

REDEFINIÇÃO DE ROTAS DE TRANSPORTE PARA DISTRIBUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS PARA TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

José Carlos Villela Lemos

Orientador: Paulo Sérgio de Arruda Ignácio

Curso de Especialização em Gestão da Cadeia de Suprimentos e Logística

Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transporte (LALT)

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC)

Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

RESUMO

A redução de custos logísticos é fundamental para tornar as empresas mais competitivas no mercado atual. A área de transportes, dada a sua relevância nesses custos, necessita constantemente rever sua estratégia de distribuição de produtos, focando sempre na otimização de suas atividades. O presente trabalho visa analisar e redefinir as rotas de transporte para distribuição de equipamentos de um centro de distribuição, de uma empresa concessionária de energia elétrica, ao longo dos almoxarifados sob sua responsabilidade, assim como aplicar a consolidação de cargas e definir o melhor tipo de rede de transporte a ser adotado, obtendo com isso, o menor custo para o transporte dos materiais. Os ganhos apresentados nesse estudo, através da análise em separado de dois roteiros distintos atendidos pelo centro de distribuição, apontaram pela viabilidade da aplicação das seguintes metodologias: consolidação de cargas temporal na partida, aplicação da roteirização pelo método de “varredura” e redefinição de roteirização com aplicação de nova rede de distribuição.

ABSTRACT

The reduction of logistics costs is fundamental to make enterprises more competitive in today's market. The transport area, given its relevance in these costs, constantly needs to review its product distribution strategy, and always focus on optimizing its activities. This study aims to analyze and define the transportation routes for equipment distribution from an electric utility company, over the warehouses under their responsibility, as well as applying the loads consolidation and to find the best type of network transportation to be adopted, thus obtaining the lowest cost for the materials transportation. The gains presented on this study by analyzing two apart distinct routes serviced by the distribution center, showed the application feasibility of the following methods: temporal loads consolidation at start up, application of routing using sweep method and routing reset with new network distribution application.

1. INTRODUÇÃO

O setor elétrico nacional vem nos últimos anos passando por constantes modificações e dificuldades causadas por problemas gerados tanto nas esferas regulatória e política, como também problemas devido às mudanças climáticas, o que vêm afetando diretamente a produção de energia das usinas hidrelétricas por conta da atual crise hídrica que atinge boa parte do território brasileiro.

Tais problemas acabam por atingir diretamente as receitas das empresas de energia tanto públicas como privadas, fazendo com que as mesmas tenham que rever constantemente seus processos e investimentos futuros.

As revisões de processos e investimentos são os grandes desafios que as empresas do setor têm enfrentado para atingir a busca na melhoria de seus serviços, assim como a redução de seus custos, de forma a gerar mais receitas e se manter competitivas e sólidas no mercado nacional.

1.1. Objetivo

O objetivo deste trabalho é avaliar as rotas de transporte para distribuição de equipamentos de transmissão de energia, assim como propor melhorias no processo desse transporte, de tal forma a reduzir seu custo final.

1.2. Problema da pesquisa

A partir de 2012, com a implementação da Medida Provisória 579, convertida na lei 12.783 de 11/01/2013, muitas empresas do setor elétrico nacional viram-se na necessidade de reduzir suas receitas com o objetivo de obter a prorrogação de concessões de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica pelo prazo de até 30 anos. Tal medida fez com que as empresas do setor se reestruturassem de forma a adequar seus custos à nova realidade tarifária do setor.

Com isso, a empresa concessionária de energia elétrica, já em 2013, fez uma nova reestruturação no seu organograma, onde, para o caso da área de Suprimentos, alguns almoxarifados que até então eram de responsabilidade exclusiva da área de Operação, passaram a ser gerenciadas por ela. Essa reestruturação também envolveu a redução da mão de obra da companhia, com uma tendência a diminuir cada vez mais seu quadro de funcionários para os próximos anos.

O trabalho está limitado à área de atuação do CD (Centro de Distribuição) Campinas, responsável em atender o suprimento principalmente das unidades localizadas nos estados de São Paulo e Paraná. Tal CD é responsável atualmente pela gestão de almoxarifados localizados nas subestações de energia elétrica de Tijuco Preto, Ibiúna, Itaberá, Ivaiporã e Foz do Iguaçu, sendo as três primeiras localizadas no estado de São Paulo e as duas últimas no estado do Paraná.

1.3. Justificativa

Os fornecimentos de equipamentos novos adquiridos para atender a área de atuação do CD Campinas, em sua grande maioria, por força de contratos e definição da área de compras junto aos fornecedores, são distribuídos diretamente ao próprio CD para posterior distribuição aos demais almoxarifados sob sua responsabilidade. Alguns materiais/equipamentos mais específicos de uso exclusivo de cada almoxarifado, normalmente são entregues pelos fornecedores, diretamente ao almoxarifado requisitante.

Considerando o exposto acima, e também a limitação que alguns almoxarifados possuem de espaço (área de armazenagem), alguns equipamentos/materiais recentemente adquiridos ou em estoque no CD Campinas, são trasladados aos almoxarifados por meio de caminhão com rota fixa de forma a atender aos pedidos de transferências de materiais (para suprir o estoque de determinado almoxarifado) e solicitações de reservas da área de Operação (para aplicação direta na manutenção). Os caminhões também atendem algumas subestações de energia, as quais não possuem almoxarifados, mas que eventualmente necessitam da receber e despachar materiais para as diversas áreas da empresa, como é o caso das subestações de Mogi das Cruzes e de Guarulhos, dentro da área de atuação do CD Campinas. Em muitos casos, de forma a aproveitar os caminhões que passam por esses almoxarifados e subestações, os materiais destinados para alienação são encaminhados ao CD Campinas para venda dos equipamentos desativados do sistema elétrico, muito embora tal alienação possa ser realizada no próprio local de desativação do equipamento (ex. um Transformador de Corrente desativado da instalação de Foz do Iguaçu, não necessita ser enviado para Campinas).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Gestão de Transporte

O aumento da competitividade vem exigindo cada vez mais das empresas, nos mais variados setores da economia, uma cadeia produtiva bem planejada, com mais eficiência e eficácia. Com isso as reduções de custos, dos níveis de estoque, dos prazos de entrega e aumento da qualidade no cumprimento do prazo são constantemente cobradas pelas empresas.

É importante destacar que no trabalho proposto, o modal a ser trabalhado é essencialmente rodoviário, face às características da região onde estão localizados os armazéns e às dificuldades de uso dos demais modais existentes.

O transporte, dentro da Gestão Integrada da Logística, é um dos itens com o mais alto custo logístico, devendo ser criteriosamente analisado, de forma a diminuir seus gastos, com a busca constante na otimização de suas operações. A movimentação de cargas absorve de um a dois terços dos custos logísticos (Ballou, 2006). Esse custo do transporte é muito variável, porém em várias literaturas há sempre o enfoque do alto custo que tal atividade (transporte) representa dentro da cadeia de suprimento.

Os custos de transporte são influenciados basicamente pelos seguintes fatores econômicos: distância (sendo este o que tem maior influência no custo, pois afeta os custos variáveis), volume, densidade, facilidade de acondicionamento, facilidade de manuseio, responsabilidade e mercado (Bowersox e Closs, 2001 apud Faria, A.C e Costa, M.F.G., 2011).

Portanto, adequar a necessidade de transporte de mercadorias com o menor custo possível e no tempo adequado ao cliente é um dos grandes desafios para a gestão de transporte.

2.2. Redes de Transporte

Dentre os modelos de rede de transporte utilizados, que usam principalmente o modal rodoviário, pode-se destacar: *Milk Run*, *Cross-Docking*, *Merge-Docking* e Rede de Embarque Direto. No quadro 1, abaixo, é apresentado detalhamento dos três primeiros modelos.

Quadro 1: Modelos de Rede de Transporte

Tipos de redes	Definição	Vantagens
<i>Milk Run</i>	O sistema de rota <i>Milk Run</i> é aquele em que um caminhão tanto realiza entregas de um único fornecedor para múltiplos destinos, ou vai de múltiplos fornecedores para um único destino. Esse último é muito utilizado pela indústria automobilística, com o uso de veículos sob sua responsabilidade.	A implantação do sistema <i>Milk Run</i> possibilita a entrega de pequenos lotes de forma eficiente, fazendo com que os níveis de estoques dos materiais sejam baixos e economizando no custo da armazenagem. Possibilita também uma maior agilidade e flexibilidade no processo.
<i>Cross-Docking</i>	O sistema de rota do tipo <i>Cross-Docking</i> é uma operação de logística integrada (warehouse e transporte) na qual a carga é montada no CD para ocupar um caminhão FTL (<i>full truckload</i> – “caminhão cheio”), visando ser transbordada diretamente para veículos menores de entrega, sem nova armazenagem e em local mais próximo dos clientes.	Tal operação de transporte reduz o custo do transporte já que pequenas quantidades de mercadorias são embarcadas mais próximas do destino final em caminhões menores, com carga fracionada. Pela concepção dessa operação verifica-se também que há uma otimização do uso da mão de obra e dos equipamentos existentes nas áreas de movimentação dos CDs. Outra grande vantagem é que o local de transição da mercadoria dos caminhões FTL para os de LTL (<i>less than truckload</i> – “caminhão não carregado totalmente”) não precisa ser muito grande já que as cargas podem seguir diretamente aos caminhões de distribuição, não necessitando de uma área de armazenagem.
<i>Merge-Docking</i>	O sistema <i>Merge-Docking</i> também é uma operação de logística integrada (warehouse e transporte) onde um CD ou ponto de armazenagem avançado (próximo ao consumo) mantém os produtos de alto giro. Para o caso dos produtos de baixo giro, os mesmos são mantidos no Centro de Distribuição principal (ou na origem) e enviados em operação de <i>Cross-Docking</i> no momento em que é solicitado pelo mercado.	O principal objetivo desse processo é a redução do espaço de armazenamento de um determinado ponto avançado, diminuindo ao mesmo tempo o custo do inventário do processo. É um processo que busca a otimização na distribuição dos produtos, possibilitando maior controle e redução dos estoques e também a redução de custos de transporte, ficando o produto de baixo giro junto ao CD principal até que o mesmo seja demandado a determinado outro ponto.

Fonte: Braga (2014)

2.3. Roteirização

Considerando que a atividade de transporte absorve boa parte dos custos dentro da área de logística, a atenção com tal atividade torna-se uma constante para as empresas que buscam continuamente a otimização e a redução de custos nesse seguimento.

Dentre os vários tópicos para a decisão sobre os transportes podemos destacar como uma das principais a roteirização de veículos.

Restrições realistas para a Roteirização e Programação de Veículos (RPV), representam, ainda mais nos dias de hoje, uma maior complexidade para elaboração de uma ótima solução de

roteirização. Embora muitas literaturas façam comentários acerca de vários softwares comerciais existentes, as mesmas são enfáticas em frisar que os modelos desenvolvidos são limitados, pois não conseguem atingir a otimização do problema da roteirização, principalmente por serem métodos de solução heurísticos.

Segundo Ballou (2006), os 8 (oito) princípios para uma boa Roteirização e Programação de Veículos – RPV são:

- i. Carregar caminhões com volumes destinados a paradas que estejam mais próximas entres si;
- ii. Paradas em dias diferentes devem ser combinadas para produzir agrupamentos concentrados;
- iii. Comece os roteiros a partir da parada mais distante do depósito;
- iv. O sequenciamento das paradas num roteiro de caminhão deve ter forma de lágrima;
- v. Os roteiros mais eficientes são aqueles que fazem uso dos maiores veículos disponíveis;
- vi. A coleta deve ser combinada nas rotas de entrega em vez de reservada para o final dos roteiros;
- vii. Uma parada removível de um agrupamento de rota é uma boa candidata a um meio alternativo de entrega;
- viii. As pequenas janelas de tempo de paradas devem ser evitadas.

Podemos destacar que o sétimo princípio acima (vii) dá como diretriz que paradas isoladas dos agrupamentos dos pontos de entrega, principalmente as que possuem “baixo volume”, são representativas a um custo de mais tempo do motorista e despesas do veículo. A utilização de veículos menores para cuidar dessas paradas pode revelar-se mais econômica, dependendo da distância e dos volumes envolvidos. A utilização de transporte terceirizado seria uma boa alternativa nesses casos (Ballou, 2006).

Dentre os métodos heurísticos de roteirização podemos destacar o de “varredura” e o das “economias”.

O método de “varredura”, considerado como um dos mais simples, consiste basicamente em se traçar uma reta a partir do centro de distribuição, e a partir da mesma, girar no sentido anti-horário até a interseção da primeira parada, verificando se em tal parada a capacidade do veículo poderá ser ultrapassada. Caso a resposta seja negativa, continua-se com a rotação da linha até a próxima parada, fazendo-se a mesma pergunta (nesse caso já considerando o volume acumulado) e assim sucessivamente. Quando a resposta for positiva, deve-se excluir a última parada dessa varredura e define-se o roteiro. O próximo roteiro começa pela última parada, repetindo-se a mesma sequência anterior e assim sucessivamente, até que toda varredura dos pontos de parada sejam contemplados. Em seguida, para cada roteiro definido se faz a sequência das paradas de forma a minimizar as distâncias, podendo-se adotar o método da forma de lágrima ou a adoção de algum algoritmo. Na figura 1 é apresentado um exemplo de roteirização utilizando o método de “varredura”.

A viabilidade de aplicação do método de “varredura” ocorre quando:

- a) Cada carga em uma determinada parada é apenas uma fração da capacidade do veículo;
- b) Todos os veículos possuem o mesmo tamanho;
- c) Não há restrições de tempo nos roteiros estabelecidos.

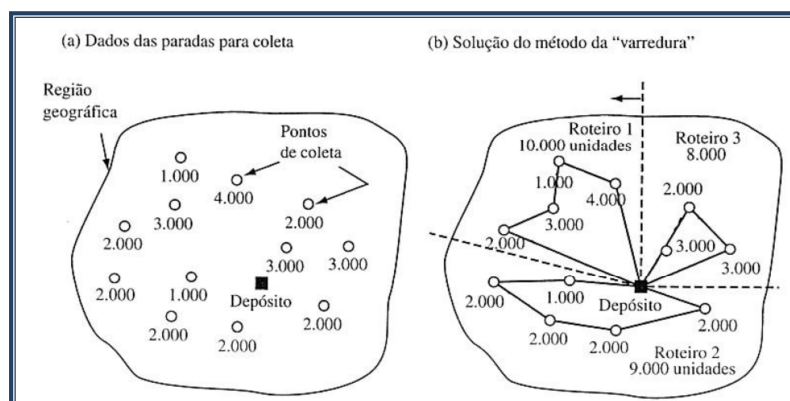


Figura 1: Exemplo de roteirização usando o método de "varredura". Fonte: Adaptado de Ballou (2006).

No caso do método das "economias" (também conhecido como método heurístico de Clarke e Wright), segundo Ballou (2006), mais complexo e sofisticado que o de varredura, tem como objetivo principal minimizar a distância total percorrida por todos os veículos e indiretamente minimizar o número de veículos necessários para atender todas as paradas. Tem mais flexibilidade que o método de "varredura", pois considera a capacidade do veículo, tempos de parada, etc.

Quanto às tecnologias existentes no mercado para roteirização, como softwares específicos para tal fim, verifica-se nos materiais pesquisados, que o roteirizador é muito explorado principalmente em empresas que trabalham com cargas fracionadas e com rotas abertas. No universo dos Sistemas de Gerenciamento de Transportes, os softwares roteirizadores podem ser adaptados ao mesmo, como módulos específicos, tornando a solução para esses sistemas ainda mais completa, já que os mesmos podem incorporar funcionalidades específicas (Banzato, 2005). A utilização da plataforma SIG (Sistemas de Informações Geográficas), também conhecida como GIS, vinculada aos roteirizadores, vem também a ser uma boa ferramenta complementar para a definição de rotas. Com a localização precisa dos pontos de entrega *a priori*, esses sistemas permitem economia de tempo de procura de endereços, reduzindo assim a necessidade de horas extras ou adiamento da entrega (Corrêa, 2010).

2.4. Consolidação de cargas

A consolidação de cargas consiste em criar grandes carregamentos, a partir de vários outros pequenos, com o objetivo de obter economia de escala no custo dos fretes e aumentar o nível de serviço ao cliente (Tyan et alli, 2003 apud Portogente, 2015). A consolidação de carga propicia redução do custo de transporte, pela utilização da *box rate* (rateio em função da fração de contêiner ocupado); concorrência entre agentes consolidadores, com transferência de parte das reduções de valor de frete obtidas junto aos transportadores, via ampliação dos serviços prestados ou reduções nos próprios preços; e oferta de infraestrutura operacional de transporte mais ágil e eficiente (Lopez, 2000 apud Portogente, 2015).

Conforme Ballou (2006), a consolidação de pequenos fretes em fretes maiores é uma maneira fundamental de conseguir custo menor de transporte por unidade de peso. A consolidação de cargas pode ser obtida, normalmente, de quatro maneiras, a saber:

- *Consolidação do estoque:* nessa maneira de consolidação, cria-se um estoque específico para satisfação de uma demanda, o que permite a inclusão de embarques de volume maior, até mesmo de carga completa, no estoque;

- *Consolidação do veículo*: nesse caso, em que as coletas e entregas envolvem quantidades inferiores às de carga completa, insere-se mais de uma coleta ou entrega no mesmo veículo para maior eficiência do transporte;
- *Consolidação do armazém*: tal consolidação objetiva viabilizar as condições do transporte para grandes volumes a longas distâncias e o transporte de carga de pequeno porte a curtas distâncias;
- *Consolidação temporal*: neste caso, os pedidos dos clientes são retidos até se tornar viável uma remessa única, ao invés de realizar vários despachos de pequeno porte.

3. MÉTODO

O método de estudo de caso que será utilizado na pesquisa é composto, segundo BRANSKI; FRANCO; LIMA JR. (2010), por cinco etapas que são delimitação da pesquisa, desenho da pesquisa, preparação e coleta de dados, análise dos casos de forma individual e comparativa e elaboração dos relatórios. O método aplicado neste trabalho é um estudo de caso exploratório.

Baseando-se nessa estrutura, este estudo tem como proposição o rearranjo das rotas de distribuição dos equipamentos elétricos, assim como aplicar a consolidação de cargas e definição de melhor rede de transporte a ser aplicado em determinados casos, baseando-se na possibilidade de implantação futura de almoxarifados de autoatendimento. Para isso serão coletados os dados da empresa e será feito um esboço da situação atual. Através desse cenário e por meio da aplicação dos conceitos de roteirização, consolidação de cargas e redes de transporte, será simulado o cenário futuro. Os dados coletados foram obtidos através de questionário junto à área de transporte da empresa, baseando-se nas últimas movimentações dos caminhões de linha que atendem as duas rotas em estudo (Foz do Iguaçu e São Paulo). O período analisado foi de janeiro a setembro de 2015, obtendo as informações através das notas fiscais e averbações de cargas, que subsidiaram a análise da pesquisa, tais como: número de viagens, tipo de veículo utilizado, carga transportada, peso transportado, capacidade utilizada na carroceria, valores do custo de viagem, entre outras informações importantes para o estudo.

A consolidação de cargas será amplamente analisada no trabalho, comparando a situação atual de envio de pequenas cargas ou com veículos não completos, para operações mais otimizadas, considerando o princípio da economia de escala, ou seja, o custo de transporte unitário diminui na medida que o volume da carga aumenta (Faria, A.C e Costa, M.F.G., 2011).

Serão analisadas, as chamadas linhas de atendimento do CD Campinas, conforme detalhamento abaixo:

a) *Linha Foz do Iguaçu*:

Atende as unidades de Itaberá, Ivaiporã e Foz do Iguaçu, caracterizadas por serem unidades com distâncias acima de 300 km do CD Campinas.

Para essa linha, será aplicado o método de consolidação de cargas temporal com o objetivo de diminuição do número de viagens e, conseqüentemente, a redução do custo desse atendimento. Será verificado o tempo de espera necessário para que tal consolidação se efetive. Também será feita uma análise da roteirização, considerando a possibilidade de atendimento remoto de umas das unidades da rota por outra unidade de maior porte, através da aplicação de outro tipo de rede para atendimento a essas unidades.

b) *Linha São Paulo:*

Tal linha atende as unidades de Ibiúna, Guarulhos, Mogi e Tijuco Preto, com distâncias inferiores a 180 km do CD Campinas.

Também para essa linha será aplicado o método de consolidação de cargas temporal de forma a reduzir o número de viagens realizadas entre o CD e as demais unidades, assim como a aplicação do método de “varredura” para a definição dos roteiros mais adequados para o atendimento a essa linha.

4. APLICAÇÃO PRÁTICA

4.1. Perfil da empresa

A empresa em estudo atua nas áreas de geração e transmissão de energia elétrica, contando atualmente com um complexo de 17 usinas hidrelétricas e 2 termelétricas, totalizando uma potência nominal de 12.621 MW. Seu sistema de transmissão de energia é composto de cerca de 20.000 km de linhas de transmissão, interligadas a várias Subestações, atingindo atualmente oito estados brasileiros e o Distrito Federal.

Entre os empreendimentos operados pela empresa podemos destacar o Sistema de Transmissão de Itaipu, integrado por cinco linhas de transmissão, que cruzam 900 km desde o Estado do Paraná até São Paulo. Este sistema possui três linhas em corrente alternada 750 kV e duas linhas em corrente contínua ± 600 kV, necessárias para contornar o problema de diferentes frequências utilizadas por Brasil e Paraguai. Na figura 2 é apresentado o Sistema de Geração e Transmissão da empresa em estudo.

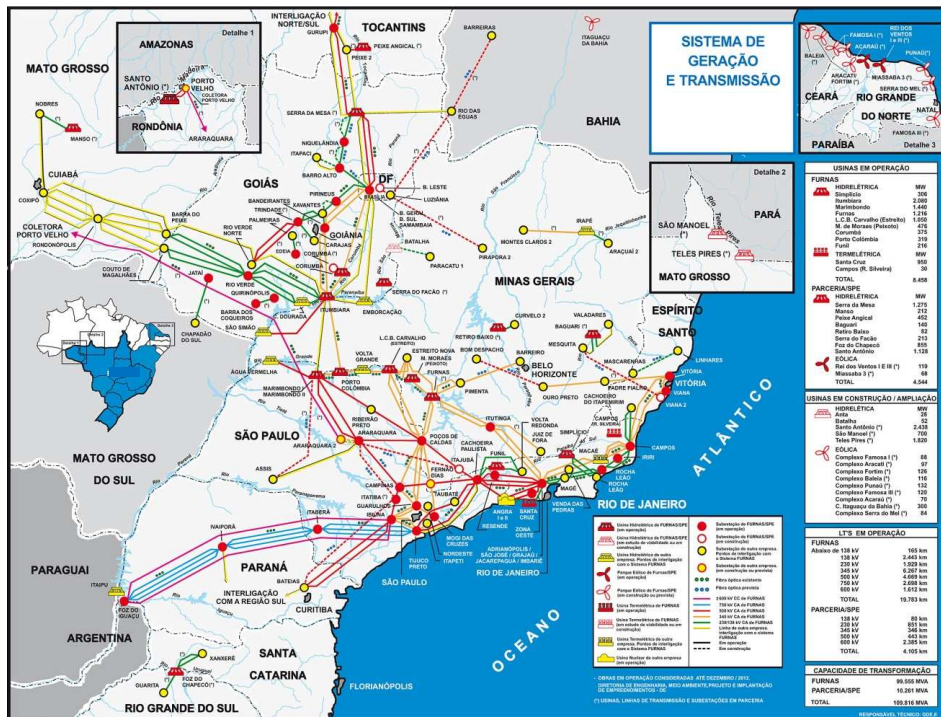


Figura 2: Sistema de Geração e Transmissão. Fonte: Empresa objeto do estudo.

4.2. Perfil dos produtos

Os produtos transportados são bastante heterogêneos, para aplicação no sistema elétrico de potência, onde se transporta desde peças minúsculas como um simples anel de vedação com

menos de 10 mm de diâmetro, até transformadores com mais de 7 metros de comprimento e acima de 10 toneladas. Normalmente os produtos são embalados em caixas de papelão ou madeira, para o devido transporte e proteção dos materiais. Alguns equipamentos, geralmente de maior porte, já ficam estocados devidamente embalados em estruturas de madeira ou metálicas de forma a garantir sua conservação e facilitar o manuseio para o transporte.

4.3. Situação atual

Atualmente o sistema de transporte sob a responsabilidade do CD Campinas atende a duas linhas distintas, conforme já mencionado no item 3: “Linha Foz do Iguaçu” (atende as unidades com distância acima de 300 km do CD) e “Linha São Paulo” (atende as unidades mais próximas ao CD, com distâncias menores de 180 km), as quais são atendidas pelos chamados “caminhões de linha”.

Nesse trabalho será realizada uma análise mais detalhada desses roteiros de forma a propor métodos mais otimizados na roteirização.

4.3.1 Linha Foz do Iguaçu

A linha Foz do Iguaçu é realizada atualmente por transporte contratado. Esse roteiro tem periodicidade mensal e sempre foi realizado desde quando esses almoxarifados eram gerenciados pela área de Operação. Independente do volume ou quantidade da carga, o caminhão que segue esse trajeto normalmente passa pelos almoxarifados do roteiro para descarga ou eventual carregamento de outro material para outro destino qualquer. O tempo total para se realizar a rota é de 36,5 horas.

Na figura 3 segue ilustração da rota atual para a linha Foz.

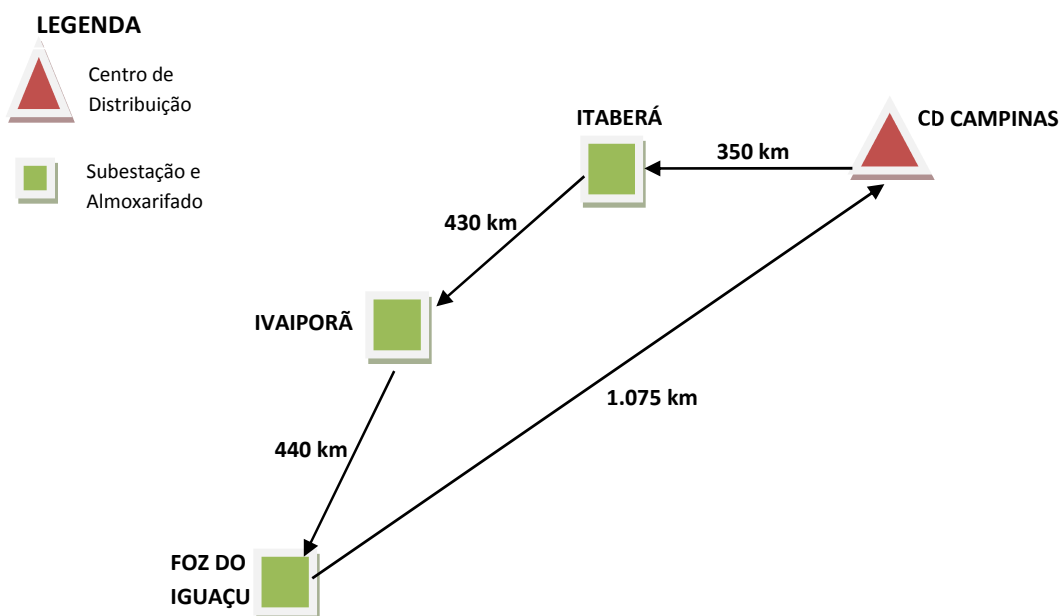


Figura 3: Distribuição dos depósitos e rota da linha Foz do Iguaçu

Na tabela 1 segue o histórico de transporte utilizado no período de janeiro a setembro/2015 para a linha Foz do Iguaçu (período de 9 meses com a realização de 8 viagens). Nas colunas consta o peso (em toneladas) das cargas enviadas para cada almoxarifado (Foz do Iguaçu,

Ivaiporã e Itaberá), assim como o peso total em cada viagem. O caminhão utilizado para tal roteiro é do tipo truck de 14 toneladas. Há também uma coluna onde é demonstrada a capacidade de carga permitida por viagem, adotando-se como premissa a média de 7 toneladas em virtude das condições heterogêneas das cargas, assim como a ocupação estimada do veículo (em %). Nas viagens em que a carga ultrapassou o peso de 7 toneladas, considerou-se que tal carga atingiu a ocupação total do caminhão (100%).

Tabela 1: Viagens mensais da Linha Foz do Iguaçu

MÊS	Tipo de Veículo	Carga para Foz do Iguaçu (tonelada)	Carga para Ivaiporã (tonelada)	Carga para Itaberá (tonelada)	Carga Transportada (tonelada)	Capacidade de carga permitida e ocupação (tonelada / %)
jan/15	Truck – 14 t	0,76	0,38	0,22	1,36	7,0 19%
fev/15	Truck – 14 t	0,20	0,09	9,20	9,49	9,49 100%
mar/15	Truck – 14 t	1,30	0,07	6,30	7,67	7,67 100%
abr/15	Truck – 14 t	4,50	0,13	0,01	4,64	7,0 66%
mai/15	Truck – 14 t	2,70	0,24	0,03	2,97	7,0 42%
jun/15	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-
jul/15	Truck – 14 t	0,18	0,82	0,13	1,13	7,0 16%
ago/15	Truck – 14 t	0,20	1,20	10,30	11,7	11,7 100%
set/15	Truck – 14 t	1,89	0,01	12,40	14,3	14,3 100%
TOTAL		11,73	2,94	38,59	53,26	

Fonte: Setor de transporte da empresa objeto do estudo

4.3.2 Linha São Paulo

Quanto aos almoxarifados de Tijuco Preto e Ibiúna, mais próximos do CD Campinas, os mesmos são atendidos através de caminhão próprio (Linha São Paulo), o qual também atende outras unidades da empresa como as Subestações de Mogi das Cruzes e de Guarulhos. Os roteiros da linha São Paulo, normalmente são: “Campinas-Mogi-Tijuco Preto” e “Campinas-Ibiúna-Guarulhos”, sendo realizados, normalmente, uma vez por semana.

A figura 4 abaixo ilustra os pontos de atendimento para a linha São Paulo, envolvendo o CD Campinas, os almoxarifados de Ibiúna e Tijuco Preto, assim como o atendimento às Subestações de Guarulhos e Mogi.

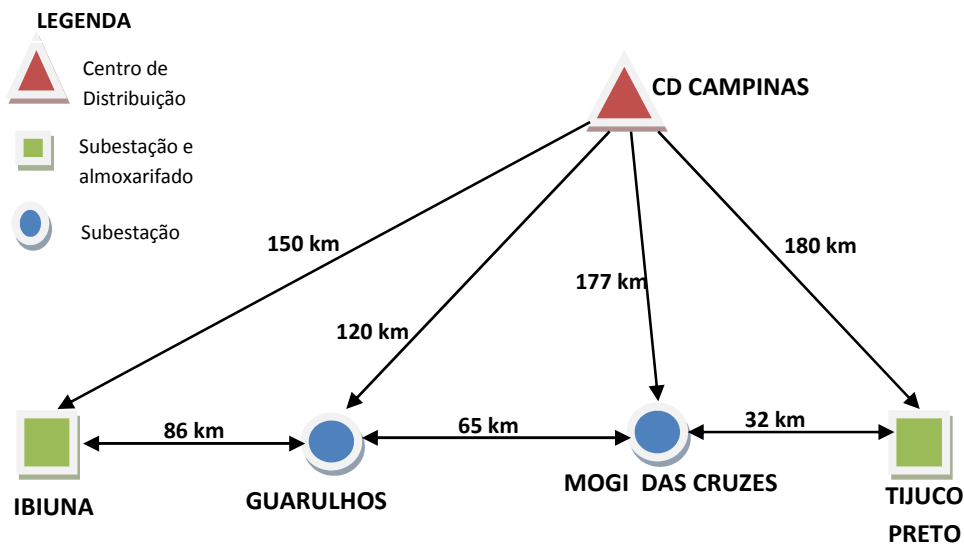


Figura 4: Distribuição dos depósitos para a linha São Paulo

Na tabela 2 constam os roteiros realizados para atender a área São Paulo, de janeiro a setembro/2015 os quais são realizados, de maneira geral, semanalmente, conforme demanda requerida. No período analisado foi realizado um total de 57 viagens, dispostas sequencialmente na tabela. O caminhão utilizado para tal roteiro é do tipo truck de 14 toneladas, igual ao modelo utilizado no roteiro Foz do Iguaçu. Nas colunas da tabela constam as unidades de atendimento em cada roteiro, o peso da carga transportada, em toneladas, e a distância percorrida, em quilômetros, para cada roteiro realizado. Também nessa tabela há uma coluna onde se demonstra a capacidade de carga permitida por viagem, adotando-se como premissa a média de 7 toneladas em virtude das condições heterogêneas das cargas, assim como a ocupação estimada do veículo (em %). Nas viagens em que a carga ultrapassou o peso de 7 toneladas, considerou-se que tal carga atingiu a ocupação total do caminhão (100%).

Tabela 2: Viagens - Veículo da linha São Paulo – Período de jan a set/2015

	ROTEIRO REALIZADO	CARGA (t)	Capacidade de carga permitida / ocupação (t / %)	Distância percorrida (km)		ROTEIRO REALIZADO	CARGA (t)	Capacidade de carga permitida / ocupação (t / %)	Distância percorrida (km)
1	MOGI	0,641	7,0 / 9%	354	31	IBIUNA - GUARULHOS	0,637	7,0 / 9%	356
2	IBIUNA	0,370	7,0 / 5%	300	32	GUARULHOS	0,100	7,0 / 1%	240
3	MOGI - TIJUCO PRETO	2,839	7,0 / 41%	389	33	IBIUNA	0,047	7,0 / 1%	300
4	TIJUCO PRETO	0,056	7,0 / 1%	360	34	TIJUCO PRETO	2,260	7,0 / 32%	360
5	IBIUNA	6,780	7,0 / 97%	300	35	TIJUCO PRETO	0,240	7,0 / 3%	360
6	MOGI - TIJUCO PRETO	0,182	7,0 / 3%	389	36	MOGI - TIJUCO PRETO	0,090	7,0 / 1%	389
7	IBIUNA	8,120	8,1 / 100%	300	37	GUARULHOS	0,300	7,0 / 4%	240
8	MOGI - TIJUCO PRETO	0,184	7,0 / 3%	389	38	IBIUNA	0,400	7,0 / 6%	300
9	IBIUNA	9,460	9,5 / 100%	300	39	MOGI - TIJUCO PRETO	5,480	7,0 / 78%	389
10	GUARULHOS - MOGI	0,113	7,0 / 2%	362	40	IBIUNA	0,044	7,0 / 1%	300
11	MOGI	0,031	7,0 / 1%	354	41	MOGI	0,038	7,0 / 1%	354
12	IBIUNA	0,009	7,0 / 1%	300	42	IBIUNA - GUARULHOS	0,360	7,0 / 5%	356
13	MOGI - TIJUCO PRETO	4,160	7,0 / 59%	389	43	GUARULHOS - MOGI	0,015	7,0 / 1%	362
14	MOGI - TIJUCO PRETO	5,320	7,0 / 76%	389	44	IBIUNA	9,710	9,7 / 100%	300
15	IBIUNA	0,700	7,0 / 10%	300	45	GUARULHOS	0,300	7,0 / 4%	240
16	MOGI - TIJUCO PRETO	4,040	7,0 / 58%	389	46	IBIUNA	0,153	7,0 / 2%	300
17	IBIUNA	3,510	7,0 / 50%	300	47	MOGI	0,055	7,0 / 1%	354
18	GUARULHOS - MOGI - T. PRETO	0,450	7,0 / 6%	407	48	GUARULHOS	0,500	7,0 / 7%	240
19	GUARULHOS	0,090	7,0 / 1%	240	49	IBIUNA	0,300	7,0 / 4%	300
20	TIJUCO PRETO	0,500	7,0 / 7%	360	50	MOGI - TIJUCO PRETO	0,435	7,0 / 6%	389
21	TIJUCO PRETO	0,150	7,0 / 2%	360	51	MOGI	1,100	7,0 / 16%	354
22	TIJUCO PRETO	0,100	7,0 / 1%	360	52	TIJUCO PRETO	2,300	7,0 / 33%	360
23	IBIUNA	0,970	7,0 / 14%	300	53	IBIUNA	5,500	7,0 / 79%	300
24	GUARULHOS - MOGI - T. PRETO	6,502	7,0 / 93%	407	54	IBIUNA	7,560	7,6 / 100%	300
25	IBIUNA	4,700	7,0 / 67%	300	55	MOGI - TIJUCO PRETO	1,210	7,0 / 17%	389
26	MOGI - TIJUCO PRETO	0,333	7,0 / 5%	389	56	IBIUNA - GUARULHOS	0,208	7,0 / 3%	356
27	IBIUNA	7,350	7,4 / 100%	300	57	MOGI - TIJUCO PRETO	1,500	7,0 / 21%	389
28	MOGI	0,370	7,0 / 14%	354		TOTAL	109,21		19.174
29	IBIUNA	0,137	7,0 / 2%	300					
30	TIJUCO PRETO	0,200	7,0 / 3%	356					

Fonte: Setor de transporte da empresa objeto do estudo

4.4. Situação proposta

4.4.1 Linha Foz do Iguaçu – Consolidação de Cargas

A linha da rota Foz do Iguaçu, conforme já relatado, tem periodicidade mensal. No mês de junho, por motivos de greve na empresa, não houve tal transporte. Na tabela 1 verifica-se que o total transportado médio para o período levantado (9 meses) foi de 5,92 toneladas/mês. O caminhão contratado para tal transporte é do tipo truck com capacidade para 14 toneladas. Considerando as características heterogêneas dos materiais transportados (com variadas densidades e volumes), adotamos como a média mais adequada para esse tipo de caminhão o peso de 7 toneladas, o que, em tese, cobre boa parte do volume disponível na carroceria (estima-se o uso de 80 a 100 % do espaço útil). Na figura 5 abaixo é apresentado um exemplo de carregamento com consolidação de cargas, ilustrando os equipamentos heterogêneos utilizados pela empresa, assim como o grau de dificuldade para realizar tal consolidação.

Aplicando-se o método da consolidação de cargas temporal na partida, ao invés de fixar uma periodicidade para tal rota, teremos diminuído o número e o custo de viagens em cerca de 15,5% conforme demonstrado na tabela 3.



Figura 5: Caminhão com consolidação de cargas

Com a aplicação da *consolidação* temporal, o tempo de espera de consolidação ficará em torno de 36 dias, o que corresponderá a um aumento de 6 dias para a realização do início do roteiro comparando-se com a situação atual, cuja periodicidade do roteiro é de 30 dias (1 mês), em média.

Tabela 3: Quadro comparativo com a consolidação temporal para linha Foz do Iguaçu

	Metodologia para transporte	Média de carga caminhão truck	Previsão de carga anual (tonelada)	Número de viagens necessárias/ano	Custo do frete linha Foz por viagem (R\$)	Custo anual do frete (R\$)	Economia
Antes	Periodicidade mensal	5,9 toneladas	71	12,00	8.000,00	96.000,00	-
Proposta	Consolidação de carga temporal na partida	7 toneladas	71	10,14	8.000,00	81.142,86	15,5%

4.4.2 Linha Foz do Iguaçu – Roteirização com nova rede de distribuição

Outra análise que pode ser feita na linha de Foz do Iguaçu é quanto a possibilidade de se remover a parada na unidade de Ivaiporã. Da tabela 1 verifica-se baixa movimentação de carga para esse almoxarifado, correspondendo a 2,94 toneladas, no período de 9 meses analisado, o que representa 5,5% do total da carga transportada. Tal almoxarifado, com a reestruturação da empresa, deverá operar em breve sem almoxarifados fixos, devendo ser de autoatendimento.

Considerando a possibilidade do almoxarifado de Foz do Iguaçu, com uma estrutura maior que o de Ivaiporã, de monitorar e abastecer eventualmente tal almoxarifado, adotando-se o tipo de rede *Merge-Docking*, os produtos comuns aos dois almoxarifados e de baixo giro ficariam em estoque na unidade de Foz, o que também possibilitaria um maior controle e redução dos estoques.

Como as duas unidades pertencem a uma mesma gerência de operação e há transporte de veículos regularmente entre as mesmas, inclusive de caminhões, os envios de materiais, ou retorno dos mesmos poderão ser feitos através desse transporte entre as unidades, fazendo com que o caminhão de linha não precise passar pela unidade de Ivaiporã, adotando-se o

conceito de que uma parada removível de um agrupamento é uma boa candidata a um meio alternativo de entrega (Ballou, 2006).

Com tal proposta, teríamos a seguinte sequência do roteiro para a linha Foz (figura 6):

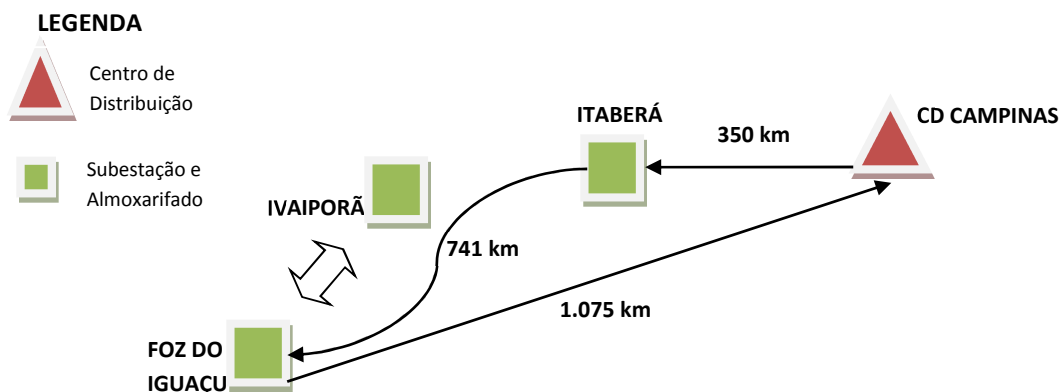


Figura 6: Roteiro da linha Foz do Iguaçu proposto

Na tabela 4, abaixo, segue a comparação da antiga roteirização com a nova proposta para a rota da linha de Foz do Iguaçu:

Tabela 4: Quadro comparativo com nova roteirização para linha Foz do Iguaçu

	Distância Percorrida (km)	Redução da Distância (km)	Tempo Previsto da Rota (horas)	Redução do Tempo da Rota (horas)
Antes	2.295	-	36,5	-
Proposta	2.166	- 129 (5,6%)	33	3,5 (9,6%)

4.4.3 Rota São Paulo - Consolidação de Cargas e Método da Varredura

Verifica-se na tabela 2 uma notável subutilização dos veículos nos roteiros realizados, onde das 57 viagens realizadas, 82% (47 viagens) estavam com carga abaixo de 5 toneladas, o que corresponde a apenas 35 % da capacidade do caminhão utilizado (tipo *truck* de 14 toneladas). A média de carga transportada no período analisado foi de apenas 1,9 toneladas por viagem.

Aplicando-se também o método da consolidação de cargas temporal na partida para as unidades de atendimento (Ibiúna, Guarulhos, Mogi e Tijuco Preto) e simultaneamente analisando as rotas através do método de “varredura”, de forma a atingir a capacidade mais otimizada do veículo, poderemos ter uma redução considerável nas viagens e conseqüentemente nas distâncias percorridas. Para o método de “varredura” é recomendável o início pela unidade de Ibiúna (unidade que possui maior movimentação de material), com a *varredura* aos demais pontos no sentido anti-horário, o que corresponde à seguinte sequência: Ibiúna, Guarulhos, Mogi e Tijuco Preto.

Considerando também, conforme a definição feita no roteiro de Foz do Iguaçu, que a média de carga mais adequada para o tipo de caminhão utilizado nesse roteiro (tipo *truck*) é de 7

toneladas (atingindo a capacidade em torno de 80 a 100% da carroceria), teríamos um número de viagens necessárias bem abaixo do que é realizado atualmente, conforme demonstrado na tabela 5 abaixo.

Com a adoção da consolidação temporal de carga, o tempo de espera de consolidação ficará em torno de 17 dias, o que representa 10 dias a mais de espera em relação à situação atual, cujo tempo médio para atendimento é de 7 dias (periodicidade semanal).

Tabela 5: Quadro comparativo roteirização linha São Paulo

	Metodologia para transporte	Média de carga caminhão <i>truck</i>	Previsão de carga anual (tonelada)	Número de viagens necessárias/ano	km médio rodado por viagem (estimado)	Kilometragem total/ano	Economia
<i>Atual</i>	Periodicidade de atendimento semanal	1,916 toneladas ≈27% da carga útil	146	76,2	336,00	25.536	-
<i>Proposta</i>	Consolidação temporal e Método de Varredura	7 toneladas ≈100% da carga útil	146	20,86	450,00	9.387	63%

Há de se considerar nesse caso que, utilizando-se do método de “varredura” de forma a identificar o melhor momento para fechar um roteiro, poderá haver mais de dois pontos de parada em tal roteiro, o que implicará em custo de pernoite do motorista (roteiro de dois dias).

Na tabela 6 há um comparativo em atender a roteirização das 4 unidades, com o retorno à base (CD Campinas) no primeiro dia, e outra com o fechamento completo do roteiro através da forma de lágrima.

Tabela 6: Quadro comparativo de roteiro com retorno à base e completo

Roteiro	Tempo de viagem e parada (h)	Distância percorrida (km)	Total (km)	Custo fixo/dia (R\$)	Custo variável/km	Custo variável (R\$)	Custo Pernoite (R\$)	Custo total (R\$)
CD-Ibiúna-Guarulhos-CD - 1 dia	7,5	356	745	704,23	1,884	1.403,58	0	2.812,04
CD-Tijuco Preto- Mogi - CD - 1 dia	8,5	389		704,23			0	
Roteiro completo - 2 dias	12	479	479	1.408,46	1,844	902,44	180,00	2.490,90

Custos caminhão tipo truck 14 (t) produtividade de 3.000 km/mês:

- Custo fixo/dia: R\$ 704,23

- Custo variável/km: R\$ 1,884

Da tabela 6, verifica-se a maior viabilidade do roteiro ser feito de maneira fechada (completa) sem o retorno ao CD, comparando com a roteirização envolvendo o retorno ao CD no primeiro dia (valor economizado R\$ 321,14).

4.5. Análise dos resultados

Os ganhos indicados, tanto para a linha Foz do Iguaçu como para a linha São Paulo, apontam pela viabilidade da aplicação da consolidação de cargas na partida (temporal) em relação às roteirizações com periodicidade pré-definida. Principalmente na linha São Paulo a redução da

quilometragem é bastante expressiva. Nessa linha, recomenda-se a adoção da consolidação temporal das cargas e verificação da roteirização pelo método de “varredura”. Tal procedimento representaria uma redução em cerca de 16.149 km/ano (63% de redução), o que equivale a uma economia de R\$ 30.424,72/ano, considerando apenas a economia referente ao km variável do caminhão. Outra condição ainda a se considerar é a disponibilidade maior do caminhão e do motorista para outras atividades/rotas necessárias à empresa. Para o caso da rota de Foz do Iguaçu, com a implantação da consolidação de cargas para início de sua rota, em um ano, o roteiro passaria a ter apenas 10 viagens, ao invés de 12 contratadas como atualmente é realizado.

Também para a roteirização da linha Foz do Iguaçu, adotando-se o autoatendimento da unidade de Ivaiporã com a aplicação do tipo de rede *Merge-Docking*, da tabela 4 verifica-se que, embora a redução da distância e do tempo de duração da rota não seja tão significativa, comparando-se com o roteiro convencional, tal proposta é uma boa alternativa em casos onde há cargas de pequeno volume e peso, com destino a Ivaiporã, e que poderiam ser normalmente atendidas pelo transporte regular da área regional (entre Foz do Iguaçu e Ivaiporã), otimizando tal roteiro. Estima-se, com a adoção também deste tipo de rede, uma redução em cerca de R\$ 600,00 por viagem, o que representaria uma redução total de R\$ 20.964,00/ano para essa linha em questão adotando-se as duas ações propostas (redução de 21,8% do custo total).

Para casos em que haja equipamentos e materiais de maior porte, a rota antiga poderá, excepcionalmente, ser novamente aplicada.

5. CONCLUSÃO

Com a aplicação dos conceitos de roteirização, consolidação de carga e redes de distribuição, a empresa poderá ter significativos ganhos no transporte de seus equipamentos e materiais, na busca otimizada de sua estrutura, sem grandes impactos nos seus níveis de serviço, considerando que os materiais aplicados ao sistema elétrico, em sua grande maioria, são de baixo giro e suportados pelos atuais níveis de estoque. Também devemos considerar que os equipamentos enviados para o atendimento de reservas da manutenção (para aplicação direta) são solicitados com bastante antecedência para sua utilização, com baixo risco de serem impactados pela redução da frequência da entrega nos dois casos em estudo.

Uma forma de mitigar essa pequena perda de nível de serviço seria estabelecer critérios bem definidos para que o solicitante do equipamento insira na sua requisição a data limite para o recebimento de tal equipamento. Essa ação possibilitará à área de transporte uma melhor programação para o envio dos equipamentos às áreas solicitantes, podendo, em alguns casos específicos, finalizar o processo de consolidação de carga para atender a requisição do cliente em tempo hábil. Para tanto, é necessário que a empresa adote procedimentos adequados para a implantação de tais conceitos, o que resultará em uma melhor eficiência operacional, garantindo sua solidez dentro do mercado cada vez mais competitivo e exigente na redução de custos de seus processos.

Tal análise poderá ainda ser estendida a outras linhas de transporte que envolvem a empresa, tanto linhas que interligam os Centros de Distribuição como as roteirizações internas sob a responsabilidade de cada CD.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ballou, R. H. (2006) *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial*. 5ª Edição. Bookman, Porto Alegre.
- Banzato, E. (2005) *Tecnologia da Informação aplicada à Logística*. 3ª Edição. IMAM, São Paulo.
- Braga, Marcius – *Notas de aula da disciplina FEC 617 – Gerência de Transportes do Curso de Especialização em Gestão da Cadeia de Suprimento e Logística – FEC 600*. Unicamp, 2014.
- Branski, R. M., R. A. C. Franco e O. F. Lima Jr. (2010) *Metodologia de Estudo de Casos Aplicada à Logística*.
- BRASIL (2012), Medida Provisória 579/2012 de 11/09/2012 – *Dispõe sobre as concessões de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, sobre a redução dos encargos setoriais, sobre a modicidade tarifária, e dá outras providências*.
- BRASIL (2013), Lei 12.783 (Lei Ordinária) 11/01/2013 - *Dispõe sobre as concessões de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, sobre a redução dos encargos setoriais e sobre a modicidade tarifária*.
- Corrêa, H. L. (2010) *Gestão de Redes de Suprimento: Integrando cadeias de suprimento no mundo globalizado*. Atlas, São Paulo.
- Faria, A. C. de e M. F. G. da Costa, (2011) *Gestão de Custos Logísticos*. 1ª Edição. Atlas, São Paulo.
- Portogente. *Consolidação de Cargas e Operadores Logísticos*. Disponível em <https://portogente.com.br/portopedia/consolidacao-de-cargas-e-operadores-logisticos-72985>. Acesso em 13.out.2015.