	38
2.5.3.	Abertura de Filial	39
2.5.4.	Utilização de Depósito Fechado	39
2.5.5.	Realização de Consignação Industrial	40
2.6.	Localização de Instalações	40
2.6.1.	Histórico dos Modelos de Solução de Problemas de Localização de Instalações	41
2.6.2.	Modelos para a Solução de Problemas de Localização de Instalações envolvendo Questões Tributárias	43
2.6.3.	Modelos Tradicionais de Localização – Problema da p-mediana	51
2.6.3.1.	Modelo p-mediana	51
2.6.3.2.	Modelo “Hub and Spoke”	54
3.	Modelo de Localização de Instalações com Gestão Tributária – MLIGT	58
3.1.	Modelo Matemático	60

4.	Estudo de Caso	64
4.1.	Levantamento de Dados para o Modelo	68
4.1.1.	Dados de Demanda	69
4.1.1.1.	Metodologia Aplicada aos Dados de Demanda	70
4.1.2.	Metodologia Aplicada à Escolha dos Dados para a Determinação da Localização do Centro de Distribuição – “Hub”	71
4.1.2.1.	Escolha das Cidades	71
4.1.2.2.	Distâncias entre os Vértices	75
4.1.2.3.	Custos para Instalação	75
4.1.2.4.	Custos Tributários	77
4.1.2.5.	Custos de Transporte – Fretes	80
4.2.	Discussão dos Resultados	81
5.	Conclusão	87
6.	Referências Bibliográficas	89
7.	Apêndices	95

Lista de Figuras

Figura 1 - Evolução Logística - Cadeia de Suprimentos - Ballou (2006)	20
Figura 2 - Modelos de Veículos de Transporte - Coelho (2010)	28
Figura 3 - Percentual do Total de Impostos X PIB (1947 – 2011)	30
Figura 4 - Rede de Distribuição Física Antes / Após a Adoção do MLIGT	82

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Contribuição dos Autores de Modelos de Localização	43
Tabela 2 - Revisão de Modelos de Localização - Hamad (2006)	45
Tabela 3 - Resumo dos Modelos de Redes de Distribuição Física	50
Tabela 4 - Ganhos Fiscais referentes aos Incentivos Fiscais	65
Tabela 5 - Comparação entre Tempos de Pedido	66
Tabela 6 – Total Geral de Vendas	69
Tabela 7 – Total de Vendas - Modelo de Frete CIF	69
Tabela 8 - Total de Vendas - Modelo de Frete FOB	69
Tabela 9 - Relação de Cidades candidatas a ser o Ponto de Fornecimento	72
Tabela 10 - Relação de Cidades a receberem o Centro de Distribuição	73
Tabela 11 - Relação de Cidades Pontos de Demanda	74
Tabela 12 - Distância entre Pontos de Fornecimento e Possíveis Centros de Distribuição	75
Tabela 13 - Custos de Instalação dos Possíveis Centros de Distribuição	77
Tabela 14 - Custos Tributários - Alíquota de ICMS do produto vendido do Ponto de Fornecimento aos Centros de Distribuição	78
Tabela 15 - Custos Tributários - alíquota de ICMS dos fretes desde o Ponto de Fornecimento aos Centros de Distribuição	79
Tabela 16 - Custos de Frete entre o Ponto de Fornecimento e os Centros de Distribuição	80
Tabela 17 - Pontos de Demanda que passam a ser atendidos pelo Ponto de Fornecimento em Santos (SP), com Centro de Distribuição em São Bernardo do Campo (SP)	82
Tabela 18 - Pontos de Demanda que continuam a ser atendidos pelo Ponto de Fornecimento em São Francisco do Sul (SC), com Centro de Distribuição no mesmo local	83
Tabela 19 - Comparativo de Despesas entre a situação da empresa antes e após a adoção do Modelo de Localização de Instalações com Gestão Tributária - MLIGT	84
Tabela 20 - Opção logística, excluindo o ponto de fornecimento atual	85

Lista de Apêndices

Apêndice A - Tabela de Alíquotas de ICMS para Transporte Interestadual	96
Apêndice B - Dados de Demanda	97
Apêndice C - Distâncias entre os locais candidatos a receber o Centro de Distribuição e os Pontos de Demanda	98
Apêndice D - Custos Tributários de venda de produtos entre os possíveis Centros de Distribuição e os Pontos de Demanda	101
Apêndice E - Custos Tributários referentes aos fretes entre os possíveis Centros de Distribuição e os Pontos de Demanda	104
Apêndice F - Custos de frete / tonelada entre os possíveis Centros de Distribuição e os Pontos de Demanda (R\$)	107

1. Introdução

As empresas capazes de criar mais valor são aquelas que apresentam uma vantagem competitiva frente aos seus concorrentes. A superioridade na criação de valor propicia capacidade de manobra e adoção de estratégias competitivas alinhadas com a proposição de valor da empresa. (BRITO e BRITO, 2012). Com o aumento da competitividade entre as empresas ao longo dos anos, as oportunidades de ganho nos diversos elos da cadeia de suprimento tornam-se mais importantes, podendo proporcionar vantagens em relação à concorrência.

Como resultado dessas mudanças, as empresas que não procuram se adaptar à nova realidade veem sua lucratividade despencar violentamente. Com isso, as empresas estão adotando novas práticas gerenciais para obter produtos e serviços diferenciados da concorrência. Hoje trabalhar sob os conceitos da logística e do *Supply Chain Management* pode ser considerada uma vantagem competitiva (FERREIRA, 1998). As técnicas logísticas modernas procuram aperfeiçoar cada ponto da cadeia logística, tendo em vista a melhoria global do sistema, isto é, a minimização dos custos envolvidos em cada etapa e dos custos globais e a maximização do nível de serviço prestado.

O peso da carga tributária, em especial na área de impostos indiretos incidentes sobre a área produtiva, é um fator com grande margem de melhoria em particular em realidades como a brasileira, na qual existem diferentes esferas de cobrança fiscal e políticas tributárias diferenciadas entre Unidades Federativas.

Além da elevada carga tributária para produzir no Brasil, há, também, o excesso de obrigações acessórias, que são exigências do sistema tributário que elevam os gastos para preparar e recolher tributos. Esses custos oriundos da complexa e extensa legislação tributária são arcados pelas empresas, reduzindo a competitividade da indústria nacional. (FIESP, 2012). Nos últimos anos o Governo Brasileiro tem aprimorado os mecanismos de controle e fiscalização na área tributária. Como consequência, as empresas investem cada vez mais na procura de lacunas na legislação e de mecanismos que evitem eventuais descumprimentos de obrigações que representem risco de autuação fiscal.

É válido afirmar que todos devem tacitamente conhecer toda a legislação fiscal e tributária, bem como atender a todos os requisitos. Também é válido concluir que, ao conhecer a legislação, as empresas devem procurar alternativas dentro da lei para minimizar os custos fiscais e tributários sem, no entanto, burlar a lei. Amaral (2002) sugere que a economia legal de impostos pode ser realizada em três esferas:

- No campo de ação da própria empresa, por intermédio de providências gerenciais que torne possível a não ocorrência do fato gerador do imposto, reduzindo ou atrasando, dessa forma, o montante devido.
- No âmbito administrativo, procurando meios previstos em lei que assegurem uma redução do ônus tributário temporária ou permanentemente.
- Na zona de atividade do Poder Judiciário, contestando a legitimidade do tributo por meio de ação judicial, visando suspender o pagamento ou reduzir sua alíquota e/ou base de cálculo.

O planejamento tributário tornou-se indispensável, pois a legislação tributária brasileira é muito complexa, com inúmeras leis e constantes alterações, o que dificulta a interpretação dos empresários, assim como em se manterem atualizados em virtude dos diversos influenciadores na gestão empresarial. (SANTOS e OLIVEIRA, 2008).

Assim, um bom planejamento tributário pode fazer com que alternativas legais sejam analisadas, de forma que se possam adotar medidas que se adaptem melhor, reduzindo o montante despendido. O planejamento tributário assume, portanto, um papel cada vez mais relevante na tomada de decisões logísticas, pois não se deve deixar de recolher impostos apropriadamente nem correr riscos fiscais. No Brasil, a carga tributária é bastante alta, o que faz com que as empresas paguem um montante significativo de impostos sobre as suas receitas. Em função disso, os empresários e profissionais envolvidos, necessitam de alternativas rápidas e precisas para a redução de seus custos. Para que obtenham sucesso em suas buscas, é necessário que sejam feitos diversos estudos e análises das informações contábeis disponíveis nas empresas, visando assim encontrar alternativas legais que venham maximizar seus lucros. (SANTOS e OLIVEIRA, 2008). Os custos

gerados por decisões fiscais equivocadas podem ser mais significativos que os custos logísticos, pois o não cumprimento das obrigações gera um risco passível de altas penalizações pecuniárias, o que pode colocar em risco a viabilidade de realizar as operações da cadeia de suprimentos.

Segundo Oliveira (2003), “Planejamento Tributário é a atividade empresarial que, desenvolvendo-se de forma estritamente preventiva, projeta os atos e fatos administrativos com o objetivo de informar quais os ônus tributários em cada uma das opções legais disponíveis.” O objetivo último é identificar quais as alternativas legais para diminuir o ônus tributário.

Krauspenhar (2005) afirma que a elisão fiscal, planejamento tributário aplicado com o objetivo de obter a maior economia fiscal possível, reduzindo a carga tributária para o mínimo valor realmente devido por lei, é a única ferramenta lícita que o gestor da cadeia de suprimento dispõe para reduzir a carga tributária, sem que, com isso, ocorra qualquer tipo de penalidade ou ilicitude.

Embora os resultados das empresas sirvam de base para a apuração dos impostos, entende-se que a escolha na forma de tributação pode ser uma fatia importante na obtenção de melhores resultados. Um correto enquadramento no regime tributário pode representar benefícios em uma gestão empresarial. Observa-se um enorme desconhecimento por parte de empresários e até mesmo dos próprios contadores frente à legislação tributária, o que acaba por causar erros na definição da escolha tributária, gerando assim valores desnecessários e estes por sua vez, podem colocar em risco a própria existência da empresa. (SANTOS e OLIVEIRA, 2008).

A “Guerra Fiscal” travada entre Estados brasileiros também é uma alternativa que vem sendo utilizada como forma de minimizar custos tributários. A inserção das empresas nas políticas de incentivos fiscais oferecidas por alguns Estados permite atingir os objetivos principais desses Estados: atração das empresas para dentro de suas áreas territoriais e assim proporcionar a elevação dos níveis de emprego e renda da região (PORSSE et al., 1999), além de incrementar a arrecadação de recursos provenientes dos impostos a serem pagos.

A ausência de uma legislação específica para as atividades relacionadas à logística de armazenagem e distribuição, principalmente em relação ao ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços -, que é diretamente ligada às

atividades de armazenagem (prestação de serviços) e transporte (circulação de mercadorias) contribui para que as empresas procurem formas alternativas para atender seus clientes. (MORAES, 2014)

Além dos riscos fiscais, Bertolucci e Nascimento (2011) realizaram uma pesquisa com 25 empresas no Brasil e levantaram o chamado Custo de Conformidade, que abrange as pessoas físicas e jurídicas no cumprimento das obrigações principais e acessórias definidas pelo Poder Público. Os custos de conformidade à tributação correspondem aos dispêndios incorridos pelos contribuintes no cumprimento das determinações legais tributárias. Incluem os custos de tempo e recursos consumidos em atividades como cálculo e retenção de impostos e contribuições, preenchimento de declarações, atendimento a fiscalizações, e os gastos em planejamento tributário, pesquisas e treinamentos, entre outros (MAIA et al, 2008). Este custo oscila entre 0,32% e 1,66% da sua receita bruta, de acordo com o porte da empresa. Tal custo também é extremamente relevante e deve ser considerado nos estudos de gestão da cadeia de suprimento.

Esta dissertação pretende demonstrar que a inclusão do planejamento tributário no planejamento das operações logísticas pode gerar ganhos significativos. Em particular, pretende-se demonstrar a importância da gestão tributária em casos de inserção em políticas de incentivos fiscais oferecidas por alguns Estados brasileiros na decisão de localização de instalações. Serão definidos os melhores locais para instalar centros de distribuição de empresas tendo em conta o tipo de operação (distribuição com caminhões com a capacidade de carga completa), os custos de implantação de novas infraestruturas, a tributação e o nível de serviço pretendido, objetivando a minimização dos custos totais (custos tributários, custos de implantação de novas infraestruturas e custos de transporte).

O enfoque do estudo é avaliar até que ponto a redução dos custos fiscais e tributários compensa um eventual aumento no custo logístico global devido à situação criada a partir da proposta de localizar as instalações geograficamente mais distantes dos pontos de demanda.

Para isso foi desenvolvido um modelo de programação linear inteira mista, baseado no modelo clássico de p-mediana e nos modelos de localização *Hub-*

spoke para um sistema de distribuição com intermediário e considerando parâmetros de custo customizados referentes às obrigações tributárias vigentes em cada caso. No Capítulo 4 – Estudo de Caso, utilizaremos o modelo desenvolvido para solucionar o problema apresentado. Serão determinados o número e a localização de pontos de apoio (“*hubs*”) e quais pontos de demanda serão alocados a eles (“*spokes*”). Como a quantidade de pontos de apoio a serem utilizados não foram escolhidos previamente, não se trata de uma variação do método de resolução de problemas de localização da classe *p*-mediana, o *p*-hub mediana.

O modelo desenvolvido será aplicado a uma empresa distribuidora de produtos químicos localizada na região Sul do Brasil, cujos clientes estão localizados em pontos geograficamente distantes do ponto de origem devido a vantagens obtidas através do regime de incentivos fiscais e tributários local. Pretende-se demonstrar que a inclusão da gestão tributária nas decisões de localização pode gerar soluções com menores custos totais para a rede de distribuição em comparação com a que atualmente é operada.

1.1. Objetivo do Trabalho

O objetivo geral do trabalho é desenvolver um modelo de localização de Centros de Distribuição que incorpore restrições tributárias decorrentes de vantagens obtidas em incentivos fiscais.

Já o objetivo específico desta dissertação é a aplicação do modelo a uma empresa brasileira distribuidora de produtos químicos, comparando os resultados obtidos pelo modelo com a solução empírica adotada por esta empresa.

1.2. Metodologia de Pesquisa

- Abordagem Qualitativa - Aprofundamento da compreensão de um problema de uma empresa, confrontando a base teórica com um caso prático.
- Mapeamento da Legislação Tributária pertinente ao Tema - Verificação do Código Tributário Nacional, contextualização do Sistema Tributário Nacional que permeia a Cadeia de Distribuição e apresentação das alternativas fiscais que permitem ganhos ao longo desta cadeia.

- Pesquisa de Referencial Teórico - Realização de pesquisas em artigos e livros publicados por autores de relevância acadêmica.

- Análise do Contexto Teórico – Comparação de estudos prévios acerca do tema com a dissertação presente, ressaltando a contribuição deste trabalho para o meio acadêmico, qual seja, a influência de incentivos fiscais na tomada de decisão de localização de instalações.

- Modelagem Matemática - Criação de modelo matemático teórico de localização de instalações que envolva também a questão tributária decorrente da influência dos incentivos fiscais oferecidos por Estados Brasileiros.

- Análise Quantitativa – Estudo de Caso - Foram pesquisados dados de forma empírica, delimitando as informações coletadas para evitar dispersões estatísticas. A coleta de dados foi realizada em base de dados da empresa em estudo (relatórios de vendas, balancetes e relatórios fiscais).

- Adequação ao Padrão - Comparação dos dados de base empírica (Estudo de Caso) com a base teórica (modelagem matemática) para promover a otimização do caso abordado. Dependendo do resultado, pode validar a situação atual ou promover melhorias.

- Apresentação das Conclusões e Análise Crítica - Verificação da melhor solução para o Estudo de Caso e análise da aplicabilidade do modelo desenvolvido para quaisquer situações envolvendo a questão tributária decorrente da influência dos incentivos fiscais oferecidos por Estados Brasileiros no desenho da rede logística.

- Ferramenta de apoio para a modelagem: Software XPRESS®, da FICO.

1.3. Delimitação do Escopo da Dissertação

A grande quantidade de impostos existentes no Brasil, com a variedade de leis que as definem, bem como as frequentes alterações na legislação fazem com que um modelo de trabalho mais abrangente e definitivo seja limitado (DUARTE, 2013). Apenas a influência do ICMS será analisada neste trabalho, já que é o imposto incidente sobre a atividade logística referente a uma determinada rede de distribuição específica que foi considerada nesta dissertação.

No escopo deste trabalho, os dados coletados para a pesquisa foram obtidos através dos relatórios de vendas de produtos da empresa entre 2011 e 2014, após a inserção no programa de benefícios do Estado de Santa Catarina.

As cidades que se candidatam a receber o centro de distribuição foram limitadas a 15 (quinze), levando-se em consideração a infraestrutura logística local e a proximidade em relação aos pontos de consumo. Para evitar a dispersão estatística dos resultados, pois existem algumas vendas esporádicas para clientes em menor quantidade ou menor frequência que poderiam ser considerados *outliers* na representação gráfica, foram consideradas apenas as vendas em fretes de forma fechada para clientes que consumiam pelo menos 14 (quatorze) toneladas de Carbonato de Sódio Anidro mensalmente, o que corresponde a capacidade máxima de um veículo de transporte modelo *truck*.

1.4. Estrutura da Dissertação

Capítulo 1: Apresentação da motivação para a pesquisa, objetivos e a delimitação do escopo da dissertação de modo a estabelecer uma ligação entre o referencial teórico e o estudo de caso.

Capítulo 2: Apresentação de referencial teórico sobre gerenciamento da cadeia de suprimentos, logística e aos custos logísticos de distribuição envolvendo transporte, uma contextualização sobre a sistemática da tributação que permeia a cadeia de distribuição e apresentação das alternativas fiscais apresentadas pelo Estado Brasileiro, além de revisão bibliográfica sobre problemas de localização, modelos e suas aplicações, que podem ser utilizados em estudos de localização de instalações.

Capítulo 3: Apresentação do modelo de programação linear desenvolvido pelos autores, o Modelo de Localização Industrial com Gestão Tributária – MLIGT.

Capítulo 4: Apresentação do Estudo de Caso, sobre a avaliação de instalação de novo centro de distribuição, com o objetivo de minimizar os custos globais logísticos e tributários.

Capítulo 5: Apresentação e análise crítica dos resultados.

Capítulo 6: Conclusões da dissertação e recomendações.

2. Referencial Teórico

Neste capítulo será feita uma revisão dos assuntos relacionados aos temas centrais da pesquisa, bem como aos temas relacionados diretamente a ela.

Será feita inicialmente uma revisão teórica sobre Gerenciamento da Cadeia de Suprimento - *Supply Chain Management* e Logística. Posteriormente serão apresentadas alternativas fiscais para minimização de custos tributários.

A seguir, serão apresentados trabalhos desenvolvidos na área de tributação brasileira e de modelagem matemática de localização de instalações.

Como o objetivo específico deste trabalho é desenvolver um modelo de programação linear inteira mista para a localização de instalações, ao final deste capítulo serão revisados os tipos de modelos de localização que serviram de base para o modelo desenvolvido nesta pesquisa.

2.1. Gerenciamento da Cadeia de Suprimento

A literatura dedicada à Gestão da Cadeia de Suprimentos é vasta apresentando definições variadas e complementares. O conceito definido por autores como Ballou (2006), Simchi-Levi (2010), Chopra e Meindl (2011) envolve todas as partes envolvidas direta ou indiretamente na satisfação do pedido de um cliente e a gestão de todos os processos internos e externos, englobando funções de desenvolvimento de produto, marketing, operações financeiras e serviço ao cliente. Contudo, tanto quanto o autor pode averiguar, não é dada muita relevância à questão da gestão tributária como componente relevante.

A evolução do conceito ao longo do tempo evidencia tal afirmação. A entidade *Council of Logistics Management* em 1986 definia o *Supply Chain Management* como uma extensão da Logística. Com a globalização e consequente expansão dos mercados, houve a necessidade de maior especialização e integração entre as áreas produtivas. Por isso, na década de 2000, a entidade, já rebatizada como *Council of Supply Chain Management Professionals*, ampliou o conceito de *Supply Chain Management* para uma visão mais holística: “A Gestão da Cadeia de Suprimentos engloba o planejamento e gerenciamento de todas as atividades

envolvidas no fornecimento e aquisição, conversão e todas as atividades de gestão de logística. Também inclui, de forma não menos importante, a coordenação e colaboração com parceiros da cadeia, que podem ser fornecedores, distribuidores, prestadores de serviços terceirizados (operadores logísticos) e clientes. Em essência, o gerenciamento da cadeia de suprimentos integra oferta e gestão da demanda dentro e entre empresas”. Ballou (2006) caracteriza esta evolução com a Figura 1.

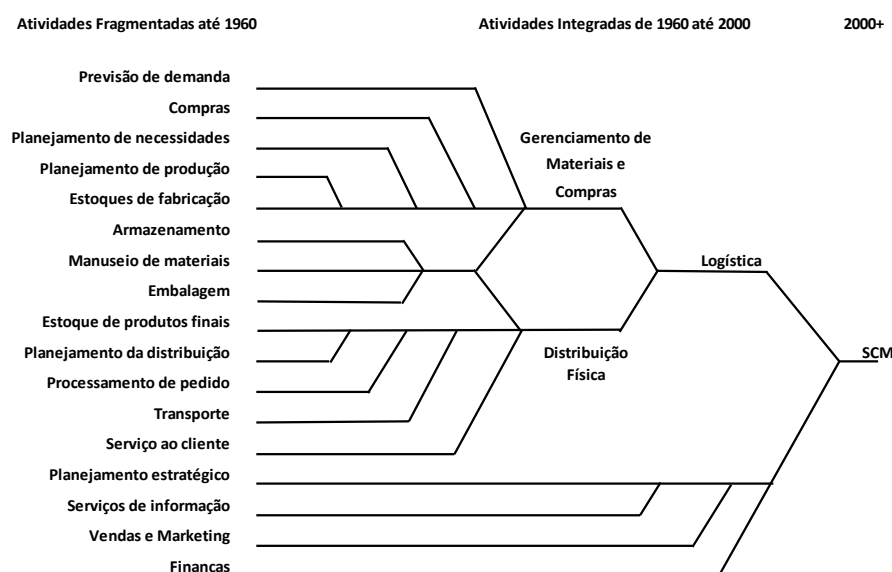


Figura 1 - Evolução Logística - Cadeia de Suprimentos - Ballou (2006)

Simchi-Levi et al. (2008) definem o Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos como um conjunto de abordagens que integra, com eficiência, fornecedores, fabricantes, depósitos e pontos comerciais, acrescentando valor de forma que a mercadoria é produzida e distribuída nas quantidades corretas, aos pontos de entrega e nos prazos corretos, com o objetivo de minimizar os custos totais do sistema sem deixar de atender às exigências em termos de nível de serviço e garantindo uma vantagem competitiva sustentável.

No entendimento de Lambert et. al (2001), a gestão da cadeia de suprimentos é a integração dos processos-chave de um negócio partindo do usuário final até os fornecedores iniciais de produtos, serviços e informações que adicionem valor para o comprador e para outros participantes da cadeia.

Para que esta gestão possa ser bem-sucedida, é importante que todos os parceiros envolvidos estejam dispostos a gerenciar suas estruturas com estratégias em comum e de forma sincronizada.

Bowersox e Closs (2001) citam em sua obra que as empresas têm se preocupado com este relacionamento entre fornecedores e clientes, pois acreditam que as relações comerciais bem-sucedidas possuem mais probabilidade de acontecer no exato momento em que as empresas participantes cooperam entre si, no que diz respeito ao planejamento e à operação. Ainda segundo os autores, apenas os relacionamentos com comprometimento total, isto é, de todas as partes envolvidas, possuem duração suficiente para agregar valor entre os parceiros.

O gerenciamento efetivo da cadeia de suprimento como um todo, não somente das atividades internas da empresa, mas também das atividades realizadas pelos fornecedores e pelo cliente final, pode proporcionar a redução de despesas operacionais tais como redução de custos de estocagem e racionalização dos custos de transporte e produção.

Além disso, os níveis de serviço poderão ser elevados com o devido gerenciamento de compras e vendas, colocação de pedidos na produção, redução de desperdícios, redução de *transit time* e melhor atendimento ao cliente final.

No entanto, a falta de cuidado na gestão tributária entre cada segmento da cadeia pode fazer com que o gestor cometa equívocos. Os departamentos fiscais das empresas tendem a visualizar os tributos de forma isolada, o que pode gerar distorções e, assim, correr o risco de assumir uma carga tributária excessiva ou correr riscos junto ao Fisco.

2.2. Logística

No mundo de hoje, cada vez mais globalizado e competitivo, as empresas não abrem mão de lançar toda a sorte de recursos para melhorarem seus níveis de excelência no que diz respeito à atratividade e retenção de seus clientes. A Logística exerce um papel muito importante neste cenário, ao procurar minimizar investimentos e custos operacionais e maximizar o nível de serviço prestado aos clientes.

Popularmente quando a Logística é citada, normalmente é relacionada diretamente ao transporte ou movimentação de produtos ou serviços. A sua abrangência é, no entanto, mais vasta.

Ghiani, Laporte e Musmanno (2004) sugerem que “a Logística trata do planejamento e controle do fluxo de materiais e de informação nas organizações. De um modo geral, ela tem a missão de apresentar os materiais certos no tempo certo e no local certo, além de aperfeiçoar determinadas medidas de desempenho e satisfazer um determinado conjunto de restrições”. Esta definição transmite que também há o envolvimento de fluxo de informações, bem como avaliações de níveis de serviço.

Ballou (2006) segue linha semelhante ao definir Logística como aquela que "trata de todas as atividades de movimentação e armazenagem, que facilitam o fluxo de produtos desde o ponto de aquisição da matéria-prima até ao ponto de consumo final, assim como dos fluxos de informação que colocam os produtos em movimento, com o propósito de providenciar níveis de serviço adequados aos clientes a um custo razoável”.

Já a definição de Logística da *Association Française des Logisticiens d'Entreprises* e subscrita por Tixier et al.(1983) é ainda mais abrangente: "A Logística é o conjunto de atividades que têm por fim a colocação, com um custo mínimo, de uma quantidade de produto no local e no momento em que existe procura. A Logística abarca, pois, todas as operações que condicionam o movimento dos produtos, tais como: localização das fábricas e entrepostos, abastecimentos, gestão física de produtos em curso de fabrico, embalagem, formação e gestão de estoques, manutenção e preparação das encomendas, transportes e circuitos de entregas."

Carvalho (2002) complementa, acrescentando a visão estratégica da Logística, definindo a mesma como "o processo estratégico (porque acrescenta valor, permite a diferenciação, cria vantagem competitiva, aumenta a produtividade e rentabiliza a organização) de planejamento, implementação e controle dos fluxos de materiais/produtos, serviços e informações relacionadas, desde o ponto de origem ao ponto de consumo, de acordo com as necessidades dos elementos a serem servidos pelo sistema logístico em causa".

Pode-se ficar com uma definição de Logística mais condizente com o mundo atual, apresentada pelo *Council of Supply Chain Management Professionals* na década de 2000: “Logística é o processo de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente o fluxo e a armazenagem de produtos, bem como os serviços e informações associados, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do consumidor”.

O conceito leva a interpretar que logística não é somente o transporte ou movimentação de produtos. Ela pretende planejar, executar e avaliar diversos segmentos da cadeia de suprimentos para que se possa obter agilidade nos fluxos de informação e produtos, integração entre os elos da cadeia, redução de custos, melhoria nos níveis de serviço ao atendimento ao cliente e, conseqüentemente, geração de maiores lucros aos acionistas.

Todo este processo, aliado aos altos custos administrativos e operacionais e à intensa competição do mercado levantaram a necessidade dos gestores de logística conhecerem e executarem um melhor planejamento para cada etapa envolvida. Por isso, a busca por melhores, mais eficientes e menos custosas soluções é a maior das prioridades, de forma que a Logística possa realmente ser uma vantagem competitiva.

Para que se possa avaliar a proporção dos custos logísticos em relação aos custos das empresas, foi estimado em 2004 que o custo total logístico das organizações nos Estados Unidos da América correspondia a 8,19% do Produto Interno Bruto americano. Naquele ano, o custo logístico brasileiro correspondia a 12,63% (LIMA, 2006).

Já em 2014, o custo logístico equivaleu a aproximadamente 11,2% do faturamento das empresas, segundo o resultado da pesquisa “Custos Logísticos no Brasil 2014”, divulgado pela Fundação Dom Cabral, realizado com 111 empresas que representam 17% do Produto Interno Bruto nacional. O transporte de longa distância foi o fator mais representativo na estrutura de custo logístico das companhias (44%), seguido de armazenagem (19,06%). Os transportes de produto acabado e de matéria-prima foram os responsáveis pelos maiores custos logísticos. Para 69,3% das empresas, o transporte de produto acabado tem um

custo muito alto ou alto e 61,2% das empresas têm a mesma opinião sobre o transporte de matéria-prima.

Ainda segundo esta pesquisa da Fundação Dom Cabral, a formação de mão-de-obra tem proporcionado relevantes aumentos não previstos na composição do custo logístico. Para 62,4% das companhias, formar mão-de-obra tem um impacto muito alto ou alto no aumento extra do custo logístico. De forma geral, a saída encontrada pelas empresas para atenuar o custo logístico tem sido a terceirização de frota e os serviços logísticos para outros operadores (70%).

De acordo com Novaes (2001), o *Supply Chain Management* não deve ser confundido com o conceito de logística, por ser uma evolução natural da mesma. A logística passa a ser tratada pelas empresas de forma estratégica para ganhar competitividade e induzir novos negócios. As razões básicas para esta nova perspectiva foram a globalização e o aumento da competição entre as empresas.

Segundo Bowersox e Closs (2001), o conceito de Logística envolve o processo de integração de forma sequenciada das operações de movimentação de bens e produtos e a informação referente a eles, incluindo transporte, estocagem, armazenagem e administração destes bens e produtos, nas condições estabelecidas e com o menor custo possível.

No entanto, o aspecto tributário pode ser um fator decisivo em qualquer projeto de transporte, armazenagem e demais serviços logísticos, devido à sua relevância. Não se faz uma operação logística sem análise do impacto tributário, sob o risco de elevadas perdas financeiras por impostos recolhidos a mais ou por expor o operador logístico e mesmo o seu cliente a riscos de autuação. As atividades tributárias podem contribuir na viabilização de negócios entre o operador logístico e seus clientes. Oferecer solução fiscal ao mesmo tempo em que se oferece solução logística pode fazer a diferença na concretização de um negócio. (MORAES, 2014)

Na sequência serão analisados separadamente e em detalhe os fatores Transporte e Tributação, que são relevantes a esta dissertação.

2.3. Transporte

O transporte é o principal componente do sistema logístico. De acordo com Bowersox (1986), sob o ponto de vista do sistema logístico, são três as características mais importantes ao se estabelecer a capacidade dos serviços de transporte: custo, velocidade e consistência.

Já para Fleury (2002), a importância pode ser medida através de pelo menos três indicadores financeiros: custos, faturamento e lucro. Segundo o autor, o transporte representa, em média, 60% dos custos logísticos, 3,5% do faturamento, e em alguns casos, mais que o dobro do lucro. Além disso, um bom sistema de transporte tem um papel fundamental na qualidade dos serviços logísticos, pois impacta diretamente o tempo de entrega, a confiabilidade e a segurança dos produtos.

Há algumas maneiras de se conseguir boa economia nos custos logísticos de transporte. Uma delas é a seleção dos canais de distribuição apropriados para tipo de produto. Segundo Novaes (2001), todas as atividades que estão relacionadas à distribuição física são definidas a partir de uma estrutura bem planejada para os canais de distribuição. Segundo Farah (2002), para a escolha do canal de distribuição mais adequado, deve-se atentar para, além do tipo de produto a ser entregue, o número de intermediários necessários, o tamanho da área a ser atendida e a estrutura mínima para efetuar um serviço com qualidade e eficiência.

Arbache et al (2004) ressaltam que a redução da quantidade de intermediários pode gerar benefícios para alguns setores onde a necessidade de customização do produto adquirido é cada vez maior devido à alta de seus preços. A escolha do canal deve ser vista como parte de uma estratégia competitiva para satisfazer as necessidades dos clientes

Uma estratégia diferente de se obter economia de escala no transporte é a consolidação de cargas. As cargas consolidadas, também chamadas de fechadas, cheias ou de lotação, resultam da criação de grandes carregamentos, a partir de vários outros pequenos, a fim de obter economia de escala no custo dos fretes e aumentar o nível do serviço ao cliente (TYAN et al., 2003).

2.3.1. Modelos de Veículos de Transporte

A escolha adequada do tipo de veículo para cada carga a ser transportada também pode evitar despesas extras decorrentes de um dimensionamento incorreto. Cabe avaliar a cada expedição de cargas qual a solução econômica e financeiramente mais adequada às restrições que o mercado impõe. Quanto maior a consolidação de cargas, por exemplo, maior será a economia de escala em relação aos fretes (TYAN et al., 2003).

Existem diferentes tipos de veículos para o transporte de cargas, com suas especificações e capacidades próprias, desde os pequenos veículos urbanos de carga, ideais para entregas em grandes centros urbanos onde há restrições quanto à circulação de veículos de maior porte, até aos grandes caminhões articulados utilizados em rodovias, muito utilizados para o transporte de grandes distâncias. (COELHO, 2010)

A Resolução 503/2014 do Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN – atualiza a Resolução 258/2007, que regulamenta os Artigos 231 e 323 do Código de Trânsito Brasileiro e fixa o limite de peso máximo por eixo que pode ser carregado em cada tipo de veículo. A limitação é necessária para, dentre outras razões, preservar as condições dos pavimentos dos locais de circulação e evitar acidentes que possam ser gerados por excesso de peso, como quebra de eixo, etc.(COELHO, 2010)

Coelho (2010) descreve em seu artigo alguns dos tipos mais comuns de veículos de transporte de cargas e suas especificações:

- Veículo Urbano de Carga (VUC): Caminhão de menor porte, mais apropriado para áreas urbanas. A capacidade de carga do VUC é de 3 (três) toneladas.
- Toco ou Caminhão Semi - Pesado: Caminhão que tem eixo simples na carroceria, ou seja, um eixo frontal e outro traseiro de rodagem simples. Sua capacidade é de até 6 (seis) toneladas, tem peso bruto máximo de 16 (dezesesseis) toneladas e comprimento máximo de 14 (quatorze) metros.
- Truck ou Caminhão Pesado: Caminhão que tem o eixo duplo na carroceria, ou seja, dois eixos juntos. Um dos eixos traseiros deve necessariamente receber a força do motor. Sua capacidade é de 10 (dez) a 14 (quatorze)

toneladas, possui peso bruto máximo de 23 (vinte e três) toneladas e seu comprimento é também de 14 (quatorze) metros, como no caminhão toco.

- Cavalo Mecânico ou Caminhão Extra - Pesado: é o conjunto formado pela cabine, motor e rodas de tração do caminhão com eixo simples - apenas 2 (duas) rodas de tração. Pode ser engatado em vários tipos de carretas e semirreboques, para o transporte.
- Cavalo Mecânico Trucado ou LS: tem o mesmo conceito do cavalo mecânico, mas com o diferencial de ter eixo duplo em seu conjunto, para poder carregar mais peso. Assim o peso da carga do semirreboque distribui-se por mais rodas, e a pressão exercida por cada uma no chão é menor.
- Carreta com 2 (dois) Eixos: utiliza um cavalo mecânico e um semirreboque com 2 (dois) eixos cada. Possui peso bruto máximo de 33 (trinta e três) toneladas e comprimento máximo de 18,15 (18 metros e quinze centímetros) metros.
- Carreta com 3 (três) Eixos: utiliza um cavalo mecânico simples - 2 (dois) eixos e um semirreboque com 3 (três) eixos. Possui peso bruto máximo de 41,5 (quarenta e uma toneladas e meia) toneladas e comprimento máximo de 18,15 (18 metros e quinze centímetros) metros.
- Carreta com Cavalo Trucado: utiliza um cavalo mecânico trucado e um semirreboque também com 3 (três) eixos. Possui peso bruto máximo de 45 (quarenta e cinco) toneladas e comprimento máximo também de 18,15 (18 metros e quinze centímetros) metros.



Figura 2 - Modelos de Veículos de Transporte - Coelho (2010)

Além das questões referentes à consolidação de cargas ou escolha do veículo adequado, a falta de investimento em infraestrutura, a entrada em vigor da Euro 5 (Resolução 408/2008 do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente - que induz a redução da emissão de poluentes), os reajustes constantes do combustível e a entrada em vigor de legislações com o intuito de aumentar a segurança do tráfego nas estradas (“Lei do Caminhoneiro” – Lei 12.619/2012) resultaram em elevação do custo do frete mais de três vezes superior à inflação de 2007 a 2013, segundo um levantamento feito pela Associação Nacional do Transporte de Cargas e Logística (ANTC & Logística)(2014). Diz ainda o levantamento que, no final de fevereiro de 2014, a pesquisa indicava necessidade de alta de 14,06%. No período, o valor do transporte subiu 131,9%.

Segundo cálculo do Departamento de Custos Operacionais, Estudos Técnicos e Econômicos (Decope) da ANTC & Logística, entre junho de 2013 e junho de 2014, verificou-se aumento do custo de 3,65% nas operações fracionadas de transporte de carga. Pelos números, o seguro é tido como vilão do período, com variação de 7,47%. O óleo diesel (7,19%) é o segundo da lista de insumos que mais elevaram o custo do frete, seguido por despesas administrativas (6,20%), pneus (2,38%), lavagem (1,67%), recapagem (1,64%), salários administrativos (0,12%), veículos (-1,5%) e reajuste salarial de motoristas e ajudantes (-2,43%), que caiu devido à mudança da fórmula de cálculo do INSS.

Para arcar com estes custos, é importante definir as duas siglas que são utilizadas para distinguir dentre comprador e fornecedor quem suporta os custos e riscos do transporte. O frete CIF (*Cost, Insurance And Freight*) “Custo, Seguro e Frete” – significa que o frete é por conta do emitente da nota fiscal. No preço de venda estão incluídos o custo da mercadoria, o seguro de transporte que garante a mercadoria e o frete de transporte até o destino. Já o frete FOB (*Free On Board*) “Livre A Bordo” é exatamente o inverso, o frete será pago somente pelo destinatário, ou seja, por conta de quem compra a mercadoria.

No Capítulo 4 desta dissertação – Estudo de Caso – foram levadas em consideração as maiores demandas de venda nos modelos CIF e FOB. Em cada uma das situações foram comparados os custos logísticos (transporte, no caso do modelo CIF e infraestrutura logística), bem como custos tributários no caso de eventual troca de ponto de fornecimento ou instalação de novo Centro de Distribuição.

2.4. Tributação

No contexto da cadeia de suprimentos, o planejamento tributário representa um diferencial competitivo altamente relevante, pois afeta a margem de lucro das empresas. Cabe ao gestor da cadeia avaliar as melhores alternativas para que se possa obter economia financeira entre os elos a partir do momento em que se escolhe uma modalidade de tributação permitida pela legislação brasileira.

O Código Tributário Nacional, em seu artigo 3º, define tributo como “toda prestação pecuniária compulsória em moeda ou cujo valor nela se possa exprimir, que não constitua sanção de ato ilícito, instituída em lei e cobrada mediante atividade administrativa plenamente vinculada”.

A Lei 5172/66, regida pela Emenda Constitucional nº 18 de 1º de dezembro de 1965 regula o Sistema Tributário Nacional (STN) e é citada como fundamentação do Artigo 24, inciso I da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, onde é dito que “Compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre o direito tributário, financeiro, penitenciário, econômico e urbanístico”.

Segundo o Código Tributário Nacional, em seu artigo 16, impostos são tributos cuja obrigação tem por fato gerador uma situação independente de qualquer atividade estatal específica, relativa ao contribuinte, o que significa que, depois de sancionada a lei, todos devem pagar, podendo ser aplicados conforme a necessidade do Estado, explicam Araújo e Matias (2010).

A carga tributária no Brasil tem aumentado a cada ano, conforme indica a Figura 3. O gestor deverá saber avaliar sua estratégia e entender em qual situação a cadeia poderá ser tributada, de forma que seja gerada a maior economia financeira.

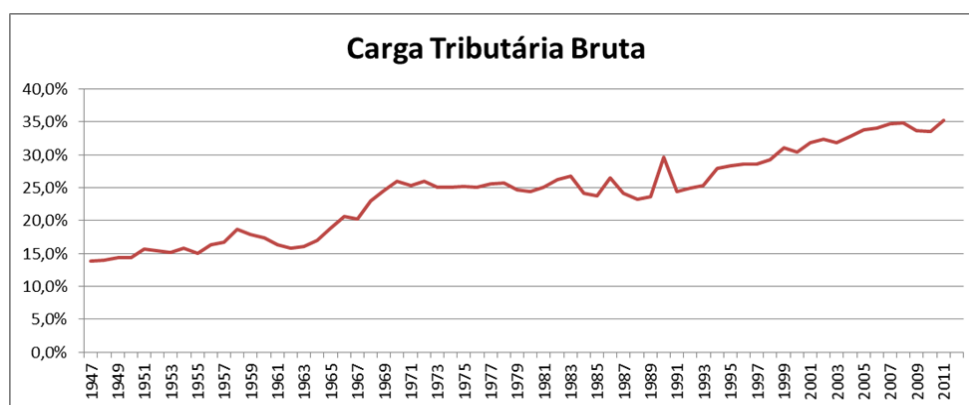


Figura 3 - Percentual do Total de Impostos X PIB (1947 – 2011)

Fonte: Receita Federal do Brasil (2011), disponível em www.receita.fazenda.gov.br

Cabe ressaltar que as alíquotas têm sofrido alterações constantes, em decorrência de circunstâncias políticas e econômicas do momento. Em cada caso podem ser criadas condições especiais que beneficiem determinado segmento da indústria ou comércio e, da noite para o dia, podem tornar um produto extremamente competitivo ou, no caso inverso, torná-lo inviável em comparação a outros produtos (DUARTE, 2013).

Werneck (2011) afirma que o Sistema Tributário Nacional sofreu sucessivos remendos, gerando um grande ônus para a economia neste processo. O impacto ao longo da cadeia de suprimentos deve ser visto de forma sistêmica e não somente a cada etapa. Alguns tributos possuem como característica o fato de serem compensados a cada transferência entre os elos da cadeia (ICMS), já outros incidem em apenas um dos elos, mas possuem em sua definição o mesmo conceito de compensação. Por último, tem-se um grupo de impostos que incidem de forma independente a cada elo da cadeia. Não é este o objetivo desta

dissertação, mas fazer entender o desafio dos planejadores tributários dentro das empresas.

Sobre as atividades logísticas da cadeia de suprimentos, incidem vários tipos de impostos no Brasil. Nos capítulos 2.4.1, 2.4.2 e 2.4.3 são feitas breves descrições dos principais impostos que são cobrados em cada esfera governamental.

2.4.1. Tributos Federais

Existem duas opções passíveis de decisão estratégica por parte do gestor tributário no que se refere ao modelo de tributação a ser escolhido. A tributação por lucro real tem como base o lucro contábil e é mais interessante para empresas com resultados mais equilibrados. Já a tributação por lucro presumido utiliza apenas as receitas da empresa para apuração do resultado tributável de IR e CSLL, sendo estes tributos calculados por um resultado estimado, encontrado através de percentuais definidos em lei (Pêgas, 2007).

Atualmente existem pelo menos quatro impostos principais cobrados pelo Governo Federal sobre as atividades de transporte e armazenagem:

- **Imposto de Renda sobre Pessoa Jurídica (IRPJ)**

Lucro Presumido: 8% sobre a presunção, mais 15% apenas sobre as demais receitas permitidas, mais um adicional de 10% sobre lucro trimestral que exceder R\$ 60.000,00. (Lei 9.249/95, Artigo 15).

Lucro Real: 15% sobre lucro real, mais 10% sobre o que exceder de R\$ 20.000,00. (Lei 9.249/95, Artigo 15).

- **Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL)**

Lucro Presumido: 9%. (Lei 11.727/2011, Artigo 17).

Lucro Real: 9%. (Lei 11.727/2011, Artigo 17).

- **Programa de Integração Social (PIS)**

Lucro Presumido: 0,65%. (Lei 10.996/2004, Artigo 3º).

Lucro Real: 1,65%. (Lei 10.996/2004, Artigo 3º).

- **Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS)**

Lucro Presumido: 3%. (Lei 10.925/2004, Artigo 12).

Lucro Real: 7,6%. (Lei 10.925/2004, Artigo 12).

Quando há importação ou exportação de produtos ou ainda movimentação de produtos industrializados no Brasil, pode-se considerar também:

- Imposto de Importação (II),
- Imposto de Exportação (IE),
- Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI)

As alíquotas destes impostos variam conforme o produto, segundo legislação específica (Decreto Lei 2472/88, Lei 9716/98 e Tabela de IPI, respectivamente).

2.4.2. Tributos Estaduais

O principal imposto que incide sobre as atividades da cadeia de suprimentos em nível estadual é o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS).

De acordo com Calciolari (2006), não há que se falar em influência da guerra fiscal na decisão de alocação regional dos recursos antes de 1960, visto que, antes dessa época, outros fatores muito mais relevantes atuavam como forma de diminuir o âmbito de escolha da localização de determinada indústria, pois haviam poucos recursos logísticos e infraestrutura disponíveis em determinadas regiões brasileiras. Antes desta década, poderia ser dito que a tomada de decisão sobre a construção de um polo industrial deveria, sob a ótica econômica, levar outros fatores em conta, visto que tais fatores teriam mais influência sobre a competitividade da empresa e, em alguns casos, poderiam inviabilizar a atividade econômica.

Calciolari (2006) lembra que o Imposto sobre Circulação de Mercadorias (ICM) substituiu o Imposto sobre Venda e Consignações (IVC), de competência também estadual. Dentre as desvantagens do IVC que levaram à sua extinção, estava o crescimento excessivo e desordenado da competência fiscal dos Estados, visto que, diante do campo de incidência fiscal restrito desse tributo (recaía exclusivamente sobre as operações de vendas e consignações), os Estados ampliavam de forma abusiva o campo de incidência da sua competência para abranger diversas outras operações.

A Emenda Constitucional nº 1817 extinguiu o IVC, que foi substituído pelo ICM, concebido originalmente com uniformidade de alíquotas para todas as mercadorias, de competência impositiva dos Estados e municípios, com incidência sobre a circulação de mercadorias e de caráter não cumulativo (CALCIOLARI, 2006).

Logo após essa Emenda, surge o Código Tributário Nacional (CTN) em 1º de dezembro de 1965, que, ao complementar as disposições constitucionais relativas ao ICM, estabelece as normas básicas de sua estruturação.

Após o Ato Complementar nº 3121, a competência para arrecadar o ICM fica a cargo somente dos Estados, garantindo-se aos municípios participação de 20% no produto da arrecadação desse imposto, visto que seria inviável arrecadação municipal desse tributo.

Posteriormente, surge o Decreto-Lei nº 406/68, que revogou alguns dispositivos do CTN, mas não alterou as características relevantes dessa exação no que tange a nosso estudo. Nesse período, a uniformidade das alíquotas para todas as mercadorias foi mantida em relação às operações internas e, sobre as operações interestaduais, estas teriam alíquotas diferenciadas em função da procedência das mercadorias. O poder para fixar as alíquotas máximas nas operações internas, interestaduais e de exportação competia ao Senado Federal, ainda conforme Calciolari (2006).

Com a Constituição de 88, ampliou-se a hipótese de incidência do ICM, que passou a incidir também sobre alguns serviços (daí o “S” em ICMS). O Artigo 155 diz que compete aos Estados e ao Distrito Federal instituir impostos sobre:

II – operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviço e transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação, ainda que as operações e as prestações se iniciem no exterior. No mesmo artigo citado temos o parágrafo segundo: § 2º O imposto previsto no inciso II atenderá ao seguinte:

IV – resolução do Senado Federal, de iniciativa do Presidente da República ou de um terço dos Senadores, aprovada pela maioria absoluta de seus membros, estabelecerá as alíquotas aplicáveis a operações e prestações, interestaduais e de exportação;

V – é facultado ao Senado Federal:

a) estabelecer alíquotas mínimas nas operações internas, mediante resolução de iniciativa de um terço e aprovada pela maioria absoluta de seus membros;

b) fixar alíquotas máximas nas mesmas operações para resolver conflito específico que envolva interesse de Estados, mediante resolução de iniciativa da maioria absoluta e aprovada por dois terços de seus membros;

Cada Estado brasileiro cobra uma alíquota referente ao ICMS. No Apêndice A é apresentada a Tabela de Alíquotas de ICMS de Transporte Interestadual. Ela mostra como diferentes Estados podem-se tornar mais competitivos do que outros devido a esta diferença.

Este imposto pode ser tributado através de débito e crédito ou pelo crédito presumido, segundo o Regulamento do ICMS de cada Estado. A apuração pelo sistema de débito e crédito consiste na diferença entre o ICMS debitado / creditado na saída e na entrada do produto, dentro dos limites do Regulamento, com as devidas ressalvas e exceções. Já o sistema de crédito presumido assume um valor percentual fixo sobre o valor de nota fiscal da movimentação para a apuração do ICMS, sendo este percentual adotado conforme o Regulamento de cada Estado.

De acordo com Lizote e Bidinha (2012), desde 2010 tramita no Senado um projeto de Lei com a proposta de estabelecer alíquotas do imposto sobre a circulação de mercadorias e prestações de serviços, nas operações interestaduais com bens e mercadorias importadas do exterior. A Resolução 13/2012 define a alíquota de 4% de ICMS em operações interestaduais para produtos importados, mesmo que sejam submetidos a processo de industrialização, desde que este processo resulte em um produto com pelo menos 40% de matéria prima importada.

Para compensar as perdas nos Estados onde os incentivos fiscais atraem empresas atualmente, como Santa Catarina, Goiás, Tocantins e Espírito Santo, o Governo Federal editou a Medida Provisória 599/12, na qual estabelece condições para a criação de um fundo de auxílio de aproximadamente R\$ 8 bilhões de reais anuais para ressarcir eventuais perdas durante 20 anos. Além disso, o Executivo propõe a criação do Fundo de Desenvolvimento Regional (FDR), com a finalidade de financiar projetos de investimento e desenvolvimento produtivo.

2.4.3. Tributos Municipais

A Emenda Constitucional nº 18/65 trouxe o imposto sobre serviços de qualquer natureza (ISS), substituto do então chamado imposto de indústrias e profissões. A Constituição de 1988 manteve as linhas gerais, excluindo da base dos fatos geradores deste imposto àqueles que já geram a cobrança do ICMS.

O ISS gera cobrança de taxa sobre qualquer prestação de serviço ocorrido no Município tomador. O serviço considera-se prestado e o imposto devido no local do estabelecimento prestador ou, na falta do estabelecimento, no local do domicílio do prestador, com exceções regulamentadas em Lei.

A Emenda Constitucional 37 de 2002, artigo 3º, estabeleceu o limite mínimo (2%) para a cobrança do imposto pelos Municípios. Já a Lei Complementar 116 de 2003, artigo 8º, estabeleceu o limite máximo (5%).

2.5. Alternativas Fiscais

No campo fiscal, existem algumas alternativas que o gestor pode adotar para complementar o conjunto de medidas que visa à economia de escala na cadeia como um todo. O objetivo desta Capítulo é apresentar algumas formas em que se pode minimizar o pagamento do ICMS através do planejamento tributário (elisão fiscal), de acordo com cada característica da cadeia de suprimento.

2.5.1. Incentivos Fiscais e Tributários

Calciolari (2006) faz um breve histórico sobre a questão dos incentivos fiscais em seu trabalho. A Emenda Constitucional nº 1/69 manteve a competência Estadual para a arrecadação do então ICM (Imposto sobre Circulação de Mercadorias) foi mantida sem, contudo, atribuir aos Estados competência exoneratória plena, visto que, nos termos do § 2º do art. 19, somente a União é que poderia conceder isenções de impostos estaduais e municipais atendendo ao relevante interesse social ou econômico. Também acerca da concessão de isenções, a Constituição de 69 estabelecia que elas fossem concedidas mediante convênios celebrados entre os Estados e o Distrito Federal.

Essa Emenda, em seu art. 23, já estabelecia que a concessão de incentivos do imposto estaduais deve ser subordinada à celebração de convênios entre os Estados. Essa postura é reiterada pela Lei Complementar nº 24, a qual postula explicitamente o princípio de que todo tipo de isenção deve resultar de decisão formalizada em convênios celebrados pelos Estados (CALCIOLARI, 2006).

Com a Constituição de 1988, a competência estadual se manteve, ficando a cargo do Senado Federal fixar as alíquotas aplicáveis às operações e às prestações interestaduais e de exportação, bem como estabelecer alíquotas máximas e mínimas nas operações intra-estaduais com o fulcro de combater conflitos específicos.

Desta forma, pode-se notar a crescente descentralização do poder regulador da União acerca do tema. Calciolari (2006) acredita que o mecanismo mais hábil para conter a guerra fiscal entre Estados é a necessidade de deliberação estadual para a adoção de isenções, incentivos e benefícios. Contudo, segundo o autor, tal mecanismo não é cumprido com exatidão, o que provoca a continuidade da situação em tela e a viabilidade da utilização do ICMS como medida de alocação de investimentos privados. A não - cumulatividade desse tributo e sua tributação na origem, aqui analisadas sob o viés histórico, também são pontos importantes na abordagem desse tema.

Os Estados brasileiros têm concedido incentivos fiscais e tributários para a atividade industrial, comercial, de importação e para operadores logísticos de Centros de Distribuição. Normalmente são reduções, isenções ou eliminação direta ou indireta de alíquotas de impostos, financiamentos e prorrogação de prazos de pagamento de tributos, além da oportunidade de utilização de créditos presumidos como base de tributação.

Ao introduzirem incentivos, os Estados procuram atrair empresas para dentro de seus limites territoriais e, com isso, conseguir dividendos políticos devido ao conseqüente aumento do nível de emprego. Os Centros de Distribuição podem ser abertos em diversas modalidades. A saber: empresa prestadora de serviços logísticos, armazém geral, comércio atacadista, sede da empresa depositante ou ainda constituição de uma nova empresa. A escolha da localização ótima dos Centros de Distribuição fica assim condicionada pelos incentivos fiscais e tributários. Por esse motivo, gestores fiscais e tributários, em conjunto com o

gestor da cadeia de suprimentos, deverão analisar em conjunto as vantagens e desvantagens que estes incentivos podem proporcionar, verificando todas as oportunidades e riscos que a legislação de cada Estado e Município oferece e quais os impactos que têm na definição da rede de distribuição e da localização das infraestruturas que a compõem.

No entanto, todas estas alternativas estão baseadas em um cenário altamente instável. As incertezas que cercam o cenário político brasileiro podem fazer com que a política de incentivos fiscais diferenciados possa ser revista a qualquer momento. A carga tributária, embora seja um fator importante para a determinação da localização das instalações, necessariamente não induz a outros tipos de investimento das empresas. A queda da arrecadação proporcionada pelas empresas que posicionam suas instalações apenas visando diminuir seus custos fiscais e tributários ao longo do tempo fará com que haja um desequilíbrio regional importante, já que os Estados vizinhos também farão reduções de alíquotas para minimizar as vantagens do seu “oponente”. (CALCIOLARI, 2006)

Caberia ao Governo Central o papel de induzir o desenvolvimento regional através de incentivos, de acordo com um planejamento de políticas públicas de combate às desigualdades regionais. Atualmente, interesses políticos dos agentes subnacionais (Estados) regulam a distribuição destas benesses às empresas sem levar em consideração os interesses nacionais. Mesmo com o custo da perda de arrecadação, aliado à situação de forte aperto nas contas públicas, há benefícios políticos advindos do aumento do número de empresas instaladas e consequente aumento na oferta de empregos na região. Calciolari (2006) ainda afirma que os custos de arrecadação posterior não compensam o gasto com perda de arrecadação.

Calciolari (2006) lembra que a Lei Complementar nº 24 é clara quando diz que os incentivos fiscais devem ser fornecidos pelos Estados mediante concordância ratificada através da celebração de um Convênio entre todos os demais Estados e o Distrito Federal. Inclusive em seu Artigo 8º, parágrafo único, é dito que a inobservância desta condição implica na nulidade do ato e na exigibilidade do imposto não pago ou devolvido. Como se vê na prática, não há concordância entre os Estados – daí o nome “Guerra Fiscal”-, portanto bastaria à União fazer cumprir a Lei e então os incentivos perderiam sua eficácia. Porém, em

abril de 2015, foi aprovado projeto de Lei Complementar pela Comissão de Assuntos Econômicos do Senado Federal que permite a quebra de unanimidade do quórum do Conselho Nacional de Política Fazendária – CONFAZ – para convalidar incentivos fiscais já concedidos pelos Estados sem ratificação do colegiado, como exige a Constituição Federal. O projeto ainda precisa passar pela Câmara dos Deputados e, como parece, ainda está longe de ser consenso.

2.5.2. Utilização de Armazém Geral

O modelo de Armazém Geral permite que os operadores logísticos realizem suas atividades de armazenagem e distribuição de produtos com um regime de tributação diferenciado. É uma atividade fiscal vinculada à legislação da Junta Comercial prevista nos regulamentos de ICMS dos Estados, portanto, não basta ter apenas o CNPJ – Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica e a inscrição estadual com o CNAE (Classificação Nacional de Atividades Econômicas) de armazém geral para operar como Armazém Geral, é preciso também o cadastro na Junta Comercial.

De acordo com Moraes (2014), geralmente os critérios para a escolha em utilizar o modelo de Armazém Geral são:

- Empresas que terceirizam toda a atividade de armazenagem e distribuição.
- Empresas com falta de espaço físico em determinado pico de vendas ou produção.
- Empresas com sede em outro Estado e necessitam manter estoque no Estado onde se concentra o maior faturamento, para distribuição mais rápida de suas mercadorias.
- Necessidade de início imediato das operações.
- Empresas que optam por manter controle e apuração de impostos centralizados em seus estabelecimentos fabris e/ou comerciais.
- Empresas com sistema adequado para a transmissão de dados no sistema de armazém geral.

Ainda segundo Moraes (2014), as empresas depositantes das mercadorias (clientes) podem utilizar o Armazém Geral localizado no mesmo Estado ou em

outro Estado. Neste último caso, deve ser observado o aspecto fiscal relacionado à forma de emissão de notas fiscais e tributação do ICMS.

2.5.3. Abertura de Filial

Uma das alternativas fiscais que têm sido adotadas por empresas que preferem não utilizar Armazéns Gerais, por acreditar que não devem perder o controle da emissão de notas ou que seus sistemas não sejam compatíveis, é a abertura de filiais dentro do depósito do operador logístico. Cada filial tem atividade fiscal própria, cabendo a cada uma a responsabilidade fiscal pelo estoque.

A desvantagem na modalidade reside em que cada empresa que abra uma filial dentro de um depósito deverá ter sua carga devidamente segregada fisicamente das cargas das demais empresas, o que não acontecia na modalidade de Armazém Geral. Isto fatalmente gera maiores custos, pois certamente demandará mais recursos para a movimentação de estoques, além de perda de área útil de armazenagem.

Moraes (2014) assinala que, devido à falta de legislação específica, o operador logístico do depósito tem que recorrer à autorização junto ao Estado, através de solicitação de Regime Especial à Secretaria da Fazenda, demonstrando que pode oferecer soluções de controle fiscal e de estoque, para o Fisco ter visibilidade em caso de fiscalização.

Ainda assim, as opções de Armazém Geral ou Filial parecem atrativas ao campo logístico, pois manter estoques próximos ao cliente (seja cliente final ou interno na cadeia de suprimento) pode permitir a redução dos custos de estoque e transporte, além da melhoria da eficiência da própria cadeia de suprimento e dos níveis de serviço referentes às entregas aos clientes.

2.5.4. Utilização de Depósito Fechado

O Depósito Fechado tem características semelhantes às do Armazém Geral e é aplicável às empresas que não querem operar com Armazéns Gerais por incompatibilidade de sistemas. O Depósito Fechado não realiza vendas, apenas entregas.

O fluxo fiscal é semelhante ao do Armazém Geral, porém no Depósito Fechado o ICMS é recolhido no estabelecimento da empresa destinatária da mercadoria ao se realizar a venda da mercadoria, quando for emitida a nota fiscal de venda.

2.5.5. Realização de Consignação Industrial

Este caso é específico de negociação entre fornecedor e indústria. O fornecedor envia as mercadorias para a unidade fabril, através de nota fiscal de remessa, com a devida tributação dos impostos, porém, o faturamento ocorre apenas com a utilização do insumo na linha de produção.

2.6. Localização de Instalações

Teoria de localização é um tema bastante relevante no ambiente acadêmico e com aplicação direta na sociedade civil, em particular no mundo empresarial. A configuração de uma rede de distribuição é considerada um dos problemas macro logísticos mais importantes. Frequentemente empresas necessitam realizar estudos físico-espaciais e temporais das origens e destinos de produtos acabados, bem como dos fluxos e dos demais aspectos relevantes (CUNHA e MUTARELLI, 2004).

Repolho et al. (2011) define modelos de planejamento de localização de instalações como modelos de otimização destinados a ajudar os tomadores de decisão na escolha da melhor localização e tamanho de qualquer tipo e número de instalações. Os modelos de planejamento de localização de instalações buscam encontrar os locais para situar as instalações de forma a otimizar uma dada função objetivo (minimizar o custo, maximizar a acessibilidade, maximizar a cobertura, dentre outros) e garantir que as restrições impostas (e.g, mão de obra, recursos naturais, vantagens financeiras, distância entre pontos de apoio, rotas, etc.) são cumpridas. A localização ótima depende da medida da eficiência do sistema, ou seja, da função objetivo.

2.6.1. Histórico dos Modelos de Solução de Problemas de Localização de Instalações

Antes do envolvimento das questões econômicas, Fermat (1601-1665) já havia formulado questões puramente matemáticas quanto à localização: sendo dados três pontos em um plano, procurava-se a localização de um quarto ponto que minimizasse a soma das distâncias entre eles. Também se credencia a Torricelli (1608-1647) várias soluções para o problema assim descrito. Além destes, vários matemáticos da época se voltaram à geometria para a solução de problemas de medianas não ponderadas.

Von Thünen (1826) propôs um modelo de localização no qual as atividades agrícolas dispersas ao redor de um centro urbano, são agrupadas formando cinturões ou anéis, que têm sua localização determinada, principalmente, pela distância da cidade central (KRUGMAN, 1997).

O nascimento da teoria moderna de localização industrial é datado em 1909, ano no qual outro alemão, o economista Alfred Weber, publicou livro acrescentando questões econômicas aos problemas, ponderando fatores como custos e distâncias entre o mercado fornecedor e consumidor e minimizando distâncias ponderadas entre estes mercados. Previamente, seu compatriota Launhardt (1885) publicou livro com seus estudos de como a localização ótima pode ser determinada quando se tem duas fontes de matéria prima e um mercado, situação representada pelos lados de um triângulo.

Christaller (1933) desenvolveu em sua tese de doutorado a Teoria do Lugar Central, onde se concebia que os lugares econômicos seguiam uma lógica hierárquica de acordo com uma rede de interdependência que tenderia de forma natural à centralização.

Já Lösch (1940) indicou em seu trabalho que as atividades econômicas estariam no centro das áreas de mercado, que, por suposição, eram uniformes no espaço geográfico. O modelo combinava escala e custos de transporte. (LIBERATO, 2008).

O trabalho de Isard (1956), que interliga questões sócio-econômicas e localização de instalações, provocou o surgimento da ciência regional e serve como referência para estudos e planejamentos regionais até os dias atuais, segundo Liberato (2008).

Koopmans e Beckmann, em 1957, desenvolveram um modelo matemático, o Problema Quadrático de Alocação (QAP – *Quadratic Assignment Problem*) para localizar "as atividades econômicas indivisíveis". O objetivo do problema consiste em atribuir um conjunto de instalações para um conjunto de locais de tal maneira a minimizar o custo total de atribuição. O custo de atribuição de um par de instalações é uma função do fluxo entre as instalações e a distância entre os locais das instalações.

Cooper (1963) propôs cálculos utilizando a programação linear nos modelos *location allocation*, para que se pudessem localizar novas instalações de modo que o custo de transporte a partir das instalações do cliente seja minimizado. Foram apresentados um método exato e uma heurística para a resolução do problema de alocação e localização. Daí por diante, diversos estudos foram realizados e criados diversos algoritmos visando o aperfeiçoamento do sistema proposto, ou seja, da função objetivo considerando as suas restrições.

Hakimi (1964) publicou um trabalho sobre localização otimizada de centros de comutação, centróides e medianas, onde formulou o modelo *p*-mediana. O modelo de *p*-mediana seleciona *p* locais ou instalações em uma rede entre *n* vértices ou demandas desta rede que minimizam a soma das distâncias ponderadas entre instalações e pontos de demanda. Hakimi (1964) mostrou que a solução ótima estará contida em um dos vértices da rede de distribuição e não nos arcos da mesma.

A Tabela abaixo compara a contribuição dos diversos autores citados.

Tabela 1 - Contribuição dos Autores de Modelos de Localização

Histórico de Pesquisas de Modelos de Localização	
Fermat (1601-1655)	Localização de um quarto ponto no plano que minimizasse a soma das distâncias entre eles
Torricelli (1608 – 1647)	Solução de problemas matemáticos de medianas não ponderadas
Von Thünen (1826)	Modelo de localização onde atividades agrícolas dispersas são posicionadas ao redor de um centro urbano, minimizando distâncias
Launhardt (1885)	Localização ótima entre duas fontes de matéria prima e um mercado
Weber (1909)	Teoria moderna de localização industrial, incluindo questões econômicas
Christaller (1933)	Teoria do Lugar Central
Lösch (1940)	Modelo combinando escala e custo de transporte
Isard (1956)	Interliga questões sócio-econômicas e localização de instalações. Referência para estudos de planejamento regional até hoje
Koopmans & Beckman (1957)	Problema Quadrático de Associação – “QAP”
Cooper (1963)	Propõe utilização de programação linear para os modelos <i>location allocation</i>
Hakimi (1964)	Modelo <i>p</i> -mediana – Solução ótima se encontra nos vértices e não nos arcos

Desde então diversos autores debruçaram-se sobre problemas de localização procurando novas variantes do problema, novas funções objetivo e novas restrições capazes de representar mais fielmente os problemas reais. Alguns textos clássicos de revisão de modelos de localização são Church & Reville (1974), Church & Gerrard (2003), Daskin (1995), Owen & Daskin (1998), Current et al. (2002), Reville e Eiselt (2005).

2.6.2. Modelos para a Solução de Problemas de Localização de Instalações envolvendo Questões Tributárias

A influência da questão tributária na solução de problemas de localização de Centros de Distribuição é objeto de estudos de diversos pesquisadores, inclusive fora do Brasil. Avittathur et al (2005) aplicaram modelo de programação linear inteira mista (PLIM) para a solução do problema já incluindo como parâmetro o impacto dos impostos na região.

Hamad (2006) listou modelos acadêmicos que envolvem localização em escala global entre 1980 e 2003. Nenhum dos trabalhos citados nesta tabela foi desenvolvido no Brasil e poucos levaram em conta a questão tributária.

Neste mesmo trabalho, Hamad desenvolveu um modelo de programação linear inteira mista para minimização de custos aos moldes do que está sendo apresentado neste trabalho. Foram levadas em consideração as questões tributárias ao longo dos elos da cadeia de suprimentos. O modelo também foi aplicado a uma empresa do segmento químico e os resultados obtidos confirmaram que os tributos realmente impactam no desenho da rede logística.

Tabela 2 - Revisão de Modelos de Localização - Hamad (2006)

Autor	Tipo de Modelo	Objetivo	Nº Períodos	Nº Instalações	Mercados	Produtos	Demanda	Fatores Considerados				
								Capacidade	Investimento	Inflação	Taxa de Câmbio	Tarifas / Impostos
Haug (1985)	PLIM	Maximizar Lucro	2	2	1	1	SIM	SIM				
Kirka e Kkasalan (1996)	PLIM	Maximizar Lucro	12	1	-	1	SIM	SIM	SIM	SIM		
Min e Melachrinoudis (1996)	Programação por Metas	Maximizar Lucro após impostos	3	5	1	1	SIM	SIM	SIM		SIM	
Canele e Khumawala (1996)	PLIM binário	Maximizar Lucro	4	5	6	1	SIM	SIM	SIM		SIM	SIM
Mohamed (2001)	PLIM	Minimizar Custo	3	2	3	1	SIM	SIM		SIM	SIM	
Bhutta (2001)	PLIM	Maximizar Lucro	3	3	4	2	SIM	SIM		SIM	SIM	SIM
Flipo (2000)	Modelo de Redes	Minimizar Custo	12	10	-	16	SIM	SIM				
Hadjinicola e Kumar (2002)	Programação por Metas	Maximizar Lucro	1	3	-	1	SIM	SIM	SIM		SIM	
Syan (2002)	Simulated Annealing	Minimizar Custo	1	3	2	1	SIM	SIM	SIM			
Verter (2002)	Simulated Annealing	Minimizar Custo	1	13	49	1	SIM	SIM	SIM			

Quanto aos trabalhos desenvolvidos no Brasil, alguns autores já trabalharam com a influência dos impostos no desenho da rede de distribuição. Ribeiro (1999) desenvolveu um estudo aplicado à indústria de bens de consumo, onde foi proposto um modelo de “*minimum path*” onde a função objetivo era minimizar os custos de uma rede logística fixa, sem alterar a localização de instalações. Para este trabalho foi utilizado um algoritmo de Djiskstra, dando peso aos arcos do grafo com custos de transporte e manuseio e envolvendo os custos tributários.

Yoshizaki (2002) utilizou um modelo de programação linear inteira mista (PLIM) no qual a decisão sobre a localização de Centro de Distribuição consideram questões logísticas e fiscais, como o ICMS. O resultado deste trabalho aponta que há aumento nos custos logísticos quando a questão tributária é envolvida, pois se verifica na prática o “turismo fiscal”, pois a configuração da rede logística é modificada para que as mercadorias possam usufruir dos benefícios fiscais, aumentando, com isso, o tráfego de caminhões em trecho nos quais não haveria rota logística condizente com o trajeto origem – destino.

Maciel e Dalvi (2006) também realizaram em estudo sobre o impacto de tributos e estoques no planejamento da rede logística e localização de instalações para uma empresa no segmento de lubrificantes. Os resultados do estudo mostraram que, descontando as questões tributárias, a rede de distribuição teria menor custo logístico, embora o custo tributário seja maior. Além disso, o impacto dos custos de estoque era significativo e também poderiam modificar o desenho da rede logística e, dependendo da característica do produto, deveria ser acrescentado na modelagem matemática.

Junqueira e Morabito (2006) trabalharam sobre o planejamento de rede no nível tático, sem envolver decisões de localização de instalações, apenas desenho de rede de distribuição. A função objetivo era também minimizar o custo total de produção e logístico, incluindo os custos fiscais. Apesar de diversas peculiaridades deste estudo, envolvendo transporte de produtos agrícolas, sazonalidade, dispersão geográfica, grande mix de produtos e diversidade de pontos de produção, o resultado do trabalho esteve de acordo com os demais, identificando o “turismo fiscal” como uma das maneiras de redução do custo total.

Silva (2007) trabalhou alinhado com o tema desta dissertação, diferenciando-se dos outros autores citados até então. Ele estudou a influência de

incentivos fiscais presentes nos Estados de Goiás e Minas Gerais relacionados ao ICMS na estruturação de projetos de rede de distribuição física de uma empresa de bens de consumo não duráveis. O resultado do estudo indicou que cada R\$ 1,00 ganho em incentivos fiscais no Estado de Goiás, R\$ 0,09 são gastos com custos logísticos, enquanto que cada R\$ 1,00 ganho em incentivos fiscais no Estado de Minas Gerais, gasta-se R\$ 0,16 em custos logísticos.

Wu et al (2007) realizaram pesquisa sobre como a situação fiscal da China e o término da política de concessão de benefícios fiscais do governo chinês impactaram a decisão de registros e localização de empresas. O resultado da pesquisa concluiu que a política de benefícios fiscais era influente na decisão das empresas em localizar suas instalações e que a sua suspensão conseguiu ser contornada pelos governos locais, para que se evitassem perdas com a saída das empresas dos seus territórios.

Dischinger e Riedel (2008) analisaram a estratégia das multinacionais de localizar suas empresas em países ou localidades com baixa tributação e/ou incentivos fiscais. Foi verificado que, quanto mais baixa é a tributação, maior é o nível de investimento em ativos intangíveis.

Yoshizaki et al (2008) complementam estudos anteriores abordando a reforma tributária, utilizando o mesmo modelo de seu trabalho de 2002. Foram feitas simulações para avaliar se o resultado da reforma tributária proposta pelo Governo de fato faria mudanças significativas na chamada “Guerra Fiscal”. As análises e simulações realizadas pelos autores permitiram concluir que a reforma tributária proposta não mudará o quadro atual de “turismo fiscal” e ineficiência do desenho de rede logística, mudando apenas a localização e capacidade das instalações, graças a certos agentes econômicos no canal de vendas, que têm vantagens por pagar menos impostos.

Junqueira e Morabito (2008) realizaram estudo complementar ao trabalho de 2006, apresentando um modelo de programação linear para auxiliar nas decisões do planejamento tático de produção, estoque e transporte de milho, de forma a otimizar custos de produção logísticos e fiscais. Mostrou-se uma diferença de 23% no custo total entre o planejamento atual de empresa e o planejamento proposto pelo modelo.

Carraro (2009) propôs trabalho onde analisa os *trade-offs* existentes entre os custos logísticos, os incentivos fiscais baseados no ICMS e o custo de neutralização das emissões de carbono, gerados nos problemas de rede de distribuição e localização de instalações. Um modelo de programação linear inteira mista baseado no modelo desenvolvido por Silva (2007) foi aplicado em uma empresa de bens de consumo não duráveis. A conclusão justifica a utilização de critérios fiscais, pois os custos ambientais não alteram o resultado do modelo, o que evidencia a alta influência das questões fiscais no modelo de redes de distribuição.

Andrade et al (2009) analisaram a influência dos incentivos fiscais oferecidos pela Zona Franca de Manaus, no Estado do Amazonas e pela cidade de Vitória, no Estado do Espírito Santo. O estudo concluiu que a variável “benefícios fiscais e financeiros” foi a variável de maior relevância para a decisão de localização de um novo centro de distribuição.

Queiroz (2011) também realizou estudo para entender a influência do ICMS na modelagem de redes logísticas, utilizando um modelo de programação não linear. Além disso, o estudo levou em consideração como parâmetros as características de um sistema logístico que influenciam nas decisões de alocação de estoques com o uso da técnica do *risk pooling*. O resultado mostrou apenas duas ocorrências de políticas de alocação de estoques: centralização total e mista.

Bernardo e Leite (2012) apresentaram estudo sobre a influência do ICMS na escolha de localização de Centros de Distribuição. Eles também propuseram um modelo de programação linear inteira mista para analisar possíveis opções de localização de empresa do segmento de prestação de serviços do ramo de infraestrutura de telecomunicações. O estudo mostrou que a questão tributária pode alterar a decisão de localização.

Duarte e Pizzolato (2013) apresentaram estudo que resume alguns trabalhos referentes à influência da questão tributária na tomada de decisão de localização de instalações, mostrando a relevância desta questão em um estudo de caso onde uma empresa mudou o local de seu Centro de Distribuição para um ponto com menos condições logísticas, porém os resultados da empresa se tornaram bastante positivos após a adoção de algumas alternativas para compensar a ineficiência

logística gerada pela decisão tomada levando em consideração o aspecto tributário.

Andrade (2013) revisou e resumiu os trabalhos apresentados em sua dissertação. Seu estudo atualizou o trabalho de Yoshizaki (2002), avaliando o impacto da reforma tributária no planejamento de redes logísticas para os valores atuais de mercado e avaliou a influência das modificações de alíquotas na configuração de redes logísticas utilizando um modelo de programação linear inteira mista desenvolvido por Yoshizaki (2002). A conclusão do trabalho indica melhorias nos custos da rede de distribuição no fluxo origem e destino e na localização de instalações, embora a rede ainda sofra interferência do ICMS, o que contribui para a permanência do chamado “turismo fiscal”.

Na Tabela 3 segue um resumo das principais características dos modelos de planejamento de redes com ICMS

Tabela 3 - Resumo dos Modelos de Redes de Distribuição Física

			Programação				Software			Parâmetros Logísticos								ICMS				Setor				Outros													
			Linear	Inteira	Dijkstra	Não Linear	What's Best	AIMMS	FICO Xpress	GAMS	IBM LOG	Custo de Transporte	Custo de Manutenção de Estoque	Custo Fixo de Instalação	Custo de Armazenagem (movimentação)	Custo de Transbordo	Custo de Produção	Estoque de Segurança	Considera o fluxo da matéria prima (fornecedor)	Abertura de fábricas	Aplicação de Retas não lineares	Crédito	Saldo Credor (Crédito - Débito)	Reforma Tributária	Incentivo Fiscal	Sonegação	Bens de Consumo não duráveis	Lubrificantes	Agrícola	Prestação de Serviços	Químico	Aspecto Ambiental	Análise Temporal	Diferentes Caminhões	Análise de Sensibilidade	Entrega por CD e direta	Entrega só por CD	Múltiplos Produtos	
#	Autor	Ano			X							X		X	X	X			X			X					X	X					X		X	X		X	
1	Ribeiro	1999			X					X		X		X	X	X			X			X					X	X						X		X	X		
2	Yoshizaki	2002	X	X					X			X		X	X	X				X			X				X	X						X		X	X		
3	Maciel e Dalvi	2006	X	X				X				X		X	X								X						X					X		X	X		
4	Junqueira e Morabito	2006	X							X		X				X		X				X				X									X		X		
5	Silva	2007	X	X			X					X		X	X	X			X				X			X		X							X		X		
6	Wu et al	2007																								X													
7	Yoshizaki et al	2008	X	X					X			X		X		X						X		X		X		X							X	X		X	
8	Junqueira e Morabito	2008	X						X			X				X			X			X		X		X								X		X		X	
9	Dischinger e Riedel	2008																								X													
10	Carraro	2009	X	X						X		X	X	X		X			X	X						X		X					X		X	X		X	
11	Andrade et al	2009																								X													
12	Queiroz	2011				X		X				X	X		X			X	X		X	X														X		X	
13	Bernardo e Leite	2012	X	X								X													X						X			X		X			
14	Duarte e Pizzolato	2013	X	X								X		X	X	X										X		X					X		X	X		X	
15	Andrade	2013	X	X						X		X		X		X							X		X			X							X	X	X		
16	Espírito Santo	2015	X	X					X			X	X	X	X	X			X							X						X		X	X	X	X		

2.6.3. Modelos Tradicionais de Localização - Problema da p -mediana

O modelo desenvolvido e apresentado no Capítulo 3 baseia-se essencialmente no modelo de p -mediana e numa outra categoria de modelos de localização denominados de *Hub-spoke*. Em seguida descrevem-se com mais detalhe estes dois tipos de modelos.

O problema da p -mediana é considerado o modelo matemático mais popular associado ao problema de localização de instalações (PIZZOLATO et al., 2012). A grande maioria dos modelos desenvolvidos assenta sobre quatro problemas clássicos de teoria de localização, p -mediana, cobertura completa, máxima cobertura e p -centro, assim descritos:

- Problema da p -mediana e suas variáveis: Determina a localização ótima de p instalações, minimizando os custos totais de viagens entre os pontos de demanda e as instalações;
- Problema de Cobertura Completa: Minimiza o número de instalações necessárias para que todos os pontos sejam servidos pelas instalações dentro de um raio de cobertura pré-definido.
- Problema de Cobertura Máxima: Localiza p instalações de forma a maximizar a demanda servida dentro de um raio de cobertura pré-definido.
- Problema p -Centro: Minimiza a distância máxima de cobertura associada à localização de p instalações, garantindo que todos os pontos de demanda são servidos.

2.6.3.1. Modelo p -mediana

O objetivo deste modelo é minimizar a impedância total do sistema (tempo, distância ou custo), procurando reduzir a soma ponderada das impedâncias dos pontos de demanda situados em cada vértice ou centroide, até à (s) instalação (ões) disponível (is), garantindo que toda a demanda será atendida. Atribui-se

pesos referentes a alguma característica importante do ponto de demanda e apresenta-se um modelo matemático que minimiza a somatória dos produtos entre estes pesos e a relação de impedâncias ponderadas entre cliente e instalação. A menor soma ponderada será a melhor solução do problema.

Os conjuntos, parâmetros e variáveis de decisão do problema estão definidos da seguinte forma:

Conjuntos:

$I(i)$ Pontos de Demanda, $i \in I = \{1, 2, \dots, n\}$.

$J(j)$ Locais candidatos a receber uma instalação, $j \in J = \{1, 2, \dots, n\}$

Parâmetros:

$[d_{ij}]_{n \times n}$ Matriz das impedâncias entre cada ponto de demanda $i \in I$ e cada instalação $j \in J$, onde $d_{ij} = 0 \forall i = j$

w_i Demanda no nó $i \in I$

p Número de instalações a localizar

Variáveis de decisão:

$[x_{ij}]_{n \times n}$ Matriz de alocação de cada ponto de demanda $i \in I$,

$$\begin{cases} 1, \text{ caso a instalação seja localizada em } j \in J \\ 0, \text{ caso contrário} \end{cases}$$

x_{jj}
$$\begin{cases} 1, \text{ caso o nó } i \in I \text{ seja atendido por uma instalação localizada} \\ \text{em } j \in J \\ 0, \text{ caso contrário} \end{cases}$$

O modelo matemático que representa o problema da p-mediana é apresentado conforme abaixo:

$$\text{Min } Z = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} w_i d_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{j \in J} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in I \quad (2)$$

$$\sum_{j \in J} x_{jj} = p \quad (3)$$

$$x_{ij} \leq x_{jj} \quad 0 \leq x_{ij} \leq 1 \quad \forall i \in I, \forall j \in J \quad (4)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\} \quad \forall i \in I, \forall j \in J \quad (5)$$

Onde a função objetivo (1) minimiza as impedâncias ponderadas por pesos entre os pontos de demanda e os locais candidatos a receberem as instalações. As restrições em (2) juntamente com as restrições (5) garantem que cada ponto de demanda i é alocado a apenas uma instalação j . Já (3) limita que apenas p instalações sejam localizadas. Em (4), as restrições indicam que um cliente somente é atendido em um local onde exista uma instalação. As restrições (5) definem o domínio das variáveis de decisão como binárias.

Este modelo se aplica em casos em que a principal preocupação é a operacionalidade do serviço (custos de distribuição) e em que há um limite de instalações (restrições orçamentais de construção). Não há uma distância limite a partir do qual o serviço deixe de funcionar.

Dentre as variações deste modelo matemático, existe a modelagem para o cálculo da p -mediana levando-se também em consideração os custos fixos de construção/locação/operação da instalação j (f_j).

$$\text{Min } Z = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} w_i d_{ij} x_{ij} + \sum_{j \in J} f_j x_{jj} \quad (6)$$

Sujeito a (1), (2), (4) e (5).

Notar que no modelo da p -mediana com custos fixos a restrição (3) é eliminada uma vez que se obtém a configuração ótima da rede de acordo com o balanço de custos de transporte e de construção de novas instalações. As demais restrições mantêm-se na formulação do modelo matemático.

Existe ainda o modelo que também acrescenta como restrição a capacidade máxima ou mínima de atendimento de cada instalação para a demanda existente.

$$\sum_{i \in I} w_i x_{ij} \leq Q_j x_{jj} \quad \forall j \in J \quad (7)$$

Aqui, a diferença do modelo básico para a p -mediana reside na restrição que associa o ponto de demanda i à instalação j , isto é, substitui-se a restrição (4) pela (7), pois se considera a capacidade de atendimento Q_j da instalação x_{jj} .

2.6.3.2. Modelo “Hub and Spoke”

O modelo *Hub and Spoke* é uma situação específica do problema de localização de instalações não capacitado com alocação única ou múltipla, onde o objetivo consiste em determinar o número e a localização de pontos de apoio (“*hubs*”) e quais pontos de demanda (“*spokes*”) são alocados a cada ponto de apoio, de forma a minimizar o custo total, compreendendo custos variáveis de transporte e custos fixos de operação desses *hubs*.

Os *hubs* são considerados não capacitados. Cada filial só pode ser atendida por um único terminal de consolidação, no caso da alocação única ou por vários na alocação múltipla. Este problema foi estudado primeiramente por O’Kelly (1987), que formulou um modelo de programação inteira quadrática e propôs duas heurísticas, nas quais todas as alternativas possíveis de localização de *hubs* foram elencadas e o critério de alocação dos *spokes* seria exclusivamente na distância ao hub mais próximo. Abdinnour-Helm (1994) relaciona este problema a diversos

outros problemas, como o problema p -“hub” Mediana, onde o número de “hubs” é definido previamente.

Neste problema o número de *hubs* é uma variável de decisão, uma vez que, a cada instalação candidata está associado um custo fixo total de operação. Esse custo fixo representa basicamente o adicional de equipamentos e pessoal (incluindo administrativo) para que a instalação opere.

Abaixo os conjuntos, parâmetros e variáveis de decisão do problema:

Conjuntos:

$I(i)$ Conjunto de filiais de uma empresa transportadora (“spokes”), $i \in I = \{1, 2, \dots, n\}$

$J(j)$ Conjunto de filiais de uma empresa transportadora (“spokes”), $j \in J = \{1, 2, \dots, n\}$

$K(k)$ Conjunto de instalações intermediárias candidatas a “hub”, $k \in K = \{1, 2, \dots, n\}$

$L(l)$ Conjunto de instalações intermediárias candidatas a “hub”, $l \in L = \{1, 2, \dots, n\}$

Parâmetros:

T_{ij} Quantidade de carga movimentada entre uma filial $i \in I$ e uma filial $j \in J, \forall i \in N$.

c_{ij} Custo unitário de transporte entre a filial $i \in I$ e a filial $j \in J$

O_i Volume total de carga originado na filial $i \in I$

D_i Volume total de carga destinado a filial $i \in I$

f_i Total de custos fixos de instalação e operação de uma instalação em $j \in J$

Variáveis de Decisão:

$$Y_j = \begin{cases} 1, & \text{se a filial } j \in J \text{ opera como um hub} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{caso a filial seja designada ao hub } j \in J \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

O modelo matemático que representa o problema é apresentado por Silva e Cunha (2004) conforme abaixo:

Minimize:

$$\sum_i \sum_k X_{ik} C_{ik} (O_i + D_i) + \sum_j \sum_m X_{jm} \sum_i \sum_k X_{ik} (C_{ij} T_{km}) + \sum_j Y_j F_j \quad (8)$$

Sujeito a:

$$\sum_i X_{ij} \leq M Y_j, \quad \forall j \in N \quad (9)$$

$$\sum_j X_{ij} = 1, \quad \forall i \in N \quad (10)$$

$$X_{ij}, Y_j \in \{0,1\}, \quad \forall i \in N, \forall j \in N \quad (11)$$

A função objetivo (8) compreende a minimização da soma de três parcelas de custo: de transporte para as cargas com origem e destino em cada terminal, de transferência entre terminais e de custo fixo total para os terminais selecionados. A restrição (9) impõe que uma filial i só possa ser atendida a partir de um “hub” selecionado, sendo M um valor constante suficientemente grande (neste caso, pode-se adotar $M = n$). A restrição (10) assegura que cada filial seja designada a um e somente um “hub”. A restrição (11) está relacionada à integralidade das

variáveis de decisão. Deve-se notar que esta formulação corresponde a um problema de programação inteira mista com função objetivo quadrática.

No Capítulo seguinte, será desenvolvido o modelo matemático que também levará em conta o fator tributário gerado pelo incentivo fiscal como parâmetro. Este modelo terá como base o modelo clássico p-mediana, adotando como solução o método *Hub and Spoke*.

3. Modelo de Localização de Instalações com Gestão Tributária – MLIGT

O modelo de localização de instalações com gestão tributária, MLIGT, apresenta-se como um modelo de *median hub* com custos fixos e de tributação. O modelo insere o componente tributário em uma lógica de programação, de forma que se possa através de um modelo matemático, avaliar qual a influência dos fatores tributários para a localização de instalações e para a gestão da cadeia de suprimentos. O objetivo é determinar qual a localização dos centros de distribuição e consequentes alocações aos clientes que minimiza o somatório dos produtos dos pesos atribuídos à demanda (e.g. custo unitário do produto, custos de frete, necessidade da demanda, custos tributários) e a relação de distâncias ponderadas entre cliente e instalação.

O MLIGT considera que existe uma rede de distribuição onde um conjunto de pontos de origem k pode fornecer produtos para um conjunto de pontos de demanda i , podendo passar ou não por um conjunto de pontos candidatos a receber centro de distribuição m . Os centros de distribuição atuam como hubs. Para a tomada de decisão, serão definidos os parâmetros do modelo.

Os parâmetros de custos fixos de instalação e infraestrutura (f_k e f_m) necessários ao modelo deduzem-se da seguinte forma:

- Custo de Armazenagem: Determina-se a área em metros quadrados a ser utilizada conforme a quantidade de produto a ser armazenada e cota-se o valor de locação de galpão por metro quadrado a ser utilizado.
- Custo de Seguro de Carga: Determina-se a quantidade média de carga a ser armazenada mensalmente, multiplica-se o custo unitário da carga pela quantidade média mensal de carga e calcula-se o ad valorem (seguro de carga) sobre o valor mensal da carga armazenada.
- Custos Portuários: São informados os custos portuários referentes à importação, que variam conforme o porto de descarga do produto.
- Custos de Capatazia: São informados os custos mensais de capatazia (atividades de movimentação de cargas e mercadorias nas instalações, compreendendo o recebimento, conferência, transporte interno,

manipulação, arrumação, e o carregamento e descarregamento de veículos com uso de equipamentos) sobre a quantidade média mensal de carga. Para este cálculo devem ser rateados dentre a quantidade média mensal de carga os custos de compra de equipamentos (e.g. pás carregadeiras, esteiras rolantes, empilhadeiras) e os custos com pessoal administrativo e operacional.

No final, devem ser somados os custos de armazenagem, portuários, capatazia e seguro de carga. Depois de somados, devem ser divididos pela quantidade média mensal de carga para que se obtenha o custo f de instalação.

Já a relação entre custos de fretes entre origem e instalação intermediária (c_{fk}) e instalação intermediária e cliente final (c_{fm}) torna a relação entre os pontos diferenciada, pois os custos de frete variam conforme a tonelagem transportada e a distância percorrida entre os vértices.

A demanda w_i de cada cliente final determina, portanto, parte dos custos de frete e, por isso, faz parte dos dados necessários para inserção na base de dados. Esta demanda servirá como peso a ser levado em consideração para o cálculo de localização de instalação.

Para atender à especificidade da legislação brasileira, devem-se segregar os fretes de modelo CIF (pagos pelo emitente da nota fiscal ou origem) dos fretes de modelo FOB (pagos pelo destinatário da nota fiscal ou destino), pois há alíquotas diferenciadas para cada modelo de frete.

Para cada modelo de frete é incluída a alíquota correspondente. Caso a política de incentivos fiscais de cada Estado também inclua alguma redução de impostos para os fretes realizados com origem nestes Estados, deve-se destacar no modelo matemático esta vantagem, especificamente nos modelos de frete CIF, pois os custos de frete são devidos ao vendedor. Para os modelos de frete FOB estas vantagens não são aplicáveis, visto que estes custos não serão apurados pelo emitente.

Ao mudar de Estado, a alíquota de ICMS do produto a ser vendido também muda. Esta mudança deverá ser informada na planilha de dados que servirá como base para o cálculo matricial. Os parâmetros são h_{km} (custo tributário referente à mudança de alíquota de ICMS ao transferir a carga do ponto de fornecimento ao

Centro de Distribuição) e g_{mi} (custo tributário referente à mudança de alíquota de ICMS ao transferir a carga do Centro de Distribuição ao ponto de demanda).

O ICMS pago para a realização dos fretes no modelo CIF deve ser informado, bem como descontada alguma vantagem fiscal caso o Estado emitente da Nota Fiscal conceda algum benefício. Este custo somente deverá ser informado na planilha de dados para fretes no modelo CIF, ou seja, pagos pelo emitente. Os parâmetros que correspondem a tais custos são p_{km} (custo tributário referente ao frete de transferência de carga entre o ponto de fornecimento e o Centro de Distribuição) e q_{mi} (custo tributário referente ao frete de transferência de carga entre o Centro de Distribuição e o ponto de demanda).

3.1. Modelo Matemático

Em seguida são especificados os conjuntos, os parâmetros e as variáveis de decisão, necessários à formulação do MLIGT.

Sejam os Conjuntos:

$K(k)$ Pontos de Origem ou Fornecimento, $k \in K = \{1, 2, \dots, n\}$

$M(m)$ Locais Candidatos a Receber o Centro de Distribuição, $m \in M = \{1, 2, \dots, n\}$

$I(i)$ Pontos de Demanda, $i \in I = \{1, 2, \dots, n\}$

Abaixo os Parâmetros:

d_{km} Distância entre o Ponto de Fornecimento $k \in K$ e o Centro de Distribuição $m \in M$

d_{mi} Distância entre o Centro de Distribuição $m \in M$ e o Ponto de Demanda $i \in I$

Abs_k Abscissa dos pontos integrantes do conjunto dos Pontos de Fornecimento $k \in K$

Ord_k	Ordenada dos pontos integrantes do conjunto dos Pontos de Fornecimento $k \in K$
Abs_m	Abscissa dos pontos integrantes do conjunto dos locais candidatos a receber o Centro de Distribuição $m \in M$
Ord_m	Ordenada dos pontos integrantes do conjunto dos locais candidatos a receber o Centro de Distribuição $m \in M$
Abs_i	Abscissa dos pontos integrantes do conjunto dos Pontos de Demanda $i \in I$
Ord_i	Ordenada dos pontos integrantes do conjunto dos Pontos de Demanda $i \in I$
f_k	Custos fixos de instalação e infraestrutura de armazém no Ponto de Fornecimento $k \in K$
f_m	Custos fixos de instalação e infraestrutura de armazém no local candidato a receber o Centro de Distribuição $m \in M$
c_u	Custo unitário do produto
cf_k	Custo de frete por quilômetro e tonelada entre o Ponto de Fornecimento $k \in K$ e o Centro de Distribuição $m \in M$
cf_m	Custo de frete por quilômetro e tonelada entre o Centro de Distribuição $m \in M$ e o Ponto de Demanda $i \in I$
w_i	Demanda do cliente
h_{km}	Custo Tributário referente à mudança de alíquota de ICMS ao transferir carga do Ponto de Fornecimento $k \in K$ para o Centro de Distribuição $m \in M$

g_{mi} Custo Tributário referente à mudança de alíquota de ICMS ao transferir carga do Centro de Distribuição $m \in M$ para o Ponto de Demanda $i \in I$

p_{km} Custo Tributário referente ao frete de transferência de carga do Ponto de Fornecimento $k \in K$ para o Centro de Distribuição $m \in M$

q_{mi} Custo Tributário referente ao frete de transferência de carga do Centro de Distribuição $m \in M$ para o Ponto de Demanda $i \in I$

Abaixo as Variáveis de Decisão:

$$Z_k = \begin{cases} 1, & \text{se for ponto de fornecimento da carga} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

$$Y_m = \begin{cases} 1, & \text{se for Centro de Distribuição} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

$$X_{kmi} = \begin{cases} 1, & \text{se demanda } i \text{ recebe carga com origem em } k, \text{ passando por } m \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

O modelo matemático proposto é o que minimiza a expressão abaixo:

$$\begin{aligned} & \sum_{k \in K} \sum_{m \in M} \sum_{i \in I} w_i c f_m(m, i) \left(\frac{d_{mi}(m, i)}{g_{mi}(m, i)} \right) + w_i c f_k(k, m) \frac{d_{km}(k, m)}{h_{km}(k, m)} \\ & + \sum_{k \in K} Z_k f_k \\ & + \sum_{m \in M} Y_m f_m + \sum_{k \in K} \sum_{m \in M} \sum_{i \in I} \left(\frac{c_u w_i}{p_{km}(k, m)} \right) + \left(\frac{c_u w_i}{q_{mi}(m, i)} \right) x_{kmi} \end{aligned} \quad (12)$$

Sujeito a:

$$\sum_k \sum_m x_{kmi} = 1, \quad \forall i \quad (13)$$

$$x_{kmi} \leq Z_k, \quad \forall k, \forall m, \forall i \quad (14)$$

$$x_{kmi} \leq Y_m, \quad \forall k, \forall m, \forall i \quad (15)$$

$$Z_k \in \{0,1\} \quad (16)$$

$$Y_m \in \{0,1\} \quad (17)$$

$$X_{kmi} \in \{0,1\} \quad (18)$$

Onde a função objetivo (12) minimiza as distâncias ponderadas pelos custos de frete, custo unitário do produto e demanda do cliente entre os trechos entre origem, Centro de Distribuição a ser instalado e clientes, levando em conta os custos fixos de instalação e os custos tributários do ponto de origem e do CD para a minimização, sendo estes custos tributários divididos entre mudanças de alíquotas de produtos e de fretes ao realizar cada transferência de localização.

A restrição (13) diz que todo cliente deverá receber carga de um fornecedor que necessariamente passará pelo Centro de Distribuição. Considera-se, no entanto, que o ponto de origem poderá ser esta instalação, pois há vértices em comum em K e em M.

Em (14) e (15) as restrições indicam que cada rota precisa que haja pelo menos uma origem (14) e um Centro de Distribuição (15).

As restrições (16), (17) e (18) são variáveis de decisão do tipo binário.

4. Estudo de Caso

A empresa a ser estudada é a maior fornecedora de Carbonato de Sódio Anidro do país, com aproximadamente 45% do mercado. Por se tratar de produto importado através de navios, suas instalações estão localizadas próximas aos terminais portuários, pois favorecem a operação de recepção da carga em seus armazéns.

Uma das filiais da empresa está situada atualmente na cidade de São Francisco do Sul, no Estado de Santa Catarina. A escolha desta localização teve como influência o programa de incentivos fiscais e tributários deste Estado.

O Estado de Santa Catarina proporciona um programa de incentivos fiscais para produtos importados e distribuídos a partir de suas fronteiras. O Programa de Modernização e Desenvolvimento Econômico, Tecnológico e Social de Santa Catarina - COMPLEX foi criado com o objetivo de promover o incremento da geração de emprego e renda e o desenvolvimento tecnológico mediante o apoio à implantação de empreendimentos localizados ou que venham a estabelecer-se no Estado, priorizando-se os projetos que atendam aos interesses catarinenses e que favoreçam o desenvolvimento estadual. (DECRETO Nº 1.721, DE 30 DE ABRIL DE 2004).

O programa foi substituído pelo Pró-Emprego pela Lei nº 13.992, de 15 de fevereiro de 2007, e regulamentado pelo Decreto nº 105, de 14 de março de 2007, que deu tratamento tributário diferenciado do ICMS, a empreendimentos considerados de relevante interesse socioeconômico situados neste Estado. Entre as vantagens, há o parcelamento do valor a ser recolhido mensalmente, além da redução da taxa.

O resultado desta diferenciação pode ser mostrado no período entre 2004 e 2011, onde o Estado de Santa Catarina apresentou crescimento de 681% nas importações, o maior do país, segundo informações da Secretaria de Estado de Fazenda do Estado. Os dados percentuais de crescimento das importações e a comparação com o percentual de importações brasileiras estão contidos na Tabela 3.

O Regulamento de ICMS de Santa Catarina indica diferentes alíquotas para os produtos comercializados pela empresa estudada. O sistema de tributação escolhido pela empresa é o de crédito presumido. O diferimento do ICMS proporcionado pelo Estado catarinense gera uma economia aos cofres da empresa que pode ser automaticamente revertido para suas margens de lucro. A Tabela 4 sumariza a relação de descontos obtidos no período analisado, devido à adoção do regime de crédito presumido:

Tabela 4 - Ganhos Fiscais referentes aos Incentivos Fiscais

Vantagens Obtidas com Incentivos Fiscais no Estado de Santa Catarina - Alíquota de ICMS para Venda de Produtos				
Alíquota sem Benefício	Carga	Destino	Alíquota com Benefício	Percentual das Vendas
4%	Outros Produtos	Brasil, exceto Estado de SC	3%	3%
7%	Carbonato de Sódio	Regiões N, NE, CO e Estado do ES	3%	0%
10%	Outros Produtos	Estado de SC	6,40%	0%
12%	Carbonato de Sódio	Regiões S e SE, exceto Estado do ES	8,40%	95%
17%	Carbonato de Sódio	Estado de SC	13,40%	2%

Embora a motivação tenha sido tributária, operacionalmente demonstra-se que a opção foi favorecida pelas características logísticas da região. O porto local é bem equipado para movimentação de cargas a granel e faz parte de uma rota nacional estratégica de exportação de grãos e importação de fertilizantes e produtos químicos sólidos. Com efeito, devido à sua localização geográfica privilegiada, que permite receber cargas do próprio Estado, bem como dos Estados vizinhos, de São Paulo e do Mato Grosso do Sul, e à infraestrutura regional, com diversos armazéns para o depósito das cargas importadas e silos para exportação de grãos, trata-se de uma localização privilegiada.

No entanto, as maiores indústrias consumidoras dos produtos químicos comercializados pela empresa, bem como os representantes comerciais e distribuidores mais expressivos estão localizados fora da área de abrangência dos portos na qual os armazéns desta empresa estão localizados. A grande maioria dos deslocamentos necessários para a entrega destes produtos no cliente final

ultrapassa 600 quilômetros, que é a distância entre São Francisco do Sul (SC) e as cidades industriais do Estado de São Paulo.

A instalação de um Centro de Distribuição mais próximo dos pontos de demanda poderia eventualmente reduzir os custos de frete, bem como aumentar a possibilidade de desenvolvimento de novos clientes em mercados dificilmente atendidos pela filial de Santa Catarina, devido ao alto custo de frete para cargas fracionadas e longo prazo de entrega, além de aumentar o nível de serviço em comparação com a situação atual.

É perceptível a diminuição no nível de serviço prestado pelo modelo de frete fechado a longas distâncias gerado pela situação atual. A concorrência com os distribuidores, que normalmente estão localizados a distâncias mais curtas e tem uma frota própria para a realização das entregas, é perdida no quesito logística de distribuição, e, conseqüentemente, nível de serviço. A Tabela 5 compara a diferença entre os tempos médios de pedido da empresa estudada e o do distribuidor, levando-se em consideração uma entrega para um cliente na região da Grande São Paulo, onde é farta a demanda de clientes e a oferta de distribuidores.

Tabela 5 - Comparação entre Tempos de Pedido

Nível de Serviço - Comparação entre Fornecedor Atual e Distribuidores		
Tempo Médio de Pedido (dias úteis)	Fornecedor Atual	Distribuidor
Dia 1	- Pedido do cliente	- Pedido do cliente
	- Cotação de frete	- Separação da carga
Dia 2	- Resposta da cotação	- Carregamento
	- Agendamento de carregamento	- Entrega no cliente (se for próximo)
Dia 3	- Carregamento	- Entrega no cliente (se for distante)
Dia 4	- Entrega no Centro de Distribuição	-
Dia 5	- Entrega no cliente (se for próximo)	-
Dia 6	- Entrega no cliente (se for distante)	-

Enquanto o tempo de pedido feito a um fornecedor local leva em média três dias úteis entre a solicitação e a entrega, no caso desta empresa pode levar até seis

dias úteis. Levando-se em conta os finais de semana e eventuais feriados, este tempo pode chegar a até dez dias corridos. Pode-se concluir que a empresa estudada não consegue atender aos pedidos de urgência de forma tão eficaz quanto um distribuidor local consegue e, assim, perde um importante nicho do mercado.

Entretanto, caso a carga seja transferida de Santa Catarina para um Centro de Distribuição terceirizado no Estado de São Paulo e a armazenagem seja realizada lá, além dos custos tributários envolvendo a cobrança de ICMS a cada transferência e o consequente aumento da alíquota tributária referente à perda do incentivo fiscal, o custo de frete de transferência será incluído nas novas despesas, assim como novas despesas com estocagem dos produtos.

O que se propõe nesta dissertação é obter um modelo de localização de instalações em que se possa resolver esse *trade-off* entre fornecimento e demanda, sobretudo envolvendo a questão tributária do Estado de Santa Catarina, que atualmente estimula a empresa a permanecer longe dos pontos de demanda no Estado de São Paulo.

A logística de distribuição de todos os produtos importados por esta empresa é contratada. Atualmente a empresa não tem frota de veículos próprios. A cada venda, são cotados fretes para cada localidade a ser atendida. A cotação de frete é feita levando-se em consideração os custos e o nível de serviço apresentado por cada transportadora que responde às cotações.

O Carbonato de Sódio Anidro, produto cuja distribuição será analisada neste estudo, é vendido aos clientes em caminhões com capacidade de carga completa, seguindo diretamente do ponto de fornecimento ao ponto de demanda. Normalmente este modelo de carregamento tem prazos de entrega mais curtos comparados aos fretes de forma fracionada e o custo de frete por tonelada costuma ser mais baixo, pois é rateado por mais quantidade de carga transportada.

Entende-se que há relevância, portanto, em estudar a possibilidade de se minimizar custos referentes a fretes de longas distâncias entre a origem do fornecimento e os pontos de consumo para as vendas no modelo CIF, instalando um Centro de Distribuição mais próximo aos polos consumidores.

Para as vendas realizadas no modelo FOB, cujo custo de frete não é de responsabilidade da empresa estudada, uma instalação intermediária mais próxima

aos pontos de demanda poderia melhorar o nível de serviço das entregas, bem como proporcionar a vantagem da própria redução do custo de frete do cliente. Cabe ao estudo verificar se a eventual desvantagem referente à mudança nas alíquotas fiscais incidente sobre o produto e sobre o valor de frete, referente a perda dos incentivos fiscais proporcionados pelo Estado de Santa Catarina, compensará a vantagem conquistada com a redução do valor do frete em si.

A maioria dos casos descritos na literatura envolvendo questões sobre a utilização ou não de Centros de Distribuição se refere ao comércio de varejo. Tratam de situações onde se estuda substituir as entregas diretas de produtos de forma fracionada de fornecedores a varejistas, que geram milhares de viagens anuais, problemas relacionados a estoques nos pontos de venda e demora no tempo de descarga, por entregas de cargas em carretas fechadas ao Centro de Distribuição e daí aos pontos de venda, reduzindo substancialmente o número de viagens e minimizando as questões de estoques nos pontos de venda.

Neste caso as entregas não serão fracionadas para o varejo, mas fechadas para o distribuidor ou para a indústria consumidora. O Centro de Distribuição perde sua característica de concentrador e consolidador de cargas e passa a ser um “hub”, mais próximo ao ponto de demanda, aumentando o nível de serviço em relação aos prazos de entrega e abrindo, a partir desta solução, a possibilidade de vendas fracionadas e também a abertura de mercados outrora fechados devido à grande distância do fornecedor.

4.1. Levantamento de Dados para o Modelo

A pesquisa foi realizada na base de dados disponível através do software SAP® da empresa estudada. Foram recolhidos dados referentes a 40 meses de vendas e entregas, entre janeiro de 2011 e maio de 2014. Este período foi escolhido por ser o mais representativo da média das vendas da empresa.

A pesquisa envolveu os setores Comercial, Contábil, Fiscal e Operacional da empresa, que forneceram informações sobre custos de frete e infraestrutura logística, valor do produto vendido, vendas concretizadas e entregues, alíquotas e demais custos tributários.

4.1.1. Dados de Demanda

Primeiramente serão informados os dados de demanda por Estado, baseado nos relatórios de vendas obtidos através da empresa em estudo. Foram analisados quais são os clientes, os locais de entrega e quanto foi vendido deste produto para cada cliente. Depois serão informados os dados de demanda por cada cidade.

Os dados de demanda serão apresentados de forma agregada e também de forma que fossem identificadas as demandas de vendas nos modelos CIF (fretes pagos pelo emitente) e FOB (fretes pagos pelo destinatário), para efeito de cálculo posterior.

Tabela 6 – Total Geral de Vendas

Vendas no modelo de Frete CIF + FOB (pelo menos 14 tons/mês)		
Cidade	Quantidade vendida (ton)	% sobre o total
São Paulo	651.812,510	82,62%
Paraná	74.647,050	9,46%
Santa Catarina	44.649,950	5,66%
Rio Grande do Sul	14.155,290	1,79%
Minas Gerais	2.170,040	0,28%
Rio de Janeiro	1.474,530	0,19%
Total	788.909,370	

Tabela 7 – Total de Vendas - Modelo de Frete CIF

Vendas no modelo de Frete CIF (pelo menos 14 tons/mês)		
Cidade	Quantidade vendida (ton)	% sobre o total
São Paulo	444.336,440	92,02%
Paraná	29.329,460	6,07%
Santa Catarina	7.716,280	1,60%
Rio de Janeiro	1.474,530	0,31%
Total	482.856,710	

Tabela 8 - Total de Vendas - Modelo de Frete FOB

Vendas no modelo de Frete FOB (pelo menos 14 tons/mês)		
Cidade	Quantidade vendida (ton)	% sobre o total
São Paulo	207,476,070	67,79%
Paraná	45.317,590	14,81%
Santa Catarina	36.933,670	12,07%
Rio Grande do Sul	14.155,290	4,63%
Minas Gerais	2.170,040	0,71%
Total	306.052,660	

No Apêndice B, segue a relação das cidades em que estão localizados os pontos de demanda que receberam a demanda mínima de 14 (quatorze) toneladas de produto mensalmente. Foram escolhidos os 34 destinos cujos clientes receberam cargas no período analisado, estabelecida a restrição de recebimento médio de, pelo menos, 14 (quatorze) toneladas mensais de produto, para evitar dispersões estatísticas no resultado final.

4.1.1.1. Metodologia Aplicada aos Dados de Demanda

Os dados contidos na Tabela 5 indicam que há uma larga diferença em vendas a favor do Estado de São Paulo. Descontando as vendas abaixo de 14 (quatorze) toneladas mensais, nota-se que foram vendidas aproximadamente 652 mil toneladas apenas para este Estado. Adotando um valor médio de R\$ 900,00/tonelada, foram realizadas mais de 586 milhões de reais em vendas nos 40 meses analisados, ou aproximadamente 15 milhões mensais apenas em vendas para São Paulo.

Analisando os dados obtidos através das Tabelas, 5, 6, 7 e Apêndice B, verifica-se que:

- 34 (trinta e quatro) cidades receberam cargas no período analisado;
- 11 (onze) cidades receberam cargas apenas no modelo de frete CIF, 15 (quinze) cidades receberam cargas apenas no modelo de frete FOB e 8 (oito) cidades receberam carga nas duas modalidades de frete (CIF e FOB);
- 61,21% dos fretes foram realizados no modelo CIF, enquanto 38,79% foram realizados no modelo FOB;
- Somadas, as duas cidades com maior média mensal (Indaiatuba/SP e Tatuí/SP) representam aproximadamente 52% de todo o consumo recebido (dentro das limitações arbitradas para evitar dispersões estatísticas);
- Somadas, as quatro cidades com maior média mensal representam aproximadamente 78% de todo o consumo recebido (dentro das limitações arbitradas para evitar dispersões estatísticas);
- 16,91% das cidades que receberam cargas estão na região Sul do Brasil (dentro das limitações arbitradas para evitar dispersões estatísticas), de onde se verifica ser uma fração importante do total de recebimentos.

Como estes dados servirão de base para o cálculo baseado no modelo matemático apresentado no Capítulo 3, decidiu-se separar os montantes recebidos pelos clientes entre seus recebimentos nos modelos de frete CIF e FOB. Apenas 8 (oito) clientes se repetiram, cumprindo a limitação arbitrada de média mensal de 14 (quatorze) toneladas. Desta forma, a seleção foi fechada com 42 (quarenta e duas) possibilidades de demanda ($34 + 8 = 42$ possibilidades).

Como as abordagens tributárias são diferentes dependendo do modelo de frete, e, considerando que o objetivo principal desta dissertação é entender qual a influência do fator tributário na escolha da localização de instalações, verificamos que seria mais adequado também considerar os 8 clientes com modelo de frete FOB, ainda que já constassem na relação também como recebedores de carga pelo modelo de frete CIF, pois as abordagens matemáticas serão diferentes.

Na abordagem matemática proposta, os custos tributários variam conforme o modelo de frete. No caso do frete FOB, o fator a ser considerado é a alíquota de ICMS referente ao produto, que varia conforme o local de origem. Já no que se refere ao modelo de frete CIF, deve também ser levado em consideração a mudança de alíquota de ICMS sobre os custos de frete.

4.1.2. Metodologia Aplicada à Escolha dos Dados para a Determinação da Localização do Centro de Distribuição – “Hub”

4.1.2.1. Escolha das Cidades

As cidades a serem escolhidas como origem devem possuir características especiais. Devem ter instalações portuárias dedicadas à importação de cargas a granel e devem ter infraestrutura logística adequada para receber este tipo de carga. A cidade de São Francisco do Sul (SC) é a cidade de onde a empresa estudada atualmente faz a expedição das cargas. Será proposto um novo local de origem, a cidade de Santos (SP), que tem melhores características logísticas e se situa geograficamente mais próxima da região-alvo.

Para que a modelagem matemática fique completa e nenhuma hipótese descartada, vamos propor que as cidades de São Francisco do Sul e Santos, locais definidos como possíveis origens do fornecimento, também possam ser considerados como locais candidatos a receber o Centro de Distribuição. Sendo

uma destas duas cidades escolhidas, significa dizer que os carregamentos partem diretamente da origem, pois local de origem será o mesmo local da instalação do Centro de Distribuição.

Quanto às cidades que poderão receber as instalações de um Centro de Distribuição, adotou-se o critério de escolher cidades com boa infraestrutura logística, próximo a rodovias que facilitem o escoamento das vendas, na região da Grande São Paulo e interior paulista, pois são regiões mais próximas às cidades com cliente de maior demanda, conforme o Apêndice B.

Assim, foram selecionadas 13 cidades candidatas: Indaiatuba, Tatuí, São Paulo, São Bernardo do Campo, Suzano, Araçariguama, Cabreúva, Sorocaba, Cajamar, Jundiaí, Barueri, Santana do Parnaíba e Guarulhos. Além destas cidades, teremos, conforme já mencionado neste Capítulo, as cidades de Santos e São Francisco do Sul que, além de ser a cidade de origem e atual Centro de Distribuição, poderá atender as cidades da região Sul do Brasil, devido à infraestrutura já existente e também por ser a única cidade escolhida na região Sul.

Tabela 9 - Relação de Cidades candidatas a ser o Ponto de Fornecimento

Relação de Cidades Candidatas a Ponto de Fornecimento	
#	Cidade
1	SANTOS (SP)
2	SÃO FRANCISCO DO SUL (SC)

Tabela 10 - Relação de Cidades a receberem o Centro de Distribuição

Relação de Cidades Candidatas a Receber o Centro de Distribuição – “Hub”	
#	Cidade
1	ARAÇARIGUAMA (SP)
2	BARUERI (SP)
3	CABREÚVA (SP)
4	CAJAMAR (SP)
5	GUARULHOS (SP)
6	INDAIATUBA (SP)
7	JUNDIAÍ (SP)
8	SANTANA DE PARNAÍBA (SP)
9	SANTOS (SP)
10	SÃO BERNARDO DO CAMPO (SP)
11	SÃO FRANCISCO DO SUL (SC)
12	SÃO PAULO (SP)
13	SOROCABA (SP)
14	SUZANO (SP)
15	TATUÍ (SP)

Tabela 11 - Relação de Cidades Pontos de Demanda

Relação de Pontos de Demanda			
#	Cidade	#	Cidade
1	ARROIO DO MEIO (RS)	22	MARINGÁ (PR)
2	ARROIO DOS RATOS (RS)	23	PORTAO (RS)
3	BALSA NOVA (PR)	24	PORTO ALEGRE (RS)
4	BLUMENAU (SC)	25	RIBEIRÃO PRETO (SP)
5	BRUSQUE (SC)	26	RIO CLARO CIF (SP)
6	CAÇAPAVA (SP)	27	RIO CLARO FOB (SP)
7	CACHOEIRINHA (RS)	28	RIO DE JANEIRO (RJ)
8	CAMPINAS (SP)	29	SANTANA DE PARNAÍBA (SP)
9	CRICIÚMA (SC)	30	SÃO BERNARDO DO CAMPO (SP)
10	GUARATINGUETÁ (SP)	31	SÃO CARLOS DO IVAÍ CIF (PR)
11	GUARULHOS (SP)	32	SÃO CARLOS DO IVAÍ FOB (PR)
12	IÇARA (SC)	33	SAO PAULO CIF (SP)
13	IMIGRANTE (RS)	34	SÃO PAULO FOB (SP)
14	INDAIATUBA CIF (SP)	35	SOROCABA (SP)
15	INDAIATUBA FOB (SP)	36	SUZANO CIF (SP)
16	ITAJAÍ CIF (SC)	37	SUZANO FOB (SP)
17	ITAJAÍ FOB (SC)	38	TAMARANA (PR)
18	ITATIBA (SP)	39	TATUI CIF (SP)
19	JACAREÍ (SP)	40	TATUI FOB (SP)
20	LIMEIRA CIF (SP)	41	TREZE TÍLIAS (SC)
21	LIMEIRA FOB (SP)	42	VAZANTE (MG)

Escolhidos os vértices (cidades de origem, locais candidatos a receber o Centro de Distribuição e cidades cujos clientes receberam a demanda determinada), para que se possa determinar a localização do Centro de Distribuição, será necessário estabelecer:

- As distâncias entre os vértices.
- Os custos de instalação das empresas no ponto de fornecimento e no local escolhido para ser o Centro de Distribuição.
- Os custos tributários atribuídos a cada escolha.
- Os custos de fretes entre os vértices (nos pontos de demanda, apenas para fretes no modelo CIF).

4.1.2.2. Distâncias entre os Vértices

As tabelas 12 e Apêndice C informam os dados sobre as distâncias entre os pontos de fornecimento, os locais candidatos a receberem o Centro de Distribuição e os pontos de demanda.

Os códigos numéricos (#) utilizados no Apêndice C são os mesmos que foram utilizados nas Tabelas 9 e 10.

Tabela 12 - Distância entre Pontos de Fornecimento e Possíveis Centros de Distribuição

Distância entre Pontos de Fornecimento e Locais Candidatos a Receber Centro de Distribuição (km)			
#	Cidades	Santos	São Francisco do Sul
1	Araçariguama	133	585
2	Barueri	111	563
3	Cabreúva	179	630
4	Cajamar	130	582
5	Guarulhos	92	590
6	Indaiatuba	196	595
7	Jundiaí	148	599
8	Santana do Parnaíba	122	573
9	Santos	0	632
10	São Bernardo do Campo	63	597
11	São Francisco do Sul	632	0
12	São Paulo	88	566
13	Sorocaba	166	532
14	Suzano	80	620
15	Tatuí	210	584

4.1.2.3. Custos para Instalação

Os cálculos dos custos de instalação partiram das seguintes premissas:

- Necessidade de armazenamento médio de 25.000 toneladas por mês, para que seja mantido um nível de estoque adequado. Segundo um padrão da indústria de vidros, é necessário garantir todo o estoque de vendas mensais (aproximadamente 16.500 tons em média) e mais 50% como segurança.
- Necessidade de 5.200 m² para armazenagem desta carga, pois a densidade do carbonato de sódio é de 1 g/cm³ ou 1 kg/m³. Para o aluguel de galpões com altura útil de 5 metros, serão precisos aproximadamente dimensões de 71m x 71m x 5m, mais área de manobra.

Foram levantados orçamentos de locação de galpões com estas características nas 15 cidades candidatas a receber o(s) Centro(s) de Distribuição. O custo de armazenagem será dado pelo valor de locação de galpão por metro quadrado multiplicado pela área necessária a ser utilizada.

Os custos com seguro da carga são baseados em um percentual de 0,2% sobre o valor total da carga armazenada. O valor da carga armazenada será obtido através da multiplicação entre o Custo Unitário da carga (estimado em R\$ 900,00/tonelada, conforme descrito na Capítulo 4.2.1.1) e a quantidade estimada média necessária para armazenamento, conforme premissa desta Capítulo.

Os custos portuários se referem aos custos de importação do produto nas premissas correntes. Estes impostos são, dentre outros, taxas de Importação, seguros internacionais, alfandegamento, tarifas referentes à Marinha Mercante e todas demais taxas de operações portuárias. Estes valores foram levantados nos dois portos que servem aos pontos de origem (Santos e São Francisco do Sul)

Os custos referentes à Capatazia referem-se às despesas operacionais que envolvam compra, manutenção e depreciação dos equipamentos que farão o manuseio da carga no(s) Centro(s) de Distribuição, e.g. pás carregadeiras, empilhadeiras, esteiras rolantes. Além das despesas operacionais, as despesas administrativas do(s) Centro(s) de Distribuição, como salários e encargos de colaboradores também deverão ser levadas em consideração. Ambos os tipos de despesas são rateados pela quantidade média mensal de carga armazenada.

Os custos de instalação serão dados pela soma de todos estes custos (armazenagem, seguro, potuários e de capatazia) e divididos pela quantidade média mensal de carga armazenada.

A Tabela 13 informa os custos para realizar a instalação nas cidades candidatas a receber o Centro de Distribuição. O código numérico utilizado (#) é semelhante ao da Tabela 10.

Tabela 13 - Custos de Instalação dos Possíveis Centros de Distribuição

Custos de Instalação nos Locais Candidatos a Receber o Centro de Distribuição							
#	Área a Utilizar (m ²)	Custos de Locação (R\$/m ² /mês)	Quantidade de Carga a Armazenar (kg)	Custos Portuários (R\$)	Custos de Capatazia (R\$/mês)	Custos de Seguro da Carga (R\$/mês)	Custos de Instalação (R\$/mês)
1	5.200	4,00	25.000	3.771.150,00	16,78	45.000,00	170,25
2	5.200	13,00	25.000	3.771.150,00	16,78	45.000,00	172,13
3	5.200	13,00	25.000	3.771.150,00	16,78	45.000,00	172,13
4	5.200	22,00	25.000	3.771.150,00	16,78	45.000,00	174,00
5	5.200	13,00	25.000	3.771.150,00	16,78	45.000,00	172,13
6	5.200	20,75	25.000	3.771.150,00	16,78	45.000,00	173,74
7	5.200	23,00	25.000	3.771.150,00	16,78	45.000,00	174,21
8	5.200	14,00	25.000	3.771.150,00	16,78	45.000,00	172,33
9	5.200	16,00	25.000	3.771.150,00	16,78	45.000,00	172,75
10	5.200	8,00	25.000	3.771.150,00	16,78	45.000,00	171,09
11	5.200	-	25.000	2.831.075,00	10,75	45.000,00	125,80
12	5.200	29,00	25.000	3.771.150,00	16,78	45.000,00	175,45
13	5.200	11,50	25.000	3.771.150,00	16,78	45.000,00	171,81
14	5.200	6,00	25.000	3.771.150,00	16,78	45.000,00	170,67
15	5.200	5,00	25.000	3.771.150,00	16,78	45.000,00	170,46

4.1.2.4. Custos Tributários

Os custos tributários serão o diferencial em relação aos estudos de localização de instalações mais comuns vistos. O aspecto tributário pode ser um fator decisivo em qualquer projeto logístico. Oferecer solução fiscal ao mesmo tempo em que se oferece solução logística pode fazer a diferença na concretização de um negócio ou na escolha de um operador logístico (MORAES, 2014).

O modelo matemático apresentado no Capítulo 3 leva em consideração as mudanças na alíquota do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços – ICMS quando há mudança de ponto de fornecimento ou de apoio.

No estudo de caso em questão, há redução de alíquotas de ICMS sobre cada nota fiscal de venda de produto cuja origem é o Estado de Santa Catarina, pois esta vantagem faz parte do pacote de incentivos fiscais do Estado. O percentual de desconto é demonstrado na Tabela 4.

Caso a localização do ponto de fornecimento seja a cidade de Santos (SP), a alíquota de ICMS é de 12% para vendas para todos os Estados das Regiões Sul e

Sudeste, exceto Espírito Santo. Há, portanto, desvantagem sob o aspecto tributário nesta questão.

A Tabela 14 informa os custos tributários referentes ao ICMS de venda entre locais escolhidos como pontos de origem e cidades candidatas a receberem o Centro de Distribuição. O código numérico utilizado (#) é semelhante ao da Tabela 10.

Tabela 14 - Custos Tributários - Alíquota de ICMS do produto vendido do Ponto de Fornecimento aos Centros de Distribuição

Custo Tributário - Alíquota ICMS de venda do produto - Origem x Local do CD		
#	Santos	São Francisco do Sul
1	18%	8,4%
2	18%	8,4%
3	18%	8,4%
4	18%	8,4%
5	18%	8,4%
6	18%	8,4%
7	18%	8,4%
8	18%	8,4%
9	18%	8,4%
10	18%	8,4%
11	18%	13,4%
12	18%	8,4%
13	18%	8,4%
14	18%	8,4%
15	18%	8,4%

Já no Apêndice D encontram-se as variações nas alíquotas de ICMS para venda de produto a partir de cada cidade candidata a receber o Centro de Distribuição até o ponto de demanda. A lógica é semelhante à adotada na simulação de mudança de ponto de origem. Os códigos numéricos utilizados (#) são semelhantes aos das Tabela 9 e 10.

Também há uma vantagem fiscal sobre os fretes oriundos do Estado de Santa Catarina, pois este tipo de vantagem também é contemplada pela Política de Incentivos Fiscais local.

Sem a política de incentivos adotada, todos os fretes partindo tanto das possíveis origens São Francisco do Sul quanto de Santos carregam um custo tributário de 12% sobre o valor do frete para entregas na Região Sul e Sudeste,

com exceção dos fretes com origem e destino em Santa Catarina, onde o percentual sobe para 17%.

Adotando a Política de Incentivos em Santa Catarina, a empresa consegue auferir 8% sobre o custo do frete realizado, ou seja, a alíquota de ICMS referente ao frete, descontada a vantagem auferida, passa a ser de apenas 4,35% para fretes que tem como destino as Regiões Sul e Sudeste, exceto Santa Catarina, que reduzem a alíquota de 17% para 9,78%.

A Tabela 15 apresenta as alíquotas de ICMS referentes aos custos de frete entre locais escolhidos como pontos de origem e cidades candidatas a receberem o Centro de Distribuição.

Tabela 15 - Custos Tributários - alíquota de ICMS dos fretes desde o Ponto de Fornecimento aos Centros de Distribuição

Custo Tributário - Mudança de Alíquota ICMS referente ao Custo de Frete - Origem x Local do CD		
#	Santos	São Francisco do Sul
1	12%	4,35%
2	12%	4,35%
3	12%	4,35%
4	12%	4,35%
5	12%	4,35%
6	12%	4,35%
7	12%	4,35%
8	12%	4,35%
9	12%	4,35%
10	12%	4,35%
11	12%	9,78%
12	12%	4,35%
13	12%	4,35%
14	12%	4,35%
15	12%	4,35%

Concluindo as questões tributárias, no Apêndice E consta a tabela com as alíquotas de ICMS referentes aos custos de frete a partir de cada cidade candidata a receber o Centro de Distribuição até o ponto de demanda. A lógica é semelhante à adotada na simulação de mudança de ponto de origem.

4.1.2.5. Custos de Transporte – Fretes

Fator relevante no modelo matemático que estabelece a localização ideal para o Centro de Distribuição, o custo de frete entre o ponto de fornecimento e o Centro de Distribuição e entre este “hub” e os pontos de demanda foram coletados mediante cotações de frete junto à transportadoras de grande porte nacional.

Estes custos somente serão incluídos na matriz de cálculo das cidades de destino escolhidas cujo modelo de frete é CIF, pois no modelo de frete FOB, estes custos não influenciam no resultado sob o ponto de vista do fornecedor.

A Tabela 16 indica os valores de frete orçados junto às transportadoras entre os pontos de fornecimento e os locais que poderão receber o Centro de Distribuição. O código numérico utilizado (#) é semelhante ao da Tabela 10.

Tabela 16 - Custos de Frete entre o Ponto de Fornecimento e os Centros de Distribuição

Custo de Frete entre o ponto de fornecimento e o local candidato a receber o Centro de Distribuição (R\$)		
#	Santos	São Francisco do Sul
1	45,14	100,00
2	37,14	97,00
3	58,76	100,00
4	43,29	100,00
5	33,65	105,00
6	59,66	113,00
7	47,93	104,00
8	41,19	104,00
9	0,00	130,00
10	25,00	105,00
11	130,00	0,00
12	30,58	100,50
13	57,18	102,00
14	32,15	104,50
15	65,99	104,00

Já o Apêndice F representa os custos de frete referentes ao transporte de veículos entre os possíveis locais onde o Centro de Distribuição será instalado e os pontos de demanda. O código numérico utilizado (#) é semelhante aos das Tabelas 9 e 10.

4.2. Discussão dos Resultados

A empresa em estudo, se valendo das vantagens auferidas pelo programa de incentivos fiscais ao qual se associou, conseguia uma economia fiscal de aproximadamente R\$ 200 mil mensais, de acordo com os dados apurados nos balancetes desta empresa, incluindo as vendas de fora da zona delimitada por esta pesquisa. Esta vantagem fez com que a empresa não tivesse dúvidas em relação a permanecer em um local mais distante dos pontos de demanda. Até então não havia sido feito nenhum cálculo envolvendo os outros parâmetros, como custos de frete sobre demanda e estocagem.

O modelo MLIGHT formulado no capítulo 3.1 foi aplicado à empresa apresentada no estudo de caso utilizando para o efeito o software de apoio à tomada de decisão *XPRESS®* com o objetivo de determinar a solução ótima que minimiza os custos totais do sistema. O *FICO Xpress-Optimizer®* é um software comercial de resolução para otimização de problemas de programação linear, programação linear inteira mista, programação quadrática convexa, dentre outros. A solução obtida pelo MLIGHT propõe dois pontos de fornecimento – Santos (SP), com um Centro de Distribuição tipo “hub” na cidade de São Bernardo do Campo (SP), e São Francisco do Sul (SC), utilizando o próprio ponto de fornecimento como “hub” de distribuição. Esta solução permite atender a todos os clientes dentro da limitação do escopo do problema e das restrições apresentadas ao modelo com uma redução de aproximadamente 61,60% no custo total. Em um Universo de 40 meses de pesquisas de dados, em valores absolutos, as despesas diminuiriam de aproximadamente R\$ 277,554 milhões (média de R\$ 6.938.844,25/mês) para aproximadamente R\$ 106,570 milhões (média de R\$ 2.664.258,25/mês).

A Figura 4 mostra graficamente a comparação entre as redes de distribuição antes e depois da utilização do MLIGHT para cada um dos pontos de fornecimento seu respectivo ponto de demanda. Para que isso fosse possível, foram apresentadas as coordenadas geográficas (latitude e longitude) de todas as cidades analisadas no Estudo de Caso antes do cálculo.

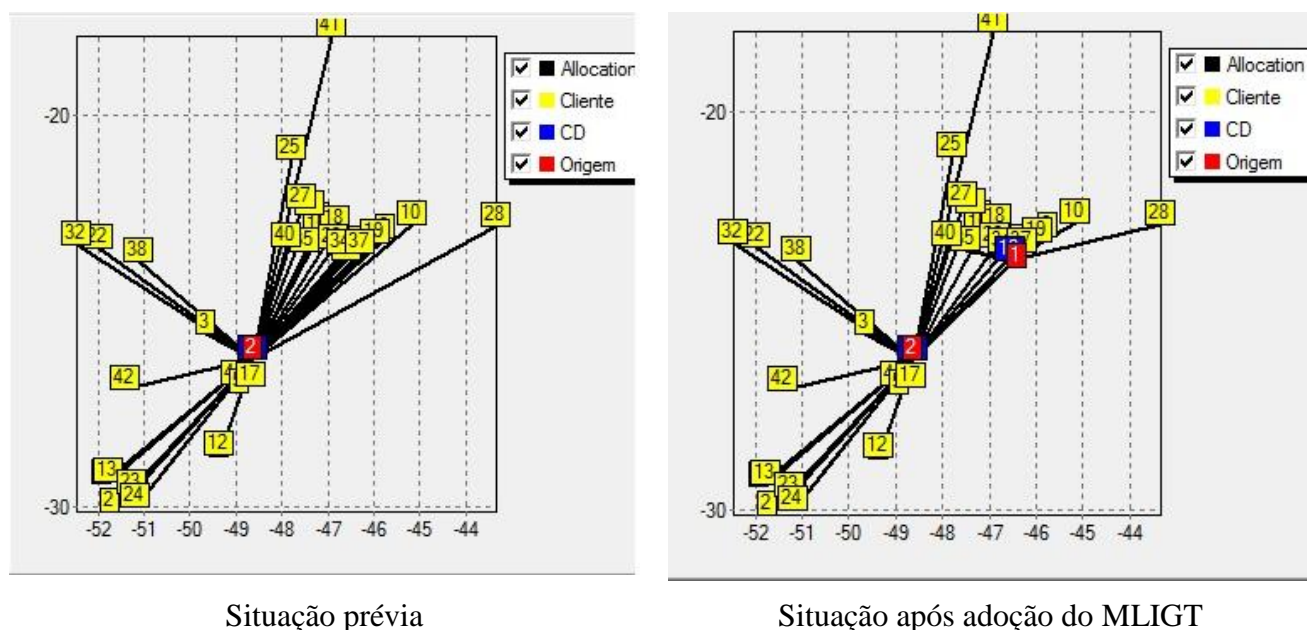


Figura 4 - Rede de Distribuição Física Antes / Após a Adoção do MLIGT

As Tabelas 17 e 18 detalham qual a demanda atendida por cada ponto de fornecimento e Centro de Distribuição.

Tabela 17 - Pontos de Demanda que passam a ser atendidos pelo Ponto de Fornecimento em Santos (SP), com Centro de Distribuição em São Bernardo do Campo (SP)

Matriz de Localização de Instalações - Origem Santos (SP)		
Centro de Distribuição	Cliente / Cidade	Demanda Mensal
São Bernardo do Campo	Caçapava	37,52
São Bernardo do Campo	Campinas	22,2
São Bernardo do Campo	Guaratinguetá	19,1
São Bernardo do Campo	Guarulhos	36,64
São Bernardo do Campo	Indaiatuba CIF	5786,16
São Bernardo do Campo	Itatiba	17,12
São Bernardo do Campo	Jacareí	454,48
São Bernardo do Campo	Limeira CIF	75,15
São Bernardo do Campo	Rio Claro CIF	29,16
São Bernardo do Campo	Rio de Janeiro	36,86
São Bernardo do Campo	São Paulo CIF	290,16
São Bernardo do Campo	Sorocaba	25,68
São Bernardo do Campo	Suzano CIF	144,5
São Bernardo do Campo	Tatuí CIF	4170,55
	Total	11.145,28

Tabela 18 - Pontos de Demanda que continuam a ser atendidos pelo Ponto de Fornecimento em São Francisco do Sul (SC), com Centro de Distribuição no mesmo local

Matriz de Localização de Instalações - Origem São Francisco do Sul (SC)		
Centro de Distribuição	Cliente / Cidade	Demanda Mensal
São Francisco do Sul	Arroio do Meio	145,33
São Francisco do Sul	Arroio dos Ratos	79,5
São Francisco do Sul	Balsa Nova	14
São Francisco do Sul	Blumenau	16,08
São Francisco do Sul	Brusque	404,38
São Francisco do Sul	Cachoeirinha	54,78
São Francisco do Sul	Criciúma	16,25
São Francisco do Sul	Içara	116,3
São Francisco do Sul	Imigrante	23,36
São Francisco do Sul	Indaiatuba FOB	64,13
São Francisco do Sul	Itajaí CIF	176,65
São Francisco do Sul	Itajaí FOB	245,76
São Francisco do Sul	Limeira FOB	40,58
São Francisco do Sul	Maringá	20,65
São Francisco do Sul	Portão	32,6
São Francisco do Sul	Porto Alegre	18,3
São Francisco do Sul	Ribeirão Preto	14,77
São Francisco do Sul	Rio Claro FOB	20
São Francisco do Sul	Santana do Parnaíba	65,35
São Francisco do Sul	São Bernardo do Campo	706,77
São Francisco do Sul	São Carlos do Ivaí CIF	643,88
São Francisco do Sul	São Carlos do Ivaí FOB	1112,29
São Francisco do Sul	São Paulo FOB	3048,21
São Francisco do Sul	Suzano FOB	1020,99
São Francisco do Sul	Tamarana	75,36
São Francisco do Sul	Tatuí FOB	206,11
São Francisco do Sul	Treze Tílias	140,83
São Francisco do Sul	Vazante	54,25
	Total	8.577,46

A situação prévia, antes da adoção do MLIGT, proporcionava 100% das entregas tendo como ponto de fornecimento e Centro de Distribuição a cidade de São Francisco do Sul. Após a aplicação do Modelo, entendeu-se que a melhor condição para a empresa seria dividir a distribuição em 57% da demanda a partir da importação por Santos (SP) e distribuição através de um Centro de Distribuição em São Bernardo do Campo (SP).

Por meio da Tabela 17, verifica-se não haveria a necessidade de alugar galpões em São Bernardo do Campo para armazenar 25.000 toneladas de produto, visto que a somatória média mensal de distribuição por este Centro de Distribuição cai para aproximadamente pela metade (11.145 toneladas). Ao reduzir as especificações para o aluguel de galpões e também a quantidade de carga a ser armazenada, os custos sofrem leves alterações (aumento de valores médios por tonelada), mas que não modificam o resultado final da escolha de clientes a serem atendidos por este Centro de Distribuição.

As instalações em São Francisco do Sul já são próprias da empresa e poderiam manter a capacidade de armazenagem atual, até porque há a necessidade de atender aos clientes cuja demanda é inferior à estipulada nesta dissertação, além de pedidos esporádicos.

A Tabela 19 mostra a situação prévia da empresa antes da adoção do MLIGT e compara com a situação após a adoção deste modelo em termos de custos operacionais e tributários.

Tabela 19 - Comparativo de Despesas entre a situação da empresa antes e após a adoção do Modelo de Localização de Instalações com Gestão Tributária - MLIGT

Comparação - Antes e Após a Adoção do MLIGT			
	Situação Prévia	Situação Pós MLIGT	Vantagens obtidas Pós MLIGT
Ponto de Fornecimento	São Francisco do Sul	São Francisco do Sul Santos	São Francisco do Sul Santos
Centro de Distribuição	São Francisco do Sul	São Francisco do Sul São Bernardo do	São Francisco do Sul São Bernardo do
Custos Fixos de Instalação	3.428.770,00	5.999.430,00	- 2.570.660,00
Custos Tributários	141.316.000,00	52.922.600,00	88.393.400,00
Custo de Fretes	132.809.000,00	47.648.300,00	85.160.700,00
Custos Totais	277.553.770,00	106.570.330,00	170.983.440,00
Média de Custos Totais/mês	6.938.844,25	2.664.258,25	4.274.586,00

Caso se optasse por uma solução estritamente logística, oposta a escolha atual, em que excluísse o ponto de fornecimento atual e levasse em consideração a rede de distribuição cuja soma das distâncias ponderada pela demanda obtivesse o menor custo possível e toda a demanda atendida, a opção a ser adotada seria a descrita na Tabela 20. Nota-se que o resultado dos custos é maior que o valor otimizado pelo MLIGT, embora seja melhor do que o adotado pela escolha atual da empresa.

Tabela 20 - Opção logística, excluindo o ponto de fornecimento atual

Opção Logística	
Ponto de Fornecimento	Santos
Centro de Distribuição	Tatuí (SP)
Custos Fixos de Instalação	4.636.230,00
Custos Tributários	125.250.000,00
Custo de Fretes	107.999.000,00
Custos Totais	237.885.230,00
Média de Custos Totais/mês	5.947.130,75

Isso se deve ao fato dos incentivos fiscais ainda pesarem a favor do Estado de Santa Catarina para 43% da demanda. Por isso o MLIGT considerou dividir as fontes de fornecimento, de forma que se pudesse se obter o resultado ótimo.

Em relação aos modelos de frete, das 11 (onze) cidades que receberam cargas apenas no modelo de frete CIF, 8 (oito) receberiam carga com a melhor relação custo x benefício a partir do Estado de São Paulo, enquanto as demais três (Criciúma/SC, Balsa Nova/PR e Tamarana/PR), por razões geográficas que influenciam os custos de frete, receberiam carga melhor através da situação prévia.

Já 15 (quinze) cidades que receberam cargas apenas no modelo de frete FOB, todas deveriam manter a rede de distribuição, visto que o custo de frete não é relevante para a empresa estudada nestes casos, prevalecendo, portanto, a questão tributária, que é mais vantajosa em Santa Catarina.

Percebeu-se que a estratégia de separar pontos de demanda por modelo de frete fez sentido. Das 8 (oito) cidades em que foi feita esta separação, em 6 (seis) delas a distribuição é mais vantajosa pelo Estado de São Paulo através do modelo de frete CIF, sendo o modelo de frete FOB sendo mais vantajoso ser distribuído por Santa Catarina. Nos outros dois casos (São Carlos do Ivaí e Itajaí), por razões geográficas, em ambas as situações foi mais adequado manter a distribuição por Santa Catarina.

Das 42 (quarenta e duas) possibilidades de realizar a distribuição para a demanda apontadas neste Estudo de Caso (onze destinos exclusivamente pelo modelo de frete CIF, quinze destinos exclusivamente pelo modelo de frete FOB e oito destinos por ambos os modelos, portanto dezesseis possibilidades), em 14

(quatorze) delas a distribuição feita através do Estado de São Paulo foi mais eficiente, enquanto que para as demais 28 (vinte e oito) possibilidades, o modelo prévio de distribuição atenderia de maneira menos custosa.

O MLIGT provou que o alcance dos incentivos fiscais aplicados nesta situação é limitado à localização geográfica de alguns dos maiores clientes da empresa, o que impacta diretamente nos custos de frete. Quando o frete passa a não ser relevante para os custos da empresa (modelo FOB), aí sim a vantagem pode ser um trunfo.

Ainda assim, neste caso, a desvantagem passa para o lado do cliente final, que, não tendo acesso a este tipo de benefício, terá que arcar com maiores custos de frete, o que pode encarecer e até inviabilizar uma compra dependendo de sua localização geográfica.

5. Conclusão

O fator tributário é um aspecto relevante na tomada de decisão do gestor da cadeia de suprimento. Entender como funciona a estrutura tributária é essencial para avaliar os impactos sobre a cadeia logística. Cabe ao tomador de decisão e gestor, tendo em mente a incidência de impostos ao longo da cadeia de suprimentos, desenhar a cadeia com uma visão holística, analisando a mesma através de um fluxo tributário, levando em conta as atividades e insumos para o atendimento dos clientes finais. Questões financeiras e tributárias agem como restrições importantes em modelos matemáticos para a definição de estratégias de localização de instalações.

Tanto quanto o autor desta tese pode averiguar não existem na literatura modelos de localização de infraestruturas que englobem fatores tributários de forma explícita. A maior contribuição desta tese é por isso a proposição de um modelo de programação linear para localização de instalações com gestão tributária – MLIGT. A generalização do modelo apresentado para outros casos de estudo dependerá dos tributos aplicáveis em cada caso.

A aplicação do MLIGT ao estudo de caso de uma empresa distribuidora de produtos químicos evidenciou as potencialidades do mesmo. A empresa em causa no âmbito de uma inscrição num programa de incentivos fiscais ofertados por um Estado Brasileiro desenhou a sua cadeia de distribuição localizando o centro de distribuição longe da grande maioria dos pontos de consumo, baseado na ideia de que os benefícios resultantes da redução de custos fiscais suplantavam o aumento de custos de frete.

Os resultados obtidos com o modelo revelam que os benefícios fiscais não atingem na verdade os níveis esperados ficando aquém do aumento dos custos de distribuição. A solução alternativa obtida com o modelo propõe a localização de dois centros de distribuição, um mais próximo dos consumidores e sem incentivo fiscal e outro mais longe, mas com incentivo fiscal. Esta solução não havia sido pensada pela empresa até à aplicação do modelo MLIGT. A redução de custos desta nova solução é superior a 100% dos atuais custos da empresa evidenciando assim que a busca de soluções logísticas, alinhadas com as melhores estratégias de

planejamento tributário poderá, portanto, gerar resultados positivos para a empresa.

Como há um grande número de tributos, com regras nem sempre claras e mudanças constantes nas legislações, há um longo espaço para o desenvolvimento de novos modelos. Esta pesquisa não é exaustiva na análise de todas as vantagens tributárias disponíveis, sendo aplicável às questões envolvendo o ICMS.

Como os negócios são dinâmicos, muitas outras variáveis e estratégias de vendas poderiam fazer parte de estudos similares. Cálculos do valor mínimo de venda dos produtos, com o consequente ajuste das margens de lucros e de volumes mínimos necessários de estoque, se fazem necessários em estudos futuros, bem como ajuste de valores de frete, favorecimento de vendas de forma fracionada a partir do Centro de Distribuição, maior variedade de produtos comercializados, atendimento de novos mercados a partir do novo Centro de Distribuição, antes inalcançados devido à distância geográfica.

6. Referências Bibliográficas

AMARAL, G. L.; **A Nova Ótica do Planejamento Tributário Empresarial**, 2002. Disponível em: www.classecontabil.com.br

ANDRADE, C.A., PIZZOLATO, N.D., TORRES, L.E.S.; **Uma Análise de Influência dos Incentivos Fiscais na Localização dos Centros de Distribuição**, Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica, Rio De Janeiro, 2009.

ARAÚJO, C.A.V., MATIAS, M.A.; **Planejamento Tributário no Setor de Transporte Rodoviário de Carga**. Pós em Revista – A Revista de Pós-Graduação Newton Paiva, 2010. Disponível em: http://revista.newtonpaiva.br/seer_3/index.php/RevistaPos/search/advancedResults

ARBACHE, F. et al; **Gestão de Logística, Distribuição e Trade Marketing**, Rio de Janeiro, Editora FGV, 2004.

AVITTATHUR, B., SHAH, J., GUPTA, O.K.; **Distribution Center Location Modelling for Differential Salestax Structure**. Journal of Operational Research, Vol. 162, 2005.

BALLOU, R.H.; **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial**. Editora Bookman, 5ª Edição. Porto Alegre. 2006.

BERNARDO, F., LEITE, L.; **Formulação Inteira Mista para o Problema de Redes de Distribuição Considerando o ICMS**. Congresso Latino Ibero-americano de Investigación Operativa, 2012.

BERTOLUCCI, A.V., NASCIMENTO, D.T.; **Revista de Contabilidade e Finanças da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP**, n.29, 2011.

BOWERSOX, D.J.; **Logistical Management: A System Integration, Physical Distribution, Manufacturing Support and Material Procurement**. Mac Millan Publishing Company. New York, 1986.

BOWERSOX, D.J., CLOSS, D.J.; **Logística Empresarial: O Processo de Integração da Cadeia de Suprimento**. Editora Atlas, São Paulo. 2001.

BRASIL, Emenda Constitucional 37 de 2002, artigo 3º.

BRASIL, Lei Complementar 116 de 2003, artigo 8º.

BRITO, R.P., BRITO, L.A.L.; **Vantagem Competitiva e sua Relação com Desempenho: Uma Abordagem baseada em Valor**. Revista de Administração Contemporânea, vol. 16, nº 3, Artigo 2. 2012.

CALCIOLARI, R.P.; **Aspectos Jurídicos da Guerra Fiscal no Brasil**. In: Caderno de Finanças Públicas, nº7, Dezembro, Brasília. 2006. Disponível em: http://www.esaf.fazenda.gov.br/esafsite/publicacoes-esaf/cadernofinancas/cfp7/cfp_n7_art1.pdf

CARRARO, P.R.; **Avaliação da Influência dos Aspectos Logísticos, Fiscais e Ambientais no Projeto de Redes de Distribuição Física**. Dissertação de Mestrado, Programa de Mestrado em Engenharia de Sistemas Logísticos, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2009.

CARVALHO, J.C.; **Logística**. Lisboa: Edições Sílabo, 2002.

CHOPRA, S., MEINDL, P.; **Gestão da Cadeia de Suprimentos – Estratégia, Planejamento e Operações**, Editora Pearson, 4ª Edição. 2011.

CHRISTALLER, W.; **Os Lugares Centrais no Sul da Alemanha: Um Estudo Econômico-Geográfico da Regularidade da Distribuição e Desenvolvimento de Assentamentos com Funções Urbanas**, Tese de Doutorado, 1933, depois traduzido para o inglês: *Central Places in Southern Germany*. Editora Prentice-Hall, New Jersey. 1966.

CHURCH, R., ReVELLE, C.; *The Maximal Covering Location Problem*, Artigo, The Regional Science Association, 32, 1974.

CHURCH, R., GERRARD, R.A.; *The Multi-Level Location Set Covering Model*, Geographical Analysis, 35, 2003.

CÓDIGO TRIBUTÁRIO NACIONAL, Ed. Atlas, 2006.

COELHO, L.C.; **Tipos de Caminhões (Tamanhos e Capacidades)**, Artigo, disponível em www.logisticadescomplicada.com; Novembro, 2010.

COOPER, L.; *Location-Allocation Problems*. Operations Research, 11, 1963.

COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS. Supply Chain Management/Logistics Management Definitions. Disponível em <http://cscmp.org/about-us/supply-chain-management-definitions>, acesso em 17 de mai. 2015.

CUNHA, C.B.; MUTARELLI, F.; **Modelagem de Redes de Distribuição Aplicada ao Caso de uma Editora de Revistas**. XVIII Congresso da ANPET, 2004.

CURRENT, J., DASKIN, M.S., SCHILLING, D.; *Discrete Network Location Models in Facility Location Theory: Applications and Methods*, editado por Drezner, Z. and Hamacher H., Springer-Verlag, Berlim, 2002.

DASKIN, M.S.; *Network and Discrete Location: Models, Algorithms and Applications*, Editora John Wiley and Sons, 1995.

DISCHINGER, M., RIEDEL, N.; *Corporate Taxes and Location of Intangible Assets within Multinational Firms*, Journal of Public Economics, Vol 95, 2008.

DUARTE, J.M.O; PIZZOLATO, N.D.; **Gestão Tributária da Cadeia de Suprimentos: Problema de Localização de Empresa do Setor de Varejo Eletrônico Brasileiro**; Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2013.

FARAH, M.; **Os Desafios da Logística e os Centros de Distribuição Física**, Revista FAE Business, nº2, Junho, 2002.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – FIESP; **O Peso da Burocracia Tributária na Indústria de Transformação**, 2012, disponível em <http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/o-peso-da-burocracia-tributaria-na-industria-de-transformacao-2012/>

FERREIRA, F.R.N. **“Supply Chain Management” - Evolução e Tendências**. ENEGEP 1998. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998_ART476.pdf

FLEURY, M. T. L. - **A Gestão de Competência e a Estratégia Organizacional, As Pessoas na Organização**. Gente. São Paulo, 2002.

GHIANI, G., LAPORTE, G., MUSMANNO R.; *Introduction to Logistics Systems Planning and Control*. West Sussex: Wiley – Interscience Series in Systems and Optimization, 2004.

HAKIMI S.; *Optimum Locations of Switching Centers and the Absolute Centers and Median of a Graph*, Operation Research, nº12, 1964.

HAMAD, R.; **Modelo para Localização de Instalações em Escala Global envolvendo Vários Elos da Cadeia Logística**. Dissertação, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

ISARD, W.; *Location and Space-Economy*. Cambridge: MIT Press, 1956.

JUNQUEIRA, R.; MORABITO, R.; **Um Modelo de Otimização Linear para o Planejamento Agregado da Produção e Logística de Sementes de Milho**. Revista Produção. Vol. 15, nº3, 2006

JUNQUEIRA, R.; MORABITO, R.; **Planejamento Otimizado da Produção e Logística de Empresas Produtoras de Sementes de Milho: Um Estudo de Caso**. Revista Gestão & Produção, vol 15, nº2, 2008.

KOOPMANS, T.C.; BECKMANN, M.; *Assignment Problems and the Location of Economic Activities*, Econometrica, 1957.

KRAUSPENHAR, D.Jr.: **A Elisão Fiscal como Forma de Planejamento Tributário**, Dissertação de Mestrado, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2005.

KRUGMAN, P.; **Development, Geography and Economic Theory**. London: The MIT Press, 1997.

LAMBERT, D.M.; CROXTRON, K.L.; GARCIA-DASTUGUE, S.J., ROGERS, D.S.; **The Supply Chain Management Processes**. The International Journal of Logistics Management, nº 02, 2001.

LAUNHARDT, W.; **Mathematische Begründung der Volkswirtschaftslehre – Raciocínio Matemático em Economia**, 1885.

LIBERATO, R.C.; **Revisando os Modelos e as Teorias da Análise Regional**, Caderno de Geografia, Pontifícia Universidade Católica, Belo Horizonte, 2008.

LIMA, M.P.; **Custos Logísticos na Economia Brasileira**, Artigo, Centro de Estudos de Logística COPPEAD, publicado em Tecnológica, 2006, disponível em http://www.coppead.ufrj.br/pt-br/upload/publicacoes/ArtLog_JAN_2006.pdf

LIZOTE, S.A., BIDINHA, E.R.; **Guerra Fiscal dos Portos: um Estudo sobre o Impacto da Unificação do ICMS Interestadual em 4% para Produtos Importados no Estado de Santa Catarina**; Artigo, IX Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2012, disponível em http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos_12/10216126

LÖSCH, A.; **Economic Regions**. In: FRIEDMAN, J.; ALONSO, W.; **Regional Development and Planning: A Reader**. Cambridge: MIT Press, 1969.

MACIEL, P.H.L, DALVI, W.E.S.; **Considerações sobre Tributos e Estoques na Modelagem de Redes Logísticas**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio de Janeiro - COPPE, Rio de Janeiro, 2006.

MAIA, G.L.; PESSOA, M.N.M.; SANTOS, S.M.; CABRAL, A.C.; **Custos de Conformidade à Tributação: Uma Análise da Percepção de Gestores e Colaboradores em uma Empresa Estadual de Saneamento**. Artigo, Associação Brasileira de Custos, Volume III, nº3, 2008.

MORAES, M. H., SOUZA, F. A.; **Logística Tributária e Fiscal – Aspectos Fiscais e Tributários no Cotidiano das Operações Logísticas**. Ed. MAG, 2014.

NOVAES, A.G.; **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. Campus. São Paulo, 2001.

OLIVEIRA, J. J. M.; **Código Tributário Nacional**. Editora Saraiva, 2ª Edição, São Paulo, 2003.

OWEN, S.W., DASKIN, M.S.; **Strategic Facility Location. A Review**. European Journal of Operational Research 111, 1998.

PÊGAS, P. H.; **Manual de Contabilidade Tributária**. Editora Freitas Bastos, 5ª. Edição. Rio de Janeiro, 2007.

FUNDAÇÃO DOM CABRAL, **Custos Logísticos no Brasil 2014**, disponível em: <http://acervo.ci.fdc.org.br/AcervoDigital/RelatoriosdePesquisa/RelatoriosdePesquisa2014/CustosLogisticosnoBrasil.pdf>

PIZZOLATO, N.D., RAUPP, F.M.P., ALZAMORA, G.S.; **Revisão de Desafios Aplicados em Localização com Base em Modelos da p-mediana e suas Variantes**, Revista Eletrônica Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento, Rio de Janeiro, 2012.

PORSSE, A. A., HADDAD, E. A., RIBEIRO, E. P.; **Efeitos Econômicos de Políticas Regionais de Incentivo Fiscal: Uma Abordagem De Equilíbrio Geral Computável**, Fundação de Economia e Estatística. Siegfried Emanuel Heuser, Secretaria de Planejamento, Gestão e Participação Cidadã do Governo do Estado do Rio Grande do Sul, disponível em www.fee.tche.br, Rio Grande do Sul, 1999.

QUEIROZ, T.S.; **O Efeito do ICMS no Planejamento de Redes Logísticas**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

RECEITA FEDERAL DO BRASIL; www.receita.fazenda.gov.br/Publico/estudoTributarios/estatisticas, acesso em 06/06/2015

RELATÓRIO MENSAL DO ÍNDICE NACIONAL DE VARIAÇÃO DE CUSTOS DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS FRACIONADAS, Departamento de Custos Operacionais e Estudos Técnicos e Econômicos, Associação Nacional de Transporte de Cargas & Logística, disponível em <http://www.ntctec.org.br/media/files/artigos/relatorio-do-indice-do-trc0614>

REPOLHO, H.M., ANTUNES, A.O.P., CHURCH, R.L.; *Optimization Models for the Location of Motorway Interchanges: Concessionaires Perspective*. Journal of Transportation Engineering 137, 2011.

ReVELLE, C.S., EISELT, H.A.; *Location Analysis: A Synthesis and Survey*, European Journal of Operational Research 165, 2005.

RIBEIRO, N.V.; **Contribuição ao Aperfeiçoamento de Sistemas Logísticos de Distribuição no Contexto Tributário Brasileiro: Estudo de Caso em Indústrias de Bens de Consumo**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

SANTOS, A.R., OLIVEIRA, R.C.M.; **Planejamento Tributário com Ênfase em Empresas Optantes pelo Lucro Real**. Anais do 18º Congresso Brasileiro de Contabilidade, 2008. Disponível em: http://www.congressocfc.org.br/hotsite/trabalhos_1/361.pdf

SILVA, M.R.; CUNHA, C.B.; **Configuração de Redes do Tipo Hub-And-Spoke para o Transporte Rodoviário de Carga Parcelada Utilizando Algoritmos Genéticos**; Artigo, Revista ANPET, Vol. XI nº 2, Dezembro 2004.

SILVA, M.B.; **Otimização de Redes de Distribuição Física considerando Incentivo Fiscal baseado no Crédito Presumido de ICMS**. Dissertação de Mestrado. Programa de Mestrado de Engenharia de Sistemas Logísticos, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2007.

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P. & SIMCHI-LEVI, E.; *Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies and Case Studies*. Editora Mc Graw Hill, 3ª Edição, New York, 2008.

SIMCHI-LEVI, D., KAMINSKY, P., SIMCHI-LEVI, E.; **Cadeia de Suprimentos - Projeto e Gestão**, Editora Bookman, 3ª Edição, 2010.

TIXIER, D.; *Logistique au Service de L'Enterprise*. Editora Dunod, Paris, 1983.

TYAN, J.; *An Evaluation of Freight Consolidation Policies in Global Third Party Logistics*. International Journal of Management Science, 2003.

VON THÜNEN, J.H.; *The Isolated State*. Pergamon Press, Oxford, 1966.

WEBER, A. *Über den Standort der Industrien - Sobre a Localização das Indústrias* - , Tübingen, Alemanha, 1909. Tradução em Inglês: Friederich C.J. Theory of the Locaton of Industries, The University of Chicago Press, 1929.

WERNECK, R.L.F.: **Exacerbando as Contradições**. O Estado de São Paulo, São Paulo, 2011.

WU, L., WANG, Y., LIN. B.X., LI, C., CHEN, S.; *Local Tax Rebates, Corporate Tax Burdens and Firms Migration: Evidence From China*. Journal of Accounting and Public Policy, nº 26, 2007.

YOSHIZAKI, H.T.Y.; **Projeto de Redes de Distribuição Física considerando a Influência do Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços**. Tese de Livre Docência, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2002.

YOSHIZAKI, H.T.Y.; HINO, C.M.; ROSIN, R.A.; **Reforma Tributária: Avaliando a Influência do Novo Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) na Futura Configuração da Logística Brasileira**. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. João Pessoa, 2008.

7. Apêndices

APÊNDICE B - Dados de Demanda

Demanda por Cidade - Média Mensal de Consumo (ton)				
Cidade	Modelo de Frete	Estado	Demanda (ton)	Média Mensal (ton)
Indaiatuba	CIF	SP	231.446,26	5.786,16
Tatuí	CIF	SP	166.822,18	4.170,55
São Paulo	FOB	SP	121.928,26	3.048,21
São Carlos do Ivaí	FOB	PR	44.491,69	1.112,29
Suzano	FOB	SP	40.839,59	1.020,99
São Bernardo do Campo	FOB	SP	28.270,80	706,77
São Carlos do Ivaí	CIF	PR	25.755,06	643,88
Jacareí	CIF	SP	18.179,37	454,48
Brusque	FOB	SC	16.175,07	404,38
São Paulo	CIF	SP	11.606,30	290,16
Itajaí	FOB	SC	9.830,33	245,76
Tatuí	FOB	SP	8.244,27	206,11
Itajaí	CIF	SC	7.066,14	176,65
Arroio do Meio	FOB	RS	5.813,33	145,33
Suzano	CIF	SP	5.780,09	144,50
Treze Tílias	FOB	SC	5.633,38	140,83
Içara	FOB	SC	4.651,89	116,30
Arroio dos Ratos	FOB	RS	3.180,06	79,50
Tamarana	CIF	PR	3.014,40	75,36
Limeira	CIF	SP	3.005,89	75,15
Santana de Parnaíba	FOB	SP	2.613,80	65,35
Indaiatuba	FOB	SP	2.565,04	64,13
Cachoeirinha	FOB	RS	2.191,25	54,78
Vazante	FOB	MG	2.170,04	54,25
Limeira	FOB	SP	1.623,23	40,58
Caçapava	CIF	SP	1.500,72	37,52
Rio de Janeiro	CIF	RJ	1.474,53	36,86
Guarulhos	CIF	SP	1.465,49	36,64
Portão	FOB	RS	1.303,99	32,60
Rio Claro	CIF	SP	1.166,24	29,16
Sorocaba	CIF	SP	1.027,00	25,68
Imigrante	FOB	RS	934,57	23,36
Campinas	CIF	SP	887,90	22,20
Maringá	FOB	PR	825,90	20,65
Rio Claro	FOB	SP	800,10	20,00
Guaratinguetá	CIF	SP	764,08	19,10
Porto Alegre	FOB	RS	732,09	18,30
Itatiba	CIF	SP	684,93	17,12
Criciúma	CIF	SC	650,14	16,25
Blumenau	FOB	SC	643,00	16,08
Ribeirão Preto	FOB	SP	590,98	14,77
Balsa Nova	CIF	PR	560,00	14,00

APÊNDICE C - Distâncias entre os locais candidatos a receber o Centro de Distribuição e os Pontos de Demanda

Distâncias entre os Locais Candidatos a Receber Centro(s) de Distribuição e as Cidades que Recebem a Demanda de Vendas (m)																	
Código	Cidade	Modelo de Frete	Locais Candidatos a Receber Centro(s) de Distribuição														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Arroio do Meio	FOB	1117	1094	1162	1112	1123	1127	1133	1105	1091	1130	735	1099	1065	1162	1095
2	Arroio dos Ratos	FOB	1205	1181	1249	1199	1210	1214	1220	1192	1178	1217	680	1186	1152	1249	1183
3	Balsa Nova	CIF	492	468	536	486	497	501	507	479	465	501	219	473	439	536	470
4	Blumenau	FOB	615	592	659	609	620	624	630	602	588	627	102	596	562	659	593
5	Brusque	FOB	652	629	697	647	658	662	668	640	626	665	128	634	600	697	630
6	Caçapava	CIF	161	138	194	149	100	208	165	148	173	140	683	118	206	95	249
7	Cachoeirinha	FOB	1141	1118	1186	1136	1146	1151	1157	1128	1114	1154	616	1123	1089	1186	1119
8	Campinas	CIF	97	92	68	68	106	28	39	77	167	117	636	83	86	137	129
9	Criciúma	CIF	894	870	938	888	899	903	909	881	867	903	369	875	841	938	871
10	Guaratinguetá	CIF	224	200	257	222	162	271	227	211	239	206	746	181	269	161	311
11	Guarulhos	CIF	68	45	101	57	0	116	72	55	92	40	590	26	114	38	156
12	Içara	FOB	890	867	935	885	895	900	906	877	863	903	365	872	838	935	868

Distâncias entre os Locais Candidatos a Receber Centro(s) de Distribuição e as Cidades que Recebem a Demanda de Vendas (m)																	
Código	Cidade	Modelo de Frete	Locais Candidatos a Receber Centro(s) de Distribuição														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
13	Imigrante	FOB	1072	1048	1116	1066	1077	1081	1087	1059	1045	1084	739	1052	1019	1116	1050
14	Indaiatuba CIF	CIF	75	99	57	72	116	0	50	54	196	120	595	91	63	145	106
15	Indaiatuba FOB	FOB	75	99	57	72	116	0	50	54	196	120	595	91	63	145	106
16	Itajaí CIF	CIF	624	601	639	618	629	633	639	611	597	636	99	605	571	668	602
17	Itajaí FOB	FOB	624	601	639	618	629	633	639	611	597	636	99	605	571	668	602
18	Itatiba	CIF	107	84	55	54	89	67	25	67	158	109	627	75	109	129	151
19	Jacareí	CIF	129	106	162	118	67	177	133	117	141	108	651	87	175	63	217
20	Limeira CIF	CIF	145	145	116	117	159	76	93	130	220	170	689	136	134	190	116
21	Limeira FOB	FOB	145	145	116	117	159	76	93	130	220	170	689	136	134	190	116
22	Maringá	FOB	609	633	629	662	674	623	650	627	747	708	612	650	598	705	530
23	Portão	FOB	1184	1160	1228	1178	1189	1193	1199	1171	1157	1190	659	1165	1131	1228	1161
24	Porto Alegre	FOB	1148	1125	1193	1142	1153	1157	1163	1135	1121	1161	623	1129	1095	1193	1126

Distâncias entre os Locais Candidatos a Receber Centro(s) de Distribuição e as Cidades que Recebem a Demanda de Vendas (m)																	
Código	Cidade	Modelo de Frete	Locais Candidatos a Receber Centro(s) de Distribuição														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
25	Ribeirão Preto	FOB	312	315	286	287	330	247	261	301	396	340	859	306	301	360	286
26	Rio Claro CIF	CIF	155	175	145	146	188	106	123	160	249	200	718	165	144	220	118
27	Rio Claro FOB	FOB	155	175	145	146	188	106	123	160	249	200	718	165	144	220	118
28	Rio de Janeiro	CIF	460	436	493	448	397	507	463	447	481	442	982	417	505	397	547
29	Santana do Parnaíba	FOB	30	21	62	9	50	77	33	0	128	91	574	27	75	81	117
30	São Bernardo do Campo	FOB	98	75	111	93	40	126	114	86	50	0	591	35	144	51	186
31	São Carlos do Ivaí CIF	CIF	687	712	708	741	753	702	728	706	807	787	673	729	677	766	609
32	São Carlos do Ivaí FOB	FOB	687	712	708	741	753	702	728	706	807	787	673	729	677	766	609
33	São Paulo CIF	CIF	43	21	77	34	26	91	46	32	88	30	566	0	90	55	131
34	São Paulo FOB	FOB	43	21	77	34	26	91	46	32	88	30	566	0	90	55	131
35	Sorocaba	CIF	48	71	69	111	114	63	89	66	166	148	532	90	0	144	61
36	Suzano CIF	CIF	97	76	132	89	38	145	101	86	80	54	620	55	144	0	185
37	Suzano FOB	FOB	97	76	132	89	38	145	101	86	80	54	620	55	144	0	185
38	Tamarana	CIF	536	561	557	590	602	551	577	555	674	636	511	578	525	632	458
39	Tatuí CIF	CIF	90	113	110	149	156	106	132	109	210	155	584	131	61	185	0
40	Tatuí FOB	FOB	90	113	110	149	156	106	132	109	210	155	584	131	61	185	0
41	Treze Tílias	FOB	796	773	841	790	801	815	811	783	769	809	422	778	754	841	728
42	Vazante	FOB	782	785	756	757	800	717	731	771	866	810	1329	776	771	830	756

APÊNDICE D - Custos Tributários de venda de produtos entre os possíveis Centros de Distribuição e os Pontos de Demanda

Custo Tributário - Alíquota ICMS de venda do produto - Local do Centro de Distribuição x Ponto de Demanda															
#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
2	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
3	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
4	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
5	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
6	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
7	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
8	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
9	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
10	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
11	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
12	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
13	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%

Custo Tributário - Alíquota ICMS de venda do produto - Local do Centro de Distribuição x Ponto de Demanda															
#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
14	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
15	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
16	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
17	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
18	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
19	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
20	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
21	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
22	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
23	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
24	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
25	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%

Custo Tributário - Alíquota ICMS de venda do produto - Local do Centro de Distribuição x Ponto de Demanda															
#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
26	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
27	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
28	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
29	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
30	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
31	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
32	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
33	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
34	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
35	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
36	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
37	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
38	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
39	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
40	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
41	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%
42	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	8,40%	18%	18%	18%	18%

APÊNDICE E - Custos Tributários referentes aos fretes entre os possíveis Centros de Distribuição e os Pontos de Demanda

Custo Tributário - Mudança de Alíquota ICMS referente ao Custo de Frete - Local do Centro de Distribuição x Ponto de Demanda															
#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
2	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
3	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
4	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	9,8%	12%	12%	12%	12%
5	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	9,8%	12%	12%	12%	12%
6	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
7	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
8	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	9,8%	12%	12%	12%	12%
9	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	9,8%	12%	12%	12%	12%
10	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
11	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
12	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	9,8%	12%	12%	12%	12%
13	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
14	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
15	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%

Custo Tributário - Mudança de Alíquota ICMS referente ao Custo de Frete - Local do Centro de Distribuição x Ponto de Demanda															
#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	9,8%	12%	12%	12%	12%
17	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	9,8%	12%	12%	12%	12%
18	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
19	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
20	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
21	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
22	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
23	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
24	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
25	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
26	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
27	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
28	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
29	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%

Custo Tributário - Mudança de Alíquota ICMS referente ao Custo de Frete - Local do Centro de Distribuição x Ponto de Demanda															
#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
30	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
31	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
32	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
33	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
34	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
35	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
36	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
37	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
38	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
39	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
40	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%
41	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	9,8%	12%	12%	12%	12%
42	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	4,3%	12%	12%	12%	12%

APÊNDICE F - Custos de frete / tonelada entre os possíveis Centros de Distribuição e os Pontos de Demanda (R\$)

Custo de Frete / tonelada entre o Local do Centro de Distribuição e os Pontos de Demanda (R\$)															
	Locais Candidatos a Receber o Centro de Distribuição														
#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	150,00	145,00	155,00	145,00	160,00	145,00	145,00	150,00	170,00	155,00	100,00	150,00	145,00	165,00	160,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	37,00	36,00	52,30	36,00	32,00	58,65	44,50	36,00	48,00	36,00	125,20	36,00	55,50	32,00	72,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	32,00	32,00	32,00	32,00	33,50	32,00	32,00	32,00	60,00	32,00	113,00	32,00	32,00	38,00	50,00
9	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	85,00	200,00	200,00	200,00	200,00
10	38,00	37,00	65,00	37,00	36,00	56,35	60,00	36,50	48,00	37,00	125,20	37,00	70,00	36,00	75,30
11	32,00	32,00	34,60	32,00	0,00	42,15	32,00	32,00	33,65	32,00	105,00	32,00	38,94	32,00	46,76
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	32,00	32,00	32,00	32,00	42,15	0,00	32,00	32,00	59,66	42,98	113,00	39,29	32,00	53,81	32,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

[illegible]

[illegible]