

**Eixo Temático: Estratégia e Internacionalização de Empresas**

**PROGRAMAÇÃO DE REDES DE TRANSPORTES EM UMA EMPRESA DE  
TRANSPORTE DE SANTA ROSA/RS**

**PROGRAMMING OF TRANSPORT NETWORKS IN A COMPANY OF  
TRANSPORTS OF SANTA ROSA/RS**

Suélen Thume, Luana Perius Chartanovicz, Renata Helena Follmann, Claudio Edilberto Höfler, Sergio  
Guilherme Schlender e Andressa Ghellar

**RESUMO**

Este estudo apresenta um problema de programação de redes de transportes com aplicação do método de programação linear em uma empresa de transporte do município de Santa Rosa, Rio Grande do Sul. Com isso, utilizaram-se como métodos a pesquisa bibliográfica, exploratória sobre o processo de controle nos gastos das rotas de transporte, descritiva com a interpretação dos fatos e problemas, e por fim um estudo de caso realizado com o gestor da empresa. Pode-se ainda complementar que por meio das informações levantadas com o gestor na empresa sobre os custos totais das rotas e/ou da rede de transportes, foi possível analisar quais seriam as rotas mais viáveis e mais lucrativas para a empresa em questão, podendo assim apresentar a otimização dos resultados como formas de minimizar os custos do transporte com diferentes origens e destinos, e com isso a implantação dos resultados na empresa.

**Palavras-chave:** Rede de transporte, Programação Linear, Controle de gastos.

**ABSTRACT**

This study shows a problem of programming of transport networks with application of linear programming method in a company of transport in Santa Rosa city, Rio Grande do Sul state. With this, it was used bibliographic researches and exploratory about the control process of spending with the transport routes, descriptive with the interpretation of facts and problems, and to the end a case study, realized with the manager of company. It is possible to complement that by the information found with the manager of the company about of the total costs of the routes or transport networks it was possible analyze what are the more viable routes and more lucrative to the studied company, in this way being possible show the optimization of the results as forms of minimize the costs of transport with different origins and destinations and with this the implantation of the results in the company.

**Keywords:** Transport network, Linear Programming, Spending Control

## 1 INTRODUÇÃO

No cenário atual de constante mudança e rapidez na relação entre as empresas e seus respectivos consumidores, percebe-se muitos problemas com a entrega dos produtos, falhas e custos muito altos que ocasionam transtornos para a distribuição. Além disso, encontram-se problemas de transporte quando se precisam enviar produtos de um local de para outro. Assim, é de extrema importância minimizar o custo para transportar um bem de um destino para o outro, bem como minimizar os custos por meio de métodos e soluções tais como a programação linear.

Neste sentido, Lisboa (2002) afirma que a Pesquisa Operacional transformou-se em um mecanismo ainda mais utilitário e de fácil entendimento, principalmente, devido ao desenvolvimento de computadores e programas de apoio, que facilitam a resolução de problemas e podem abranger um número amplo de variáveis. Esses problemas podem ser exibidos em forma de modelos, cujas equações podem ser lineares ou não lineares, de modo que as primeiras podem ser denominadas de Programação Linear (PL), sendo largamente adotadas.

Segundo Bronson (1985, p. 3) a Programação Linear traz como princípio fundamental “esquematizar os problemas através de uma equação, denominada de função objetivo, cujo intuito é a minimização (custos, despesas, etc.) ou maximização (receita, lucro, etc.) da mesma, dependendo de um número finito de variáveis de entrada”.

Desta maneira, pode-se afirmar que o problema de transporte consegue ser desenvolvido como um problema de programação linear, sendo necessário para tanto, primeiramente a identificação do problema para por fim se formular um modelo que poderá ser utilizado na resolução do mesmo.

O assunto abordado neste trabalho é o problema de programação de redes de transporte, que visa apresentar o problema de programação de transporte em uma empresa do município de Santa Rosa, Rio Grande do Sul, determinando o modelo ótimo de transporte que irá minimizar o custo deste processo, sujeito as restrições de demandas. Com informações da pesquisa operacional, da gestão logística e o impacto na aprendizagem das organizações, o objetivo deste estudo é dizer ao proprietário qual a melhor forma de distribuir suas viagens, qual a melhor rota a ser seguida de acordo com as informações levantadas.

Portanto, o presente artigo visa demonstrar como a programação linear pode ser utilizada, sendo considerada uma importantíssima ferramenta de suporte à tomada de decisão, visando à otimização dos resultados na empresa Transportes Thume Ltda. O trabalho foi estruturado de forma a abordar em seu referencial teórico acerca da logística, os modais de transporte, focando-se principalmente no terrestre, que é o estudado e tratará bem como das redes de transporte, identificando-se assim os principais conceitos e características para por fim retratar um modelo prático e educativo de solução, empregando-se exercícios e técnicas descritas.

Para tanto será dado destaque ao recurso chamado Solver, disponível na planilha eletrônica do Excel. A pesquisa realizou-se através de estudo de caso na empresa Transportes Thume Ltda. Também utilizado como método, o bibliográfico, com referências em livros e artigos. Obteve-se a entrevista com o gestor, mostrando seguidamente o resultado da viabilidade da resolução do problema de programação de transporte.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

A partir deste tópico, será apresentado o que autores conceituados sobre a temática da pesquisa mencionam a respeito, bem como teorias e conceitos.

## 2.1 LOGÍSTICA

Atualmente percebe-se que todos os setores de uma organização exigem uma boa administração e de que a mesma seja capaz de estabelecer prioridades para a organização, visando qualidade nos serviços prestados.

É isso não é diferente quando se trata da logística, Caxito (2011 p.2) aponta que “a logística representa o elo entre todas as expectativas geradas pelos demais departamentos, sejam eles Vendas, Marketing, Finanças, Custos, Pesquisa e Desenvolvimento, Produção ou todos os setores que, somados, visam a um mesmo objetivo.” Percebe-se que independente de departamento, a logística está sempre presente e a disposição.

Zanon (2008 p. 11) mostra que:

A logística inclui, entre os balizadores operacionais a agilidade e a redução do tempo de realização das atividades. Faz da rapidez, da precisão no atendimento e da viabilização dos fluxos um diferencial no desempenho dos profissionais nas organizações. A logística busca eliminar o tempo de espera, diminuir faltas, reduzir o tempo de recebimento dos pedidos, possibilita diminuir o número de produtos ou artigos por pedidos, proporciona maior frequência das entregas e as respectivas reduções nos custos de carga, descarga, transporte, entrega, armazenagem, gestão de estoques enfim custos gerais de gestão.

O sistema logístico inclui aprimorar e flexibilizar com planejamento, implementação e controle eficiente das transações logísticas. Novaes (2001, p.36) que a logística é considerada “o processo de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente o fluxo e a armazenagem de produtos, bem como os serviços [...], cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do consumidor”. A logística surgiu há vários anos atrás e vem sendo aprimorada ao longo dos anos, as empresas vão inovando com ela, vão percebendo a importância de ter um processo de logística eficiente e inovam nos colaboradores para ter competitividade com o mercado.

De acordo com Zanon (2008) fica evidenciado que os objetivos, os princípios e os valores são os que dão a “missão” de logística nas empresas. Os principais objetivos da logística são:

- a) Preço baixo nas compras, reduzir os custos também é elevar a produtividade e eficiência dos recursos;
- b) Ter um alto Giro, permitindo ter redução de custo nos estoques;
- c) Baixo custo de aquisição e posse, com eficiência nas compras e boa negociação;
- d) Continuidade de fornecimento, com regularidade, confiabilidade e ter boas relações com os fornecedores;
- e) Critérios para escolher o fornecedor, com parceria, qualidade se faz uma boa negociação.
- f) Consistência na qualidade, ter um padrão constante na qualidade do serviço ou produto.
- g) Baixo custo administrativo e de pessoas, vale a pena investir na gestão de pessoas para obter melhores resultados.
- h) Desenvolvimento de pessoas, ter um bom trabalho de liderança faz um diferencial na organização.

É preciso identificar o que acrescenta valor e o que acrescenta custo. O detalhamento de um conjunto de objetivos principais busca melhorar a configuração das atribuições de cada grupo de objetivos.

Ainda segundo Ballou (2001) a logística é como um processo que inclui todas as atividades que são de suma importância para a disponibilização de bens e serviços ao consumidor, o que torna ela como uma parte do processo da cadeia de suprimentos.

Para um bom gerenciamento da logística é preciso englobar vários conceitos, como de fluxo de caixa, de compras da matéria prima, das produções, transformações, compreendendo todo o gerenciamento do transporte para chegar até o consumidor final (CHING 2009). A logística sob âmbito gerencial, para ela ser essencial, deve possuir as seguintes características Ching (2009 p.19):

**Perfil de senioridade:** o sistema logístico necessita possuir um nível de responsabilidade e autonomia que lhe propicie o máximo de importância em relação aos outros sistemas da organização, sendo necessário, portanto, que seus responsáveis se reportem aos mais altos escalões da organização;

**Comunicação transparente e fluida:** a comunicação entre a logística e os demais departamentos deve dar-se da maneira mais perfeita e otimizada possível, não podendo haver morosidade ou incoerências de informação;

**Serviço ao cliente:** como a logística visa, como uma missão, à satisfação ao cliente, ela deve ser conduzida sem se medir esforços dentro do sistema logístico. O cliente é a razão de existir dentro da organização;

**Trabalho em equipe:** é um ponto chave na filosofia logística, que visa, entre outras coisas, derrubar barreiras e minimizar conflitos internos, para a perfeita integração dos departamentos e, como consequência a otimização de processos e informações que maximizarão a eficiência do setor logístico e sua tão grande importância dentro da organização;

Essas informações descritas acima, faz com que o processo dentro da empresa se torne mais flexível e ágil, que elas encontram maiores soluções e assim menores custos para a logística da organização.

Percebe-se que a logística é uma área de suma importância nas organizações, promovendo a disponibilização do produto/serviço ao cliente no momento necessário. A empresa participando no processo de tomada de decisão, cada vez mais nota-se que a logística participa com capacidade produtiva do seu negócio.

## 2.2 MODAIS DE TRANSPORTE

Com a globalização e as novas exigências do mercado, as empresas estão tendo que se aperfeiçoarem ocasionando o aumento da competitividade e concorrência entre as mesmas. Em busca do aprimoramento, procuram satisfazer os atuais clientes e atrair novos consumidores, desta maneira, o transporte dos produtos pode ser considerado de suma importância para a satisfação do cliente, de forma que a mercadoria adquirida chegue ao seu destino final com o prazo de entrega e a qualidade de acordo com o acordado entre as partes envolvidas. Assim sendo, Nazário destaca:

As principais funções do transporte na logística estão ligadas basicamente às dimensões de tempo e utilidade de lugar, ou seja, disponibilizar produtos onde existe demanda em potencial, dentro do prazo adequado às necessidades do cliente, para que, seja atingido um dos objetivos da logística, que é o produto certo, na hora certa, no lugar certo ao menor custo possível (2000, p. 126).

Bem sabemos que os meios de transporte são de suma importância para a formação do PIB (Produto Interno Bruto) visto que, é através deste deslocamento que escoam todas as riquezas produzidas em um país. Apesar disso, Fleury, Wanke e Figueiredo destacam que:

O transporte é, em geral, responsável pela maior parcela dos custos logísticos, tanto numa empresa, quanto na participação dos gastos logísticos em relação ao PIB em nações com relativo grau de desenvolvimento. Por essas razões, existe uma preocupação contínua para a redução de seus custos. Dentro dessas iniciativas, cabe destacar a integração entre os diversos modais de transporte, também conhecida como intermodalidade, e o surgimento de operadores logísticos, ou seja, de

prestadores de serviços logísticos integrados, capazes de gerar economias de escala ao compartilhar sua capacidade e seus recursos de movimentação com vários clientes (2009, p. 125).

Buscando inovar nos meios de transportes de cargas e passageiros e reduzir os custos tanto com combustível como manutenção, entre outros gastos, é que o autor Caxito comenta:

Com o controle remoto de pesos, fluxos e volumes, aumenta-se a segurança, reduz-se custos e incrementa-se produtividade e lucro. Tudo isso caminha para o modo de transporte intermodal como se faz em países desenvolvidos, o que resulta em fretes menores, aumentando a rentabilidade das empresas e do país, pois com fretes menores pode-se dar vazão às exportações de suas riquezas com preços mais competitivos (2011, p. 196).

De acordo com Rodrigues (2004, p.31), “os modais utilizados para se efetuar um transporte podem ser rodoviário, ferroviário, dutoviário, aquaviário e aéreo.” Em relação à relevância, segundo Fleury, Wanke e Figueiredo “a importância relativa de cada modal pode ser medida em termos de quilometragem do sistema, volume de tráfego, receita e natureza da composição do tráfego” (2009, p. 129). A tabela 1 resume a estrutura de custos fixos-variáveis de cada modal.

Tabela 1: Estrutura de custos para cada modal

- 
- Ferroviário
    - altos custos fixos** em equipamentos, terminais, vias férreas etc.;
    - custo variável baixo**.
  - Rodoviário
    - custos fixos baixos** (rodovias estabelecidas e construídas com fundos públicos);
    - custo variável médio** (combustível, manutenção etc.)
  - Aquaviário
    - custo fixo médio (navios e equipamentos);
    - custo variável baixo** (capacidade para transportar grande quantidade de tonelagem).
  - Duto viário
    - custo fixo mais elevado** (direitos de acesso, construção, requisitos para controles das estações e capacidade de bombeamento);
    - custo variável mais baixo** (nenhum custo com mão-de-obra de grande importância).
  - Aeroaviário
    - custo fixo alto** (aeronaves e manuseio e sistemas de carga);
    - alto custo variável** (combustível, mão-de-obra, manutenção etc.).
- 

Fonte: Fleury, Wanke, Figueiredo (2009)

Pode-se perceber que com o crescimento da economia mundial o mercado torna-se competitivo, aumentando o intercâmbio de mercadorias e pessoas entre os países, fator este que pode ser considerado de suma importância para o cenário produtivo. Porém, com o aumento de participantes, a busca por uma logística eficiente cresce constantemente.

No Brasil, há uma grande necessidade de melhoria no processo logístico, em especial ao transporte. A malha logística brasileira apresenta vários aspectos que prejudicam a eficiência e a distribuição e armazenagem dos produtos, problemas estes que afetam propriamente o custo brasileiro e colaboram negativamente para o processo de desenvolvimento econômico do país. Assim sendo, Fleury, Wanke e Figueiredo, acentuam que:

No Brasil ainda existe uma série de barreiras que impedem que todas as alternativas modais, multimodais e intermodais sejam utilizadas da forma mais racional. Isso é reflexo do baixo nível de investimentos verificado nos últimos anos com relação à conservação, ampliação e integração dos sistemas de transporte. Apesar de iniciativas como o plano Brasil e o processo de privatização de portos e ferrovias, pouca coisa mudou na matriz brasileira, podendo-se perceber a forte predominância

no modal rodoviário que prejudica a competitividade em termos de custo de diversos produtos, como é o caso das *commodities* para exportação (2009, p. 130).

Em relação aos modais de transporte, Caxito (2011, p. 198) saliente que, “na escolha do meio mais adequado ao transporte, é necessário estudar todas as rotas possíveis, estudando os modais mais vantajosos em cada percurso. Deve-se levar em conta critérios como menor custo, capacidade de transporte, natureza da carga, versatilidade, segurança e rapidez.” Ainda conforme este autor, cada um dos modais apresenta as suas vantagens e desvantagens sendo que algumas são adequadas para determinado tipo de mercadorias e outras não (CAXITO 2011).

É preciso que levemos em conta na hora de selecionarmos o modal, por exemplo, a natureza e as características da mercadoria; o tamanho do lote; as restrições dos modais; a disponibilidade e a frequência do transporte; o tempo de trânsito; o valor do frete; o índice de faltas e/ou avarias (taxa de sinistralidade) e o nível de serviço prestado (RODRIGUES, 2007, p.29).

Cada um desses modais tem suas particularidades que os tornam mais ou menos vantajosos. Neste sentido, abaixo serão descritos os modais de transporte, detalhando as suas principais características, vantagens e desvantagens de modo que se dará maior enfoque ao modal rodoviário, objeto deste estudo, e o mais utilizado.

## 2.2.1 Transporte Rodoviário

Segundo Ballou (2001, p. 124), “o modal de transporte rodoviário é aquele realizado através de rodovias por caminhões, carretas, entre outros.” Mesmo sendo considerado o modal mais utilizado, pode-se perceber que a maioria das rodovias brasileiras se encontra em péssima qualidade, prejudicando o transporte de cargas que podem chegar ao destino com atrasos e até, dependendo da carga transportada, esta pode estragar se não for bem conservada durante o seu transporte.

Em relação às características do transporte rodoviário, Caxito destaca:

O transporte rodoviário na América do Sul é regido pelo Convênio sobre Transporte Internacional Terrestre – firmado entre Brasil, Argentina, Bolívia, Chile, Paraguai, Uruguai e Peru, na cidade de Santiago, em 1989. Esse convênio regulamenta os direitos e as obrigações no tráfego regular de caminhões em viagens entre os países consignatários. No Brasil, algumas rodovias ainda apresentam estado de conservação ruim, o que aumenta os custos com manutenção dos veículos. Além disso, a frota é antiga e sujeita a roubo de cargas (2011, p. 199).

Em relação às vantagens e desvantagens deste modal, o autor ainda enfatiza as seguintes:

**-Vantagens:** adequado para curtas e médias distâncias; simplicidade no atendimento das demandas e agilidade no acesso às cargas; menor manuseio da carga e menor exigência de embalagem; o desembarço na alfândega pode ser feito pela própria empresa transportadora; atua de forma complementar aos outros modais, possibilitando a intermodalidade e a multimodalidade; permite as vendas do tipo entrega porta a porta, trazendo maior comodidade para exportador e importador.

**-Desvantagens:** fretes mais altos em alguns casos; menor capacidade de carga entre todos os outros modais e menos competitivo para longas distâncias (CAXITO 2011, p. 199).

De acordo com Rodrigues “o transporte rodoviário é um dos mais simples e eficientes dentre seus pares. Sua única exigência é existirem rodovias. Porém, este modal apresenta um

elevado consumo de combustível (tonelada de óleo diesel por quilômetro transportado)” (2007, p. 49). Em relação à composição do frete, Caxito destaca:

O frete no transporte rodoviário é calculado sobre o peso (tonelada) ou por volume (metro cúbico), mas o mais comum em cargas completas é que seja estipulado um preço fechado por veículo. Podem ser cobradas também taxas adicionais, como a *ad valorem*, para mercadorias de alto valor, taxa de expediente, para cobrir despesas com emissão de documentos e o custo do seguro rodoviário obrigatório (2011, p. 200).

Se fizermos uma análise, podemos observar que o modal rodoviário é que interliga os demais modais. Destaca-se por proporcionar entrega porta-a-porta de modo que não se tem a necessidade de carga ou descarga entre origem e destino, além da rapidez na entrega da carga em curta distância, porém o frete ainda pode ser considerado muito alto levando em consideração a quantidade de pedágios e concessões existentes nas rodovias brasileiras, o custo de manutenção das estradas também se torna elevado e ainda podem tornar-se grandes inimigos da qualidade do ar devido à fumaça. Mesmo manifestando algumas desvantagens, este continua sendo o modal mais usado para o transporte de pequenas distâncias e de produtos de utilização imediata.

### 2.3 REDE LOGÍSTICA

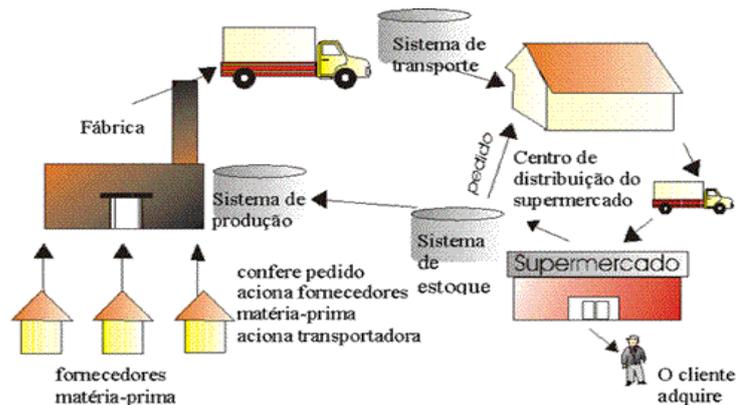
A rede logística tem como objetivo principal mostrar o espaço físico dos pontos de origem e destino das mercadorias bem como a distribuição dos produtos da fábrica até o consumidor final. Segundo Novaes (2001), em sua origem, o conceito de logística estava essencialmente ligado às operações militares. Ao decidir avançar suas tropas seguindo uma determinada estratégia militar, os generais precisavam ter, sob suas ordens, uma equipe que providenciasse o deslocamento, na hora certa, de munição, víveres, equipamentos e socorro médico para o campo de batalha.

Para Alvarenga e Novaes (2000 p.51),

O conceito de rede pode ser bastante abstrato: um conjunto de nós (pontos de origem ou destino) que devem ser atendidos através de ligações (meios de transporte existentes), nas quantidades preestabelecidas, etc. O setor de marketing da empresa quase sempre possui uma visão abstrata da rede: conhece os canais de distribuição, os clientes e suas localizações, e sabe que os produtos devem ser deslocados desde as fábricas e armazéns até eles. Sabe também que determinados prazos devem ser respeitados e que os custos logísticos devem ser mantidos relativamente baixos, sob pena de provocar a reação do setor de finanças.

A rede logística e seu processo de distribuição do produto e entrega ao cliente final pode ser representada pela figura a seguir:

Figura 1: Logística, Gestão de Estoques e Sistemas de Informação: Instrumentos Imprescindíveis para Eficiência.



Fonte: Ortolani (2001)

Na figura acima podemos notar o ciclo da rede logística e seus processos, onde o produto parte do produtor para fábrica segue para a distribuição ou para os mercados, até chegar ao consumidor final.

## 2.4 REDE DE TRANSPORTE

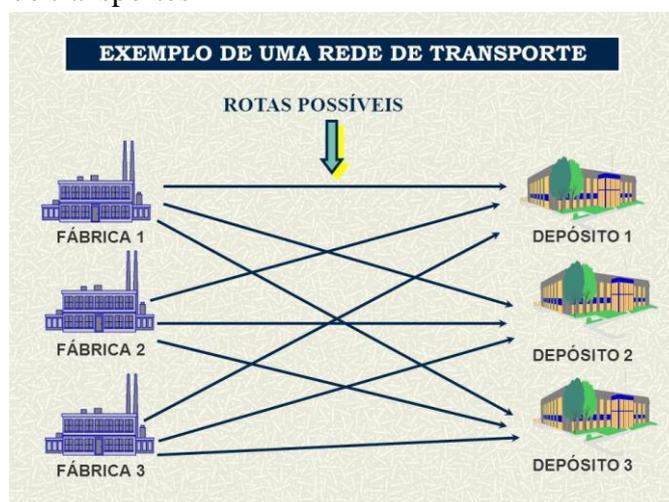
Todo o processo apresenta falhas e erros inesperados, mas que precisam ser reparados para que o cliente não saia prejudicado. Para isso as empresas devem oferecer uma estrutura e um local de acordo com as exigências do mercado.

Segundo Ballou (2001 p. 482):

O problema de configuração de rede trata da especificação da estrutura ao longo da qual os produtos fluem desde os pontos de origem até os centros de demanda. Isso requer a determinação das instalações a serem usadas, se é que alguma o será; quantas serão as instalações necessárias; onde localizá-las; os produtos e clientes a elas atribuídos; os serviços de transporte utilizados entre elas; os fluxos de produtos a partir da fonte, entre instalações e na distribuição aos clientes; e os níveis de estoques mantidos nas instalações.

Para melhor entendimento de como funciona uma rede de transportes, a seguir podemos observar a seguinte figura.

Figura 2: Rede de transportes



Fonte: ANDRADE (2004)

Rede de transporte pode ser definida como uma cadeia voltada para o fluxo de suas mercadorias. Segundo Ballou (2001 p. 482), seja qual for o processo utilizado pelo profissional ou gerente de logística/cadeia de suprimentos para configurar a rede de instalações e definir o fluxo de produtos através dela, precisará de dados, ferramentas computacionais e um processo de análise capaz de conduzir a um projeto eficiente de rede.

Observando todo o processo e analisando as rotas possíveis, chega-se à conclusão de que para se ter uma eficiente rede de transporte deve-se em primeiro lugar ter o direcionamento correto dos produtos e o cuidado de armazenagem, bem como a instalação dos produtos até o destino final.

### 3 METODOLOGIA

Segundo Gil (2010), este estudo é fruto de desenvolvimento com pesquisas bibliográfica, exploratória, descritiva e um estudo de caso. Como pesquisa bibliográfica, procura-se explicar um problema a partir de referências teóricas publicadas em documentos, para o estudo utilizou-se pesquisas em livros, artigos, teses e materiais da internet (BERVIAN E CERVO, 2002). Abordou-se também como pesquisa descritiva, por considerara utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados (GIL, 1991). Definiu-se ainda como exploratória, que para Kauark (2010 p. 28) “objetiva a maior familiaridade com o problema, tornando-o explícito, ou à construção de hipóteses”. Malhotra (2001) afirma que essa pesquisa fornece critérios sobre a situação-problema enfrentada pelo pesquisador e sua compreensão a cerca dela. Como tipo de exploração, será realizado o estudo de caso, que conforme Kauark (2010 p. 29) “envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento”. Assim, o estudo buscou informações detalhadas sobre as práticas de transporte adotada na empresa Transportes Thume Ltda.

Segundo os métodos mencionados, a coleta e a análise de dados se deu por meio de uma entrevista com o gestor da organização, Minayo (2002) considera que a entrevista pode ser de natureza individual e/ou coletiva, o pesquisador busca, através deste recurso, obter informações que denunciam a realidade que está sendo investigada. A entrevista com o gestor aconteceu de forma clara e objetiva, com informações sobre o problema de programação de redes de transporte.

Posteriormente a entrevista, analisou-se o conteúdo através da interpretação de informações obtidas com a resposta da entrevista realizada, analisado quais as rotas mais lucrativas para a empresa. Além disso, realizou-se a otimização das rotas com a utilização da programação de redes de transportes. Para tanto, utilizou-se a ferramenta Solver do Excel. Este método é um programa que possui a resolução de sistemas lineares que controla a instabilidade numérica de máquina por meio da Computação Verificada, ainda pode-se observar que o método solver assegura a exatidão de uma resolução com um custo mais baixo possível (ZIMMER, KRÄMER 2008).

Neste trabalho utilizou-se o método solver afim de diminuir os custos de transporte da organização, buscando compreender as rotas mais lucrativas, para que o empresário possa ter as informações necessárias para a tomada de decisão de quais são os trajetos que possibilitam a organização obter um melhor resultado, conforme será apresentado a seguir nos resultados.

### 4 RESULTADOS E CONCLUSÕES

Nesta seção serão delineadas breve explanação sobre a empresas, sua gestão e custos a serem analisados, bem como a rede de transportes atualmente desenvolvida pela empresa. Além disso, realiza-se a aplicação do modelo de programação linear atrelado a redes de transportes e

são discutidas seus principais impactos na gestão logística e na aprendizagem organizacional da empresa.

#### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E ESTRUTURA DE CUSTOS

Fundada em 23 de outubro de 2013 na cidade de Santa Rosa – RS, a Transportes Thume Ltda, empresa foco deste estudo, trabalha com prestação de serviços de transportes de produtos alimentícios refrigerados. Embora a fundação da mesma seja recente, o proprietário possui mais de 25 anos de experiência nesse tipo de serviço.

No que se refere à gestão, o proprietário é quem faz toda a análise, controles de custos, demandas, etc. e conta com um colaborador, responsável pelo controle de informações e emissão de conhecimento de transportes e também com o auxílio de um escritório de contabilidade.

A rede de transportes desta empresa envolve as cidades de Santa Rosa (RS), Santo Ângelo (RS), Júlio de Castilhos (RS), Rio Grande (RS), Nova Santa Rita (RS) e Itajaí (SC), verificando assim qual o melhor desempenho da relação entre os custos e a quantidade a ser transportada. Para esta análise, foram levantados os custos da empresa, conforme tabelas a seguir:

Quadro 1: Custo anual de transporte (aproximado)

Variáveis	Custo	Unidade
Depreciação	R\$ 15.000,00	Ano
Manutenção geral	R\$ 20.000,00	Ano
Manutenção(pneus)	R\$ 28.800,00	Ano
Manutenção(lubrificantes)	R\$ 2.400,00	Ano
Manutenção (limpeza)	R\$ 4.200,00	Ano
Motorista	R\$ 30.000,00	Ano
Custos administrativos	R\$ 14.400,00	Ano

Fonte: Proprietário da empresa (2016)

De acordo com o Quadro 1, os custos de maior montante anual são relacionados ao pagamento de salários e benefícios sociais ao motorista e manutenção de pneus do caminhão, manutenção geral e depreciação decorrente do caminhão, carroceria e demais equipamentos. Por outro lado, os menores custos estão associados a pequenas manutenções, como lubrificantes e limpeza do veículo.

Quadro 2: Média de custo de transporte por km rodado (aproximado)

Variáveis	Custo	Unidade
Depreciação	R\$ 0,23	Km
Manutenção geral	R\$ 0,30	Km
Manutenção(pneus)	R\$ 0,44	Km
Manutenção(lubrificantes)	R\$ 0,04	Km
Manutenção (limpeza)	R\$ 0,06	Km
Combustível	R\$ 1,28	Km
Motorista	R\$ 0,46	Km
Custos administrativos	R\$ 0,22	Km
<b>Total</b>	<b>R\$ 3,03</b>	<b>Km</b>

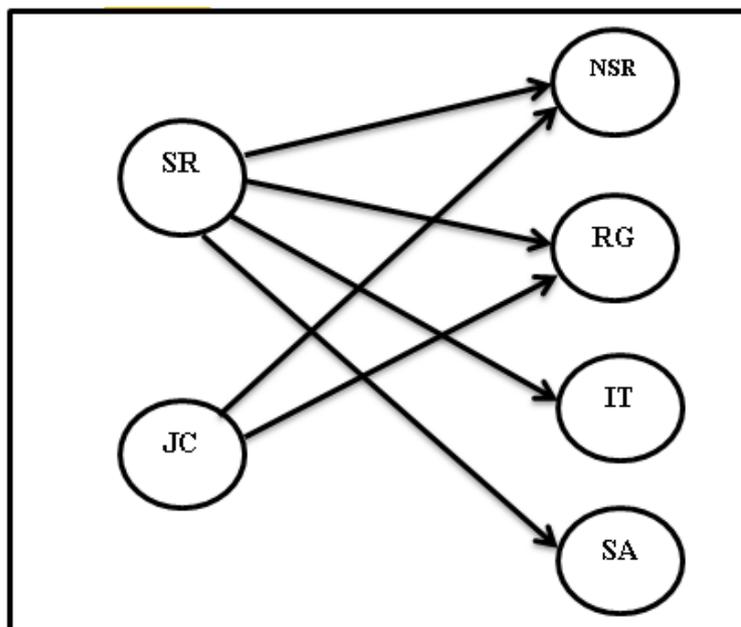
Fonte: Proprietário da empresa (2016)

O Quadro 2 apresenta os índices de custos para poder ter uma média genérica de custo por quilômetro rodado. Para chegar a esse valor, de R\$ 3,03 por quilômetro rodado, foram analisados os custos, de forma individual em relação à quantidade média total de quilômetro rodado em um ano, considerando então um total anual de 65.000 quilômetros.

Através destes custos, juntamente com a análise das principais rotas que a empresa faz, para atender ao objetivo proposto, o método de análise utilizado é o de “Problema de programação em redes de Transportes”. Segundo Alvarenga e Novaes (2000, p.51) a rede de transportes/ logística “é um conjunto de nós (pontos de origem ou destino) que devem ser atendidos através de ligações (meios de transporte existentes), nas quantidades pré-estabelecidas”.

Desse modo, abaixo segue a representação da rede de transporte foco deste estudo que visa facilitar a visualização e a compreensão das características do sistema e seguem também as cidades mencionadas com as respectivas abreviaturas: Santa Rosa (SR), Santo Ângelo (SA), Júlio de Castilhos (JC), Rio Grande (RG), Nova Santa Rita (NRS), Itajaí (IT).

Figura 3: Rede de transportes da empresa



Fonte: Elaborado pelos próprios autores (2016)

Na figura 1, é possível observar como se estrutura a rede da Transportes Thume Ltda, que de acordo com o empresário essas são as principais rotas executadas semanalmente pela empresa. Abaixo segue a relação de custos de acordo com cada rota:

Quadro 3: Custo atual por rota

De		Para		Custo	Unidade (kg)	Custo por rota
Nó	Cidade	Nó	Cidade			
1	Santa Rosa/RS	3	Nova Santa Rita/RS	R\$ 0,07	23000	R\$ 1.515,00
1	Santa Rosa/RS	4	Rio Grande/RS	R\$ 0,07	27000	R\$ 1.939,20
1	Santa Rosa/RS	5	Itajaí/SC	R\$ 0,10	27000	R\$ 2.605,80
1	Santa Rosa/RS	6	Santo Ângelo/RS	R\$ 0,01	22000	R\$ 166,65
2	Júlio de Castilhos	3	Nova Santa Rita/RS	R\$ 0,04	28000	R\$ 1.011,55
2	Júlio de Castilhos	4	Rio Grande/RS	R\$ 0,04	0	R\$ -
2	Júlio de Castilhos	5	Itajaí/SC	R\$ 0,09	0	R\$ -
2	Júlio de Castilhos	6	Santo Ângelo/RS	R\$ 0,02	26000	R\$ 501,33
				<b>Custo total</b>		R\$ 7.739,53

Fonte: Elaborado pelos próprios autores (2016)

De acordo com o Quadro 3, são as rotas de Santa Rosa - Rio Grande e Santa Rosa - Itajaí, que necessariamente não são as únicas rotas com uma quantidade maior de carga, mas sim as maiores distâncias, pois conforme relação de distâncias apresentadas no Quadro 5 (distâncias aproximadas para fins de cálculos), estas já mencionadas são as maiores:

Quadro 4: Oferta e demanda atual

Nó	Cidade	Fluxo Líquido	Oferta Demanda
1	Santa Rosa/RS	-99000	-99000
2	Júlio	-54000	-54000
3	nova Santa Rita/RS	51000	51000
4	Rio Grande/RS	27000	27000
5	Itajaí/SC	27000	27000
6	Santo Ângelo	48000	48000
Oferta + demanda			0
<b>Custo Total</b>			R\$ 7.739,53

Fonte: Elaborado pelos próprios autores (2016)

O Quadro 4 apresenta a relação entre a oferta e a demanda atual da empresa, isto é antes da aplicação da otimização das melhores rotas serem aplicadas e abaixo segue a relação entre origens e destinos para a análise posterior.

Quadro 5: Distâncias entre origens e destinos da rede de transportes

Origem	Destino	Distância
Santa Rosa	Nova Santa Rita	500 km
Santa Rosa	Rio Grande	640 km
Santa Rosa	Itajaí	860 km
Santa Rosa	Santo Ângelo	60 km
Júlio de Castilhos	Nova Santa Rita	310 km
Júlio de Castilhos	Rio Grande	350 km
Júlio de Castilhos	Itajaí	730 km
Júlio de Castilhos	Santo Ângelo	140 km

Fonte: Elaborado pelos próprios autores (2016)

Em contrapartida, comprovando sobre os custos relacionados às distâncias, as rotas que apresentam menores custos são as de Júlio de Castilhos – Santo Ângelo e de Santa Rosa – Santo Ângelo que são as mais curtas e em relação a quantidade, esta é similar a outros trajetos.

Através das informações de custos e da rede de transportes informados pelo proprietário, foi possível analisar sobre a aplicação do método anteriormente mencionado para poder compreender qual seriam as rotas mais viáveis ou, em outras palavras, lucrativas para a empresa em questão.

#### 4.2 APLICAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR NAS ROTAS

Conforme já salientado, o método utilizado foi o de “Problema de programação linear em redes de Transportes”, onde foi proposto um modelo que objetivou criar situações que melhor se ajustam com a realidade encontrada na empresa no que se refere à análise e efetiva prática das rotas feitas atualmente pela mesma, visando minimizar os custos do transporte com os diferentes pontos de partida e destinos já mencionados.

A partir do momento em que for apresentado ao empresário, este poderá transferir este conhecimento ao seu colaborador, para que o mesmo faça a análise das rotas e possa fazer esse controle.

Após a aplicação do método baseando-se nas informações coletadas, obtiveram-se os resultados a seguir:

Quadro 5: Resultado obtido

Nó	Cidade	Fluxo Líquido	Oferta Demanda
1	Santa Rosa/RS	-77000	-77000
2	Júlio	-24000	-24000
3	Nova Santa Rita/RS	23000	23000
4	Rio Grande/RS	27000	27000
5	Itajai/SC	27000	27000
6	Santo Ângelo/RS	24000	24000
	Oferta + demanda		0
		<b>Custo Total</b>	R\$ 5.496,99

Fonte: Elaborado pelos próprios autores (2016)

Conforme apresentado em Quadros anteriores, torna-se evidente a redução de custos que podem ser obtidos através da análise a partir da aplicação do método de programação linear. Nota-se que as ofertas somadas as demandas também se alteraram e conforme evidenciado e mencionado anteriormente, as rotas mais viáveis são as mais curtas, pois as demandas não se alteram muito, mas as distâncias sim, o que conseqüentemente alterará os custos afetando os resultados da empresa.

Desse modo, com essa aplicação o empresário pode reduzir seus custos em R\$ 2.242,44 na sua rede de transportes, sendo que antes do método o seu custo total era de R\$ 7.739,53 e após a aplicação diminuíram para R\$ 5.496,99.

No momento em que for exposto o resultado do estudo ao empresário, este poderá compartilhar este conhecimento com seu colaborador, para que este possa efetivamente aplicar

na prática, ou então analisar as melhores rotas de acordo com as demandas para que os custos a cada viagem sejam otimizados, consequentemente tendo uma maior lucratividade.

## 5 CONCLUSÕES

Para a conclusão deste trabalho, foi possível apresentar o problema de programação de transporte da empresa Transportes Thume Ltda do município de Santa Rosa do Estado do Rio Grande do Sul, determinando qual o modelo de transporte para minimizar o custo deste processo. Mostrando e aplicando formas de processo dentro da empresa que se tornasse mais flexível e ágil, e que encontrariam maiores soluções e assim menores custos para a logística da organização, com isso foi possível demonstrar ao proprietário qual a melhor e mais viável rota para dividir suas viagens.

Para obtenção das informações levantadas acerca do assunto, foi realizada a coleta e a análise de dados, a qual se deu por meio de uma entrevista com o gestor da organização, analisou-se o conteúdo através da interpretação de informações obtidas com a resposta da entrevista realizada. Além disso, realizou-se a otimização das rotas com a utilização da programação de redes de transportes.

O estudo foi realizado para melhorar os processos de transporte da empresa no que se refere ao custo anual de transporte, a média de custo de transporte por km rodado, custos por rota e por fim os resultados obtidos, apresentado através de quadros e tabelas com dados apresentados pelo gestor da empresa Transportes Thume Ltda.

Portanto, conclui-se que a rede de transportes/ logística é um conjunto de nós (pontos de origem ou destino) que devem ser atendidos através de ligações (meios de transporte existentes), nas quantidades pré-estabelecidas, e que através desse conhecimento e de sua aplicação foi considerável a redução de custos obtidos através da análise e aplicação do método de programação linear e que rotas mais viáveis são as mais curtas, que consequentemente alterarão os custos, afetando os resultados da empresa.

## 6 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Com este estudo e observações, pode-se compreender a dinâmica de uma rede de transportes de uma pequena empresa, que embora não seja extremamente complexa, esta apresentou algumas peculiaridades, justamente em função de a mesma ser pequena.

Destaca-se como uma principal limitação para a realização deste estudo, o fato de o empresário não ter seus controles de custos de forma digital. A empresa controla os mesmos de forma eficiente e satisfatória, porém apenas em meio físico.

Assim, o que tornou este estudo viável foi a acessibilidade ao empresário, que foi muito aberto para transmitir todas as informações necessárias, bem como solicitou retorno dos resultados encontrados, para analisar a viabilidade de mudança em sua empresa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, Antonio C. e NOVAES, Antonio Galvão N. Logística aplicada. 3.Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

ANDRADE, Eduardo L. de. **Introdução à pesquisa operacional**. 3ª ed. Rio de Janeiro. LTC. 2004. Disponível em < <http://slideplayer.com.br/slide/1758949/>> Acesso em 20 jun. 2016.

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

BERVIAN, P.A; CERVO, A.L. **Metodologia Científica**.5º.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2002.

BRONSON, Richard. **Pesquisa operacional**. São Paulo: McGraw do Brasil, 1985.

CAXITO, Fabiano. **Logística, um enfoque prático**/ Fabiano Caxito(coord.). São Paulo: Saraiva, 2011.

CHING, **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada- Supplychain**/ Hong YuhChing. – 3.ed. – 5. Reimpr. –São Paulo: Atlas, 2009.

FLEURY, Paulo Fernando; WANKE, Peter; FIGUEIREDO, Kleber Fossati. **Logística empresarial: a perspectiva brasileira**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GIL, Antonio Carlos, 1946- **Como elaborar projetos de pesquisa**/ Antonio Carlos Gil. – 5. Ed.- São Paulo: Atlas, 2010.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

KAUARK, Fabiana. **Metodologia da pesquisa: guia prático** / Fabiana Kauark, Fernanda Castro Manhães e Carlos Henrique Medeiros. – Itabuna: Via Litterarum, 2010.

LISBOA, E.F.A. Pesquisa Operacional. Rio de Janeiro, 2002. (Apostila do Curso de Pesquisa Operacional). Disponível em: <[www.ericolisboa.eng.br](http://www.ericolisboa.eng.br)>. Acesso em: 08 jun. 2016.

LISBOA, E.F.A. Pesquisa Operacional. Rio de Janeiro, 2002. (Apostila do Curso de Pesquisa Operacional). Disponível em: <[www.ericolisboa.eng.br](http://www.ericolisboa.eng.br)>. Acesso em: 08 jun. 2016.

MALHOTRA, Naresh. **Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada**. 3º.ed. – Porto Alegre: Bookman, 2001.

MINAYO, M. C. de S.(org.). **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**.3º.ed.Petrópolis: Vozes, 2002.

NAZÁRIO. P. **Intermodalidade: Importância para a logística e Estágio Atual no Brasil**. Rio de Janeiro: Copped, 2000.

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

ORTOLANI, Luiz Fernando Balim. **Logística, Gestão de Estoques e Sistemas de Informação: Instrumentos Imprescindíveis para Eficiência**, 2001. Disponível em<<http://www.batebyte.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1572>>. Acesso em 04 jun. 2016.

RODRIGUES, P. R. A. **Introdução aos sistemas de transporte no Brasil e a logística Internacional**. São Paulo: Aduaneiras, 2004.

RODRIGUES, Paulo Roberto Ambrosio. **Introdução aos sistemas de transporte e à logística internacional**. 4. ed. São Paulo: Aduaneiras, 2007.

ZANON, Edemar José. **Logística**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2008.

ZIMMER, M.; KRÄMER, W. Fast (Parallel) **Dense Linear Interval Systems Solver in C-XSC Using Error Free Transformations and BLAS**. In **Numerical Validation in Current Hardware Architectures**. IBFI, Schloss Dagstuhl, Germany. 2008. Disponível em <<http://drops.dagstuhl.de/opus/volltexte/2008/1436/>> acesso em 11 jun. 2016.