

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM LOGÍSTICA ESTRATÉGICA E**  
**SISTEMAS DE TRANSPORTES**

**A PARTIR DA INSTALAÇÃO DE UM NOVO**  
**CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DE UMA**  
**MINERADORA DEFINIR A ESTRATÉGIA DE**  
**DISTRIBUIÇÃO DE ITENS DE MANUTENÇÃO,**  
**REPARO E OPERAÇÃO: um estudo de caso**

**Claudionice Raimunda Crispim**

**Belo Horizonte**

**2015**

**Claudionice Raimunda Crispim**

**A PARTIR DA INSTALAÇÃO DE UM NOVO CENTRO  
DE DISTRIBUIÇÃO DE UMA MINERADORA DEFINIR  
A ESTRATÉGIA DE DISTRIBUIÇÃO DE ITENS DE  
MANUTENÇÃO, REPARO E OPERAÇÃO: um estudo de  
caso**

Trabalho apresentado ao Curso de Especialização em Logística Estratégica e Sistemas de Transporte, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do Título de Especialista em Logística Estratégica e Sistemas de Transporte.

Orientador(a): Prof. Dra. Leise Kelli de Oliveira

Belo Horizonte  
Escola de Engenharia da UFMG

2015

C932p

Crispim, Claudionice Raimunda.

A partir da instalação de um novo Centro de Distribuição de uma mineradora definir a estratégia de distribuição de itens de manutenção, reparo e operação [manuscrito]: um estudo de caso / Claudionice Raimunda Crispim. - 2015.

vi, 26 f., enc.: il.

Orientadora: Leise Kelli de Oliveira.

Trabalho apresentado ao Curso de Especialização em Logística Estratégica e Sistemas de Transporte, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Logística Estratégica e Sistemas de Transporte.

Bibliografia: f.25-26.

1. Logística empresarial. 2. Distribuição de mercadorias. I. Oliveira, Leise Kelli de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.

CDU: 656

## **AGRADECIMENTOS**

A professora Leise e ao professor Leandro pela atenção dada ao longo do Curso.

Aos professores e docentes do curso de Especialização em Logística Estratégica e Sistemas de Transportes da UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais).

Aos colegas da turma CELEST formada em 2014, do curso de Especialização em Logística Estratégica e Sistemas de Transportes da UFMG, um grupo do qual terei ótimas lembranças.

## **RESUMO**

A partir dos anos 1990, diversas mudanças no setor econômico e comercial brasileiro fizeram com que as empresas buscassem novas formas de gerenciamento. Assim, a logística é um diferencial para que os produtos pudessem chegar aos seus destinos com eficiência e com o tempo planejado. O presente trabalho tem por objetivo identificar uma estratégia de distribuição de uma mineradora a partir de um novo Centro de Distribuição que irá substituir os armazéns de cinco unidades operacionais. Os resultados esperados para este trabalho estão principalmente relacionados à criação de rotas capazes de facilitar as entregas e a possibilidade de ganhos nos prazos de entrega e de atendimento aos clientes internos, proporcionando benefícios financeiros para a mineradora com a melhoria do atendimento à produção.

**Palavras-chaves: logística, armazenagem, estratégia de distribuição.**

## **ABSTRACT**

From the 1990s, several changes in the Brazilian economic and commercial sector have caused companies to seek new forms of management. So it was logistics is a differential so that products could reach their destinations efficiently and to plan time. This study aims to identify a distribution strategy of a miner from a new distribution center that will replace the warehouses of five operational units. The expected results for this work are mainly related to creating capable routes facilitate deliveries and the possibility of gains in delivery times and service to internal customers, providing financial benefits for the mining company with improved customer service to production.

**Keywords: logistics, warehousing, distribution strategy.**

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>V</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>VI</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS.....</b>	<b>VII</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 PROBLEMÁTICA.....	1
1.2 JUSTIFICATIVA.....	2
1.3 OBJETIVOS DO TRABALHO.....	3
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	3
<b>2 A IMPORTANCIA DA LOGÍSTICA.....</b>	<b>5</b>
2.1 O OBJETIVO DA LOGÍSTICA.....	6
2.2 CRIAÇÃO DE ROTAS.....	8
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>14</b>
3.1 QUANTO AO TIPO E TÉCNICA.....	14
3.2 UNIDADE DE ANÁLISE.....	14
3.3 FERRAMENTAS DE COLETAS DE DADOS.....	14
3.4 CRITÉRIOS PARA ANÁLISE DE DADOS.....	15
<b>4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>16</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	16
4.2 GESTÃO DOS INTENS MRO NA USIME S/A.....	17
4.3 CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO.....	19
<b>5 RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS.....</b>	<b>21</b>
5.1 ANÁLISE DO PROCESSO ATUAL DE SUPRIMENTO DOS ITENS DE MRO.....	21
5.2 DIFICULDADES E FALHAS.....	21
5.3 PROPOSTA PARA O NOVO PROCESSO DE CENTRALIZAÇÃO DOS ARMAZÉNS.....	22
<b>6 CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>24</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>25</b>

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1: Localização das Unidades/Centro de Distribuição .....	17
Figura 2: Centro de Distribuição em Nova Lima/MG .....	19

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Composição dos Equipamentos .....	18
Tabela 2: Média de Recebimento .....	18
Tabela 3: Tipo de Veículo .....	19
Tabela 4: Definição de Rotas para o novo CD .....	23

## **1. INTRODUÇÃO**

A organização estudada para o desenvolvimento do trabalho é uma empresa global de grande porte, líder na sua área de atuação, aqui sendo chamada de Mineração USIME S/A para preservar a identidade da empresa. Possui um diversificado complexo de atuação voltado para exploração mineral, serviços de logística e energia, diversificando o portfólio de produtos minerais e consolidando a prestação de serviços logísticos.

Neste cenário que se pretende identificar uma estratégia de distribuição dos itens de MRO (Manutenção, Reparo e Operação) a partir de um novo Centro de Distribuição que será construído na cidade de Nova Lima, Minas Gerais. O novo CD terá uma área de aproximadamente 35 mil metros quadrados (equivalente a três campos de futebol como o Mineirão), sendo 15 mil metros para o galpão principal, 1,5 mil metros para o galpão de lubrificação e 15 mil metros para o pátio. Seu estacionamento terá capacidade para 30 caminhões. Os armazéns das cinco unidades que atualmente estão localizados em Nova Lima, Itabirito, Congonhas e Brumadinho serão desativados, todo o estoque e a operação de armazenagem sendo transferidos para o novo CD, possibilitando viabilizar todo o processo de armazenagem e distribuição para cinco unidade.

### **1.1 Problemática**

A indústria da mineração tem grande importância econômica na sociedade brasileira. O valor de sua produção representa 15% do valor da produção mineral brasileira (superada apenas pelo petróleo) Ribeiro Júnior e Curi, 2004. Os mesmos autores colocam que o Brasil ocupa a posição no *ranking* mundial da produção de minério de ferro beneficiado. Assim, as atividades vinculadas ao universo da Logística ganham espaço, principalmente na discussão sobre produtividade, qualidade e redução de custos na indústria mineral.

Contudo a distribuição física dos produtos passou a ocupar um papel de destaque nos problemas logísticos da organização. Seja pelo custo crescente do dinheiro (custo financeiro) que força a redução de estoques, ou pela agilidade do manuseio, transporte e distribuição.

A mineradora preocupada atualmente em racionalizar seus custos logísticos referentes à armazenagem, distribuição, transferência e transporte. Por isso está unificando estrategicamente cinco armazéns localizados em regiões próximas em um único Centro de Distribuição, localizado estrategicamente de para atender as unidades operacionais das cinco minas. Uma vez centralizado, a organização precisará (re)estruturar sua logística de transporte de distribuição.

Frente à unificação dos cinco armazéns, a empresa busca uma distribuição física ágil e eficaz dos materiais. Assim, para uma empresa que possui um CD que atende uma determinada região subdividida em zonas de entrega, propõe-se que haja uma periodicidade prefixada, seja ela diária, semanal, quinzenal, mensal, etc., dependendo das características específicas de cada unidade. A escolha do período em que as visitas se repetem vai depender basicamente de dois fatores antagônicos: de um lado, o atendimento ao cliente, que se sente melhor atendido quando as entregas são mais frequentes; de outro, o custo do transporte para o distribuidor/transportador, que é levado a operar com carregamentos maiores para seus veículos, sendo obrigado a espaçar mais os intervalos entre as visitas sucessivas.

Sendo assim, é necessário que haja uma análise e um planejamento das questões que envolvem a logística do Centro de Distribuição até as cinco unidades, buscando conciliar, racionalização de veículos, economia, segurança, prazos de entrega e atendimento aos clientes dentro do prazo. Dito isso, investiga-se qual é a melhor estratégia de distribuição de MRO, a partir do CD central, considerando a racionalização de custos e a garantia de um nível de serviço adequado às unidades operacionais.

## **1.2 Justificativa**

A centralização dos armazéns que ocorrerá na Mineradora USIME S/A, advém da necessidade de racionalizar seus custos logísticos referente a armazenagem, distribuição, transferência e transporte dos itens de MRO. Neste contexto, a empresa vai unificar os armazéns de cinco unidades em um Centro de Distribuição que está sendo construído na cidade de Nova Lima. Uma vez centralizado, a organização deseja estruturar uma logística de distribuição capaz de atender à cada mina, chamadas na empresa de unidades operacionais.

Desta forma, é necessário que haja uma análise e um planejamento das questões que são envolvidas nesta operação, sendo: roteirização; janelas de recebimento; periodicidade e programação de frotas; distância percorrida e tempo de ciclos; e organização de cargas. Tudo isso visando um potencial de racionalização, economia, segurança, prazos de entrega e atendimento dentro do prazo.

O estudo de uma estratégia de distribuição é oportuno pois passa pela união de esforços para realizar uma distribuição mais eficiente. Além disso, pelo fato da empresa estar no momento construindo um centro de distribuição e precisando replanejar toda a operação de armazenagem e reposição de MRO nas unidades. Pode-se identificar também nesse estudo sobre a reestruturação da logística de distribuição uma oportunidade de avaliar em profundidade, sistemáticas de distribuição capazes de tornar as entregas de materiais em um processo dinâmico e ágil.

### **1.3 Objetivos do trabalho**

Este trabalho tem por objetivo geral propor uma estratégia de distribuição física dos itens de MRO a partir de um Centro de Distribuição para cinco unidades operacionais de uma mineradora.

São objetivos específicos:

- Apresentar o sistema atual de suprimento dos itens de MRO nos armazéns;
- Avaliar medidas corretivas que otimizem o processo;
- Propor uma nova sistemática de distribuição dos itens de MRO que permita aperfeiçoar recursos;

### **1.4 Estrutura do Trabalho**

Este trabalho foi organizado em capítulos que facilitam a pesquisa para o alcance de resultados esperados. Sendo eles introdução, referencial teórico, metodologia, apresentação da análise dos resultados, considerações finais.

O capítulo 1 é a introdução do trabalho a ser realizado. Nela consta a apresentação do assunto e sua importância, junto a problemática e a justificativa. Sendo informados, os objetivos gerais e específicos e por último a organização do estudo.

Já no capítulo 2 apresenta-se uma revisão da literatura sobre assunto logística, desde sua origem, definição e objetivos. Sendo abordado também um referencial teórico sobre distribuição física de produtos até na delimitação do tema proposto que é a roteirização e frotas.

O capítulo 3 é apresentação da metodologia usada na realização do trabalho quanto ao tipo, técnica, unidade de análise, instrumentos de coleta de dados e critérios a serem utilizados para analisar os dados.

No capítulo 4, é feita a apresentação e análise dos resultados obtidos. Sendo descrito a caracterização da empresa, desde sua história, atuação até sua posição no cenário atual.

No capítulo 5 é tratado o desenvolvimento e a análise dos dados.

E por fim no capítulo 6 são feitas as conclusões finais.

## A IMPORTÂNCIA DA LOGÍSTICA

O conceito de logística na sua origem, segundo Novaes (2001), 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. Por se tratar de um serviço de apoio, sem o *glamour* da estratégia bélica e sem prestígio das batalhas ganhas, os grupos logísticos militares trabalhavam quase sempre em silêncio.

Nesse contexto, Ferreira (2009) diz que logística é parte da arte da guerra que trata do planejamento e da realização de:

- a) projeto e desenvolvimento, obtenção, armazenamento, transporte, distribuição, reparação, manutenção e evacuação de material (para fins operativos ou administrativos);
- b) recrutamento, incorporação, instrução e adestramento, designação, transporte, bem-estar, evacuação, hospitalização e desligamento de pessoal;
- c) aquisição ou construção, reparação, manutenção e operação de instalações e acessórios destinados a ajudar o desempenho de qualquer função militar;
- d) contrato ou prestação de serviços.

Sendo assim, Novaes (2001) define que logística é o processo de planejar, implementar e controlar, de maneira eficiente, o fluxo e 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. Assim, a moderna logística procura incorporar:

- Prazos previamente acertados e cumpridos integralmente, ao longo de toda a cadeia de suprimento;
- Integração efetiva e sistêmica entre todos os setores da empresa;

- Integração efetiva e estreita (parcerias) com fornecedores e clientes;
- Busca da otimização global, envolvendo a racionalização dos processos e a redução de custos em toda a cadeia de suprimento;
- Satisfação plena do cliente, mantendo nível de serviço preestabelecido e adequado.

De acordo com Ballou (2001), a logística trata da criação de valor – valor para os clientes e fornecedores da empresa, e valor para todos aqueles que tem nela interesses diretos. O valor da logística é manifestado primariamente em termos de tempo e lugar. Produtos e serviços não tem valor a menos que estejam em poder dos clientes quando (tempo) e onde (lugar) eles pretendem consumi-lo. A boa administração logística interpreta cada atividade na cadeia de suprimentos como contribuinte do processo de agregação de valor. Para incontáveis empresas no mundo inteiro, a logística vem se transformando num processo cada vez mais importante de agregação de valor, por incontáveis razões.

Dornier *et al* (2000) define que logística é a gestão de fluxos entre funções do negócio. A definição atual de logística engloba maior amplitude de fluxos que no passado. Tradicionalmente, as companhias incluíam a simples entrada de matérias-primas ou o fluxo de saída dos produtos acabados em sua definição de logística. Hoje, no entanto, essa definição expandiu-se e inclui todas as formas de movimentos de produtos e informações.

Kobayashi (2000) diz que a logística não é somente uma função empresarial independente, que faz parte de um mundo isolado. É uma disciplina científica que ensina como organizar a cadeia logística e ao mesmo tempo é um conjunto de atividades que abraça completamente e acompanha cada fase do ciclo da empresa: do abastecimento da “matéria-prima” do produto (ou serviço) até o cliente final e à assistência pós-venda. A Logística tem também uma função de suporte da oferta de produtos e serviços, ela é influenciada de modo determinante pela geografia, pelo ambiente natural e pela organização político-social do território.

## **2.1 Objetivos da Logística**

De acordo com Bowersox e Closs (2001), é tornar disponíveis produtos e serviços no local onde são necessários, no momento em que desejam. Para isso, a logística envolve a integração de informações, transporte, estoque, armazenamento, manuseio de materiais e embalagem. Todas essas áreas que envolvem o trabalho logístico oferecem ampla variedade de tarefas

estimulantes. A logística é considerada, em geral, responsável por uma das maiores parcelas do custo final do produto, sendo superada apenas pelos materiais consumidos na produção ou pelo custo dos produtos vendidos no atacado.

Ainda segundo Bowersox e Closs (2001), a competência logística é alcançada pela coordenação de (1) um projeto de rede; (2) informação; (3) transporte; (4) estoque; (5) armazenagem, manuseio de materiais e embalagem. O desafio está em gerenciar o trabalho relacionado a essas áreas funcionais de maneira orquestrada, com o objetivo de gerar a capacidade necessária ao atendimento das exigências logísticas. O projeto de rede é uma responsabilidade básica da gerência logística, visto que a estrutura das instalações da empresa é usada para fornecer produtos e materiais aos clientes. Fábricas, armazéns, instalações de *cross docking* e lojas de varejo constituem típicas instalações logísticas. A informação é de fundamental importância para o desempenho da logística, através da tecnologia pode-se atender os mais exigentes requisitos de informação. Se desejado, a informação pode ser obtida em tempo real para elaborar soluções logísticas únicas e inovadoras. Dada uma rede de instalações com capacitação de informação, o transporte é a área operacional da logística que posiciona geograficamente o estoque.

O objetivo é, portanto, de acordo com Bowersox e Closs (2001), fornecer o serviço desejado ao cliente mantendo o mínimo em estoque, consistente com o menor custo possível. As últimas funções da logística - armazenagem, manuseio de materiais e embalagem – também são partes integrantes do processo. No entanto, essas funções não têm *status* independente das quatro descritas acima, fazendo parte de outras áreas da logística. Geralmente, as mercadorias necessitam ser armazenadas em momentos específicos durante o processo logístico. Os veículos de transporte exigem manuseio de materiais para carregá-los e descarregá-los eficientemente. Por fim, os produtos são manuseados de uma maneira mais eficiente quando embalados em quantidade, em caixas de papelão ou em outros tipos de embalagens. Kobayashi (2000) apresenta os objetivos da logística segundo a *Sole (Society of Logistics Engineers)*. As finalidades da logística podem ser compreendidas nos “8 R” seguintes:

- *Right Material* (materiais justos)
- *Right Quantity* (na quantidade justa)

- *Right Quality* (de justa qualidade);
- *Right Place* (no lugar certo);
- *Right Time* (no tempo justo);
- *Right Method* (com o método justo);
- *Right Cost* (segundo o custo justo);
- *Right Impression* (com uma boa impressão);

Kobayashi (2000) complementa dizendo ainda que para satisfazer essas clientes dos produtos, dos artigos comerciais e dos serviços que possui no momento. Necessita, ao contrário, reorganizar globalmente as funções de abastecimentos de materiais, componentes, etc., aquela de produção e de compra no atacado, a função de desenvolvimento dos produtos e de distribuição física, a função das vendas e assim por diante; é necessário estruturá-las juntamente e fazer das mesmas um sistema. As várias empresas devem definir solidariamente suas finalidades, extraíndo-as dos conteúdos desses “8 R”s.

## **2.2 Criação de Rotas**

Segundo Cunha (1997), o termo roteirização de veículos, embora não encontrado nos dicionários de língua portuguesa, é a forma que vem sendo utilizada, como equivalente ao inglês *routing*, para designar o processo para a determinação de um ou mais roteiros ou sequências de paradas a serem cumpridos por veículos de uma frota, objetivando visitar um conjunto de pontos geograficamente dispersos, em locais pré-determinados, que necessitam de atendimento. O termo roteamento de veículos também é utilizado alternativamente por alguns autores.

Segundo Laporte *et al.* (2000), a roteirização de veículos consiste em definir roteiros de veículos que minimizem o custo total de atendimento, cada um dos quais iniciando e terminando no depósito ou base dos veículos, assegurando que cada ponto seja visitado exatamente uma vez e a demanda em qualquer rota não exceda a capacidade do veículo que a atende.

De acordo com Bowersox e Closs (2001), a elaboração de rotas (roteirização ou roteamento) e a programação de veículos têm sido bastante estudadas para o planejamento e projetos logísticos. Essas técnicas são particularmente importantes quando as empresas necessitam consolidar cargas para entrega, como ocorre na distribuição de pacotes ou de bebidas. As técnicas podem ser geralmente classificadas como abordagens heurísticas, abordagens exatas, abordagens interativas e abordagens combinadas. As abordagens heurísticas adotam regras empíricas de agrupamento ou técnicas baseadas em “economias”, adicionando ou eliminando paradas. As abordagens exatas ou de otimizantes usam programação matemática (linear) para identificar os melhores itinerários. No passado, melhores métodos eram computacionalmente muito complexos, até para os computadores mais rápidos. Os recentes avanços em programação matemática aperfeiçoaram, contudo, a capacidade dessa abordagem. As principais dificuldades dos procedimentos mais exatos são (1) a grande quantidade de contingências e variáveis necessárias para representar até mesmo o mais simples problema de elaboração de rotas e programação de veículos e (2) o impacto das dimensões do problema no tempo de processamento e a necessidade de espaço na memória dos computadores.

Ainda segundo Bowersox e Closs (2001), abordagens interativas, uma combinação de simulação, cálculos de custos, ou capacidade gráfica, para apoiar o processo decisório. O encarregado de decisão identifica as alternativas para avaliação. O sistema interativo de suporte a decisões, então, determina e marca as rotas em um mapa, e calcula o desempenho, em tempo e custo. O analista avalia interativamente as características do desempenho de cada alternativa em custo e tempo. O encarregado de decisão, então, interativamente avalia o desempenho de cada alternativa e procura aperfeiçoá-la até haver mais melhorias adicionais possíveis. A desvantagem óbvia das abordagens interativas é a dependência do talento e da habilidade do analista, principalmente quando crescem as dimensões e a complexidade do problema.

Bowersox e Closs (2001) complementam dizendo que a combinação das três abordagens citadas demonstrou ser muito eficazes. Dois critérios são importantes na avaliação de abordagens alternativas: capacidade de generalização e a precisão. A capacidade de generalização é a habilidade de, eficientemente, incorporar extensões de situações especiais, como coletas e entregas, múltiplos depósitos, prazos, capacidade de veículos e tempos normais de viagem. É a capacidade de modelar características particulares apropriadas ao

sistema em estudo. A precisão é a habilidade de representar as características de desempenho das soluções, em termos de tempo, custo, etc., dentro de determinado nível de erro máximo. A precisão da abordagem determina o nível e a credibilidade de possíveis economias resultantes de reduções de custos operacionais de veículos, de melhores serviços aos clientes e de aumento de produtividade da frota.

Conforme apontado por Ballou (2001), os custos de transporte variam tipicamente entre um e dois terços do total dos custos logísticos, assim, melhorar a eficiência com a utilização máxima do equipamento e do pessoal do transporte é de grande interesse. A extensão de tempo em que os produtos estão em trânsito influi no número dos embarques que podem ser feitos com um veículo em um dado período de tempo e nos custos totais do transporte para todos os embarques.

Valente (2008) diz que na determinação de uma rota, o movimento pode ser definido pela mínima distância, mínimo tempo ou por uma combinação desses fatores. Nesses estudos, técnicas matemáticas programáveis em computadores podem ser bastante atrativas. Um método bom conhecido é o do caminho mais curto.

De acordo com Ballou (2004), existem oito princípios que servem como diretriz para apoiar tomadores de decisão quanto ao desenvolvimento de boas rotas e programas capazes de solucionar problemas de roteirização. São eles;

- 1 – Carregar os caminhões com volumes de paradas que estão próximas entre si;
- 2 – As paradas em dias diferentes devem ser combinadas para produzir agrupamentos densos;
- 3 – A construção de rotas começando com a parada mais distante do depósito;
- 4 – A sequência das paradas em uma rota rodoviária deve formar um padrão de gota d'água;
- 5 – As rotas mais eficientes são construídas usando os maiores veículos disponíveis;
- 6 – As coletas devem ser combinadas com as rotas de entrega em vez de serem deixadas para o final das rotas;

7 – Uma parada que é removível de um agrupamento de rota é uma boa candidata para um meio alternativo de entrega;

8 – As limitações das janelas de tempo estreitas devem ser evitadas;

Kobayashi (2000) diz que entre os limites impostos pelos percursos, pelos meios e pelas condições de entrega, entendidos como pré-requisitos indispensáveis, é preciso empenhar-se quotidianamente para dispor de verdade de um transporte eficiente. Entre as atividades de rotina que serão desenvolvidas, elaborar constantemente programas corretos, avaliar os resultados e efetuar o *feedback*. É necessário utilizar eficazmente os diferentes meios de transporte, seja do ponto de vista temporal, seja daquele espacial. Uma utilização eficaz do senso temporal significa:

- ✓ Otimizar o tempo de ocupação dos caminhões;
- ✓ Programar a saída e o retorno dos veículos;
- ✓ Reduzir o tempo de carga;
- ✓ Elevar a taxa de rotação dos veículos;
- ✓ Garantir cargas para o retorno (melhoramento da taxa de utilização efetiva dos veículos);
- ✓ Outros.

Segundo Kobayashi (2000), a utilização eficaz dos meios de transportes em senso espacial significa elevar a taxa de carga. É necessário, nesse ponto, que, em fase de programação, se façam junções apropriadas e se indiquem concretamente os artigos a serem carregados sobre um só veículo. Às vezes, mesmo aumentando o mais possível à quantidade de mercadoria a ser carregada e melhorando a própria eficiência, com um número de expedições consistente não se consegue efetuar todas as entregas previstas. Isso se torna verdadeiramente impossível quando as destinações são muito distantes. Além disso, mesmo tendo já ultrapassado o limite de peso consentido, pode acontecer de no meio de transporte existir ainda espaço disponível.

Valente (2008) classifica os problemas de distribuição em três grandes grupos:

- ✓ Problemas do tipo “roteamento”: ocorrem quando a ordem ou o horário em que as tarefas devem ser cumpridas não são impostos a priori.
- ✓ Problemas do tipo “sequenciamento”: nesse caso, existem restrições de ordem de atendimento a serem satisfeitas.
- ✓ Problemas do tipo “roteamento e sequenciamento”: ocorrem quando, no problema de sequenciamento, a questão da escolha de uma rota também deve ser levada em conta. A maioria dos problemas encontrados na prática é desse tipo, cujo objetivo é melhorar a prestação de serviços.

Valente (2008) diz que um problema de rota também pode envolver múltiplos destinos e origens. Na sua resolução, devem-se considerar as restrições das capacidades de oferta nos pontos de origem e das necessidades de produtos (demanda) nos pontos de destino, assim como os custos associados aos diversos caminhos possíveis. É um problema comum que ocorre ao se roteirizar mercadorias de fornecedores às fábricas, de fábricas aos depósitos e de depósitos aos clientes e é frequentemente resolvido por programação linear.

Segundo Valente (2008), em um problema típico de roteirização envolvendo muitas paradas e veículos, o total de roteiros possíveis é muito grande. Daí o interesse no uso de técnicas matemáticas programáveis em computadores e de princípios operacionais que resultem em boas soluções. Bons roteiros geralmente podem ser conseguidos pela aplicação das seguintes regras:

- Inicie o agrupamento pelo ponto (parada) mais distante do depósito;
  - a. Encontre o próximo ponto, tomando o ponto disponível que esteja mais perto do centro (centróide) dos pontos no grupo. Agregue esse ponto ao grupo (veículo), caso a capacidade do veículo não tenha sido excedida.
  - b. Repita o passo b, até que a capacidade do veículo tenha sido atingida.
  - c. Sequencie as paradas, de maneira a ter a forma de uma gota d’água.
  - d. Encontre o próximo ponto, que é a parada mais distante do depósito ainda disponível, e repita os passos de b a d.
  - e. Continue, até que todos os pontos tenham sido designados.

De acordo com Valente (2008), o método descrito acima pode coerentemente gerar bons roteiros, que muitas vezes rivalizam com os obtidos por métodos matemáticos e computacionais desse problema. Por vezes, o gerente de transporte pode estar mais interessado na minimização da quantidade de caminhões necessários para atender a uma dada programação do que na definição dos roteiros. Isso exige que o sequenciamento dos roteiros, de forma a minimizar o tempo ocioso no programa e, portanto, a quantidade de caminhões necessários.

## **METODOLOGIA**

### **3.1 Quanto ao tipo e técnica**

Para a realização do trabalho a pesquisa a ser adotada será a descritiva. Para Gil (1988) as pesquisas descritivas tem por objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis. Assim a sua valorização está baseada na premissa que os problemas podem ser resolvidos e as práticas podem ser melhoradas com base na descrição e análise de observações objetivas e diretas. As técnicas utilizadas para a obtenção de informações são bastante diversas, destacando-se a pesquisa de campo, os questionários, e as observações.

A técnica a ser utilizada é estudo de caso, no qual um caso (fenômeno ou situação) individual será estudado em profundidade para obter uma compreensão ampliada sobre outros casos (fenômenos ou situações) similares. Gil (1988) caracteriza estudo de caso pelo estudo profundo e exaustivo de um amplo e detalhado conhecimento. Godoy (1995) complementa esse conceito, dizendo que o estudo de caso se caracteriza como um tipo de pesquisa cujo objetivo é uma unidade que se analisa profundamente e visa ao exame detalhado de um ambiente, de um simples sujeito ou de uma situação particular.

### **3.2 Unidade de análise**

Segundo Bertucci (2009) a unidade de análise define claramente onde e em que nível o trabalho será desenvolvido. Contempla, geralmente, apenas uma das três possibilidades seguintes: o nível macro, o nível da organização (ou de uma das unidades) ou o nível do indivíduo.

Assim foi escolhido como objeto de estudo para a pesquisa a distribuição dos materiais da empresa USIME S/A, que ocorrerá de um novo Centro de Distribuição para unidades operacionais, localizadas nas cidades de Congonhas, Itabirito, Nova Lima e Brumadinho.

### **3.3 Ferramentas de coleta de dados**

Para coletar os dados necessários para o desenvolvimento do trabalho as ferramentas serão: observação direta, pesquisa bibliográfica, pesquisa de campo.

Para Marconi e Lakatos (2002) a observação é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações utilizando os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Não consistindo apenas em ver e ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos que se deseja estudar.

Ainda segundo Marconi e Lakatos (2002) a pesquisa bibliográfica abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc., até meios de comunicação orais: rádio, gravações em fita magnética e audiovisuais: filmes e televisão.

Por fim, para Bertucci (2009) a entrevista está em uma indagação direta, realizada no mínimo entre duas pessoas, com o objetivo de conhecer a perspectiva do entrevistado sobre um ou diversos assuntos. Desta maneira agregando pela pesquisa de campo a percepção do pesquisador os principais a serem destacados no novo fluxo.

### **3.4 Critérios para análise dos dados**

A natureza da análise dos dados será qualitativa. De acordo com Neves (1996) a pesquisa qualitativa costuma ser direcionada, ao longo de seu desenvolvimento, sendo que seu foco de interesse é amplo e parte de uma perspectiva diferenciada da adotada pelos métodos quantitativos. Ele complementa que nas pesquisas qualitativas, é freqüente que o pesquisador procure entender os fenômenos, segundo a perspectiva dos participantes da situação estudada e, a partir daí, situe sua interpretação dos fenômenos estudados.

## **4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS**

A análise dos resultados tem como objetivo apontar uma estratégia de distribuição dos itens de MRO (manutenção, reparo e operação) a partir de um novo Centro de Distribuição.

As formas utilizadas para as de coleta de dados compreenderam-se de pesquisa de campo, observação direta e participação efetiva no processo atual da gestão de transportes e armazenagem. Foram realizadas diversas conversas pelo pesquisador com pessoas que estão envolvidas na nova estrutura de armazenagem e distribuição, sendo elas supervisores, analistas de suprimentos, provisionador e e três assistentes de suprimentos.

### **4.1 Caracterização da empresa**

A organização de estudo aqui adotada é USIME S/A nome que esta sendo adotado para preservar o nome original da organização.

A USIME S/A, é uma empresa do ramo de mineração, ela pesquisa, produz e comercializa minério de ferro e pelotas, níquel, concentrado de cobre, carvão, bauxita, alumina, alumínio, potássio, caulim, manganês, ferroliga, cobalto, metais do grupo platina e metais preciosos.

A empresa foi criada pelo governo brasileiro em 1942. Em 1997, tornou-se uma companhia privada apostando na diversificação de seu portfólio de produtos. Em seu primeiro ano, produziu 40 mil toneladas de minério de ferro, quantidade equivalente à que é embarcada por hora atualmente.

Hoje, é uma empresa global, atuando por meio de escritórios, operações, explorações e *joint ventures*, sendo a segunda maior mineradora diversificada do mundo e a maior das Américas em valor de mercado. Com sede no Brasil, ela atua em 38 países dos cinco continentes. É líder mundial na produção de minério de ferro, pelotas e níquel. Também produz cobre, carvão, fertilizantes, manganês, ferroligas, cobalto e metais do grupo da platina.

Os investimentos são voltados para a tecnologia capaz de aumentar a vida útil de minas de minério de ferro, beneficiando minérios de baixo teor, aumentando a capacidade de produção e contribuindo para a proteção do meio ambiente. A missão da USIME S/A é: Transformar recursos naturais em prosperidade e desenvolvimento sustentável. A visão da Mineradora Rio

Doce S/A é ser a empresa de recursos naturais global número um em criação de valor de longo prazo, com excelência, paixão pelas pessoas e pelo planeta.

#### 4.2 Gestão dos itens MRO na USIME S/A

No modelo atual de suprimento dos itens de MRO, o transporte é realizado por transportadoras contratadas. Elas coletam os itens nos fornecedores e entregam nas unidades.

As cinco unidades operacionais envolvidas neste trabalho são aqui denominadas de A, B, C, D e E.

A unidade A, localiza-se em Itabirito, possuindo uma área coberta de 1.877 m<sup>2</sup> e uma área descoberta de 7.031 m<sup>2</sup>. As unidades B e C, localizam-se na cidade de Nova Lima, possuem 687 m<sup>2</sup> e 984 m<sup>2</sup> de área coberta, e 2.848 m<sup>2</sup> e 1.209 m<sup>2</sup> respectivamente. A unidade D localiza-se no município de Congonhas, com 3.659 m<sup>2</sup> de área coberta e 10.000 m<sup>2</sup> de área descoberta. E a unidade E localiza-se em Brumadinho, possui 1.599 m<sup>2</sup> de área coberta e 1.272 m<sup>2</sup> de área descoberta. A figura 1 mostra a localização das unidades e do Centro de Distribuição.

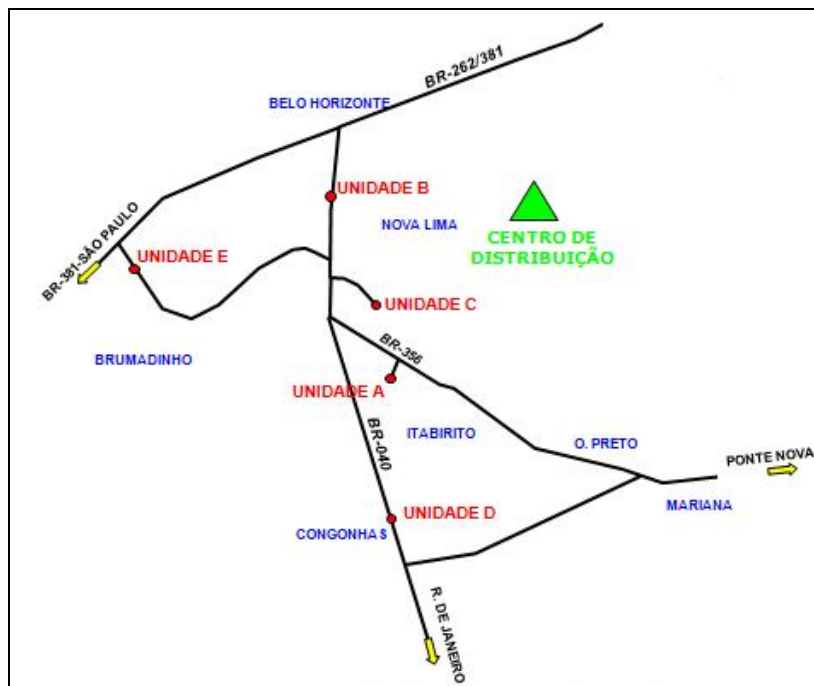


Figura 1: Localização das Unidades/Centro de Distribuição  
Fonte: Arquivos internos da Organização

A operação é realizada nos Armazéns MRO da Mineradora é feita por aproximadamente 75 funcionários.

Para as cinco unidades operacionais em estudo são utilizados para a operação um total de 39 equipamentos, distribuídos conforme tabela 1 .

Tabela 1: Composição dos Equipamentos

EQUIPAMENTO	UNIDADES OPERACIONAIS				
	A	B	C	D	E
Empilhadeira	2	6	3	5	3
Caminhões	2	3	2	2	2
Veículos leves	1	3	2	1	2
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>7</b>
<b>TOTAL GERAL</b>					<b>39</b>

Fonte: Arquivos internos da Organização

O volume atual de recebimento dos itens de MRO nas cinco unidades é de aproximadamente 120 toneladas/dia em média.

A tabela 2 abaixo apresenta a média diária recebida em cada armazém dessas unidades.

Tabela 2: Média de Recebimento

Unidade	Toneladas	%
<b>A</b>	<b>26</b>	<b>22%</b>
<b>B</b>	<b>23</b>	<b>20%</b>
<b>C</b>	<b>30</b>	<b>26%</b>
<b>D</b>	<b>24</b>	<b>21%</b>
<b>E</b>	<b>13</b>	<b>11%</b>
<b>Total</b>	<b>116</b>	<b>100%</b>

As empresas contratadas para atender o transporte de cargas para os itens de MRO (Manutenção, Reparo e Operação) da mineradora possuem uma frota formada por caminhões toco, carretas e *truck*. A capacidade de cada veículo esta sendo representada na tabela 3, abaixo.

Tabela 3: Tipo de Veículo

Veículo	Capacidade(t)
Toco	16
Truck	23
Carreta 2 eixos	33
Carreta Baú	41
Carreta 3 eixos	41

### 4.3 Centro de Distribuição

O centro de Distribuição que a empresa pretende construir terá uma área de aproximadamente 35 mil metros quadrados, sendo 15 mil metros para o galpão principal, 1,5 mil metros para o galpão de lubrificação e 15 mil metros para o pátio. Seu estacionamento terá capacidade para 30 caminhões. A operação permanecerá terceirizada. Estima-se uma renovação/troca de todos os equipamentos. A distribuição dos materiais de MRO para as unidades operacionais ocorrerá por transporte terceirizado.

O novo CD, apresentado na Figura 2 abaixo, terá uma localização que facilitara a distribuição para as unidades será Nova Lima, considerada estratégica para distribuição da forma consolidada de estocagem.

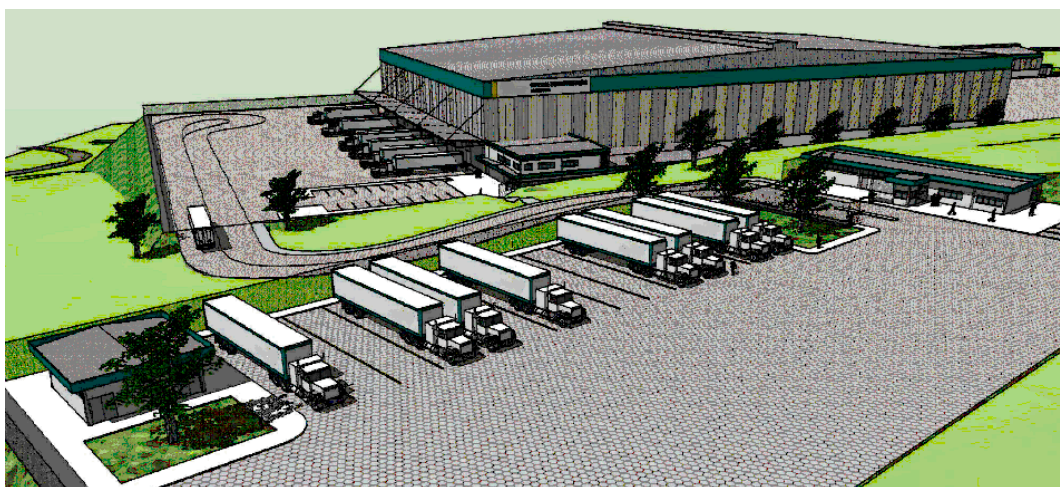


Figura 2: Centro de Distribuição em Nova Lima/MG  
Fonte: Arquivos internos da organização

As distancias entre o local de construção do CD ate cada unidade (A,B,C,D,E) são respectivamente 32,5,4,48,52 Km.

## **5. RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS**

### **5.1 Análise do processo atual de suprimento dos itens de MRO**

Atualmente no processo de distribuição dos itens MRO, estão envolvidas pessoas que trabalham na supervisão dos armazéns, responsáveis pela gestão de armazenagem e distribuição interna, existem as responsáveis pelo recebimento, descarga e atendimento aos usuários internos desses itens. Essas mesmas pessoas fazem ainda baixa das requisições diretamente no controle de estoque. Funcionário está ligado ao processo de suprimento se responsabilizando por garantir a disponibilidade dos itens críticos de MRO para a empresa e garantindo o funcionamento das operações. Os demais visitados trabalham na Gestão de Transportes rodoviários, são gestores dos contratos das transportadoras responsáveis pela entrega de 60% dos itens de MRO na mineradora. Executam uma programação de todos os veículos que chegarão, acompanhando e tratando todos os problemas relacionados ao cadastro, entrada e descarga dos veículos nos armazéns e nas áreas. Os mesmos ainda fazem análise de adequação das rotas contratuais existentes nos contratos mediante necessidades e exigências das operações.

### **5.2 Dificuldades e falhas**

Na pesquisa de campo o pesquisador identificou falhas pelas principais dificuldades apontadas pelos funcionários de distribuição e recebimento dos itens de MRO para os armazéns que atualmente são descentralizados, assim ficou aparente os gargalos existentes na operação.

Foram citadas como falhas: atraso nas descargas dos veículos em consequência da falta de equipamentos e da localização dos usuários quando a descarga é realizada diretamente na área, alto custo com veículos dedicados exclusivamente para transportar itens de um armazém para o outro, veículos aguardam muito tempo na portaria aguardando cadastro das notas fiscais, perdas significativas nas operações provenientes da falta de um item crítico que não tem no estoque, elevado número de transferências de itens MRO de um armazém para outro, os tempos de entrega mais demorados em função de atrasos por parte do fornecedor e consequentemente da transportadora. E sinalizaram como dificuldade a falta de espaço para

um melhor recebimento dos itens. Os veículos que chegam nas unidades para descarregar no armazém se concentram em um mesmo horário, não existindo uma janela de recebimento.

### **5.3 Proposta para o novo processo de centralização dos armazéns**

A partir da instalação do centro de distribuição na cidade de Nova Lima, o pesquisador identificou através das visitas a expectativa de melhoria nível de serviço e às metas e indicadores no novo processo de suprimentos das unidades.

Para o nível de serviço, é esperado que sejam minimizados os custos operacionais de armazenagem mantendo o nível de serviço desejado, pelo melhor controle das entradas e saídas dos itens de uma forma mais rápida, facilidade para coordenar a ligação entre o armazém com os usuários inclusive com maior precisão no atendimento a eles. Espera-se também que possam existir maior qualidade e agilidade na entrega de um item, que os estoques tenham um nível ajustado de acordo com as necessidades da operação, estima-se ganhos no nível de serviço da transportadora, uma vez que suas entregas estarão otimizadas em um único espaço garantindo também maiores possibilidades de consolidação dos itens a serem entregues. Os funcionários esperam também uma grande redução no número de transferências entre as unidades operacionais na mineradora.

Com a instalação do centro de distribuição os funcionários enxergam que a organização passar a ganhar com redução de perdas nas operações pela de um item no estoque, criação de uma curva ABC para melhor gestão dos itens estocáveis, reduzir os gargalos ocorridos na distribuição interna, atender com agilidade áreas requisitantes, melhorar a disposição dos itens armazenados e a disponibilidade dos meios de movimentação para transporte interno, otimizar os fluxos físicos e de informações, maximizar a utilização efetiva do espaço a fim de facilitar a movimentação dos veículos, dimensionar as instalações de forma eficaz.

Também foi apontado como oportunidade a criação de roteamentos de cargas entre o CD e as unidades, capazes de otimizar a frota de veículos e o tempo de entrega.

A roteirização possibilita roteiros entre o CD e as cinco unidades reduzindo custos de atendimento e assegurando que todas elas sejam atendidas de forma rápida. Diante do volume em toneladas recebido diariamente nas unidades A, B, C, D e E sugere-se que o roteiro seja feito levando em consideração alguns fatores: janela de recebimento de dez horas (de 7 às 17

horas), média diária do volume de recebimento, distâncias entre o CD e as unidades, distâncias entre as unidades, tempo de descarga dos veículos.

Com o escopo acima o pesquisador sugere a criação de três rotas. Na rota 1, o veículo sai do CD em direção a unidade E, na Rota 2 para a unidade D e a Rota 3 passando na unidades B,C,A respectivamente.

Tabela 4: Definição de Rotas para o novo CD

TABELA 4: DEFINIÇÃO DE ROTAS PARA O NOVO CD	
TRAJETO	
ROTA 1	CD>E
ROTA 2	CD>D
ROTA 3	CD>B>C>A

Para o mapeamento da roteirização, pode ser utilizado *softwares* capazes de proporcionar maior adequação às variáveis do processo de distribuição. Em particular no mercado brasileiro, há alguns anos atrás havia apenas uma opção disponível de *software* de roteirização (o *Trucks*). Mais recentemente tornaram-se disponíveis no mercado vários outros, tais como o *Truckstops*, o *RoadShow*, o *RouteSmart*, todos desenvolvidos por empresas estrangeiras, além de alguns desenvolvidos localmente, como, por exemplo, o *RotaCerta*

A sugestão é que a frota usada no transporte entre o CD e as unidades continue sendo terceirizada. Diante da capacidade de cada veículo, da média recebida diariamente e do tempo de descarga, estima-se que frota atual será suficiente para atender às demandas das unidades.

O pesquisador identificou nas visitas de campo a possibilidade de determinar parâmetros diferenciados de ressuprimento, redesenho do processo de entrada dos veículos no centro de distribuição, criação do aviso de embarque antecipado e um controle de estadia para um melhor acompanhamento da hora de chegada e saída do veículo da portaria, e conseqüentemente da hora de chegada e saída do veículo do armazém.

## **6. CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES**

Neste estudo realizado em uma organização do setor de mineração procurou-se identificar uma estratégia de distribuição dos itens de MRO (Manutenção, Reparo e Operação) a partir de um novo centro de distribuição.

Por meio de pesquisa de campo realizada nas operações com funcionários (supervisores, assistentes, provisionador,) envolvidos no processo de suprimento, análise dos dados da empresa e através de pesquisa bibliográfica, o pesquisador identificou uma possível estratégia de distribuição para a nova estrutura de armazenagem da mineradora. O novo processo, a distribuição para as unidades ocorrerá a partir do CD, deixando de existir os armazéns descentralizados.

Uma constatação percebida é que além da definição de uma estratégia de distribuição, há necessidade de melhorias em outras etapas do processo de suprimento para nova estrutura. Os ajustes necessários foram detectados frente a algumas falhas e dificuldades apontadas pelos funcionários durante as visitas na operação. Dentre elas, ajustes de procedimentos operacionais, ampliação do espaço físico para descarga, melhor gestão do controle de estoque, redução de custos com veículos dedicados, menores impactos nos indicadores da Gestão de Estoque e de Transportes.

A expectativa para a garantia de que a estratégia de distribuição sugerida seja eficaz, é esperado o comprometimento e o empenho de todas as pessoas envolvidas no processo. Além disso, é necessário que sejam revistos constantemente, as rotas, efetividades dos tempos de deslocamento e descarga.

## REFERÊNCIAS

- BALLOU, Ronald H. *Logística empresarial/Cadeia de suprimentos: uma disciplina vital*. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- BALLOU, Ronald H. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial*. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- BERTAGLIA, Paulo Roberto. *Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento*. São Paulo: Saraiva, 2003.
- BERTUCCI, Janete Lara de Oliveira. *Metodologia básica para elaboração de trabalhos de conclusão de curso: ênfase na elaboração de TCC de pós-graduação lato sensu*. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J. *Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento; tradução: Equipe do Centro de Estudos em Logística e Adalberto Ferreira das Neves*. São Paulo: Atlas, 2001.
- CUNHA, C.B. *Uma contribuição para o problema de roteirização de veículos com restrições operacionais*. São Paulo: EPUSP, Departamento de Engenharia de Transportes. 222p. (Tese de Doutorado), 1997
- DIAS, Mauro Aurélio P. *Administração de Materiais: uma abordagem logística*. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- DORNIER, Philippe-Pierre *et al.* *Logística e operações globais: textos e casos; tradução: Arthur Itagaki Utiyama*. São Paulo: Atlas, 2000.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. *Novo dicionário da língua portuguesa*. 4 ed. Curitiba: Positivo, 2009.
- FLEURY, Paulo Roberto; WANKE, Peter; FIGUEIREDO, Kleber Fossati. *Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento*. São Paulo: Atlas, 2000 – Coleção Coppead de Administração.
- GIL, Antônio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 1988.
- GODOY, A.S. *Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades*. RAE, São Paulo. v. 35, n. 2, p. 57-63, mar-abr. 1995.
- KOBAYASHI, Shun'ichi. *Renovação da logística: como definir estratégias de distribuição física global; tradução: Valéria Custódio dos Santos*. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- LAPORTE, G. *et al.* *Classical and modern heuristics for the vehicle routing*. International Transactions in Operational Research: 2000, v.7, n 4/5, p.285-300.
- MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. *Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisa, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados*. 5 ed. . São Paulo: Atlas, 2002.

NEVES, José Luis. *Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades*. Caderno de pesquisas em administração. São Paulo v. 1, n. 3, 2º sem/ 1996. Disponível em <http://www.ead.fea.usp.br/cad-pesq/arquivos/c03-art06.pdf>. Acesso em 02 nov. 2010.

NOVAES, Antônio Galvão, ALVARENGA, Antônio Carlos. *Logística aplicada: suprimento e distribuição física*. 3 ed. São Paulo: Pioneira, 2000.

NOVAES, Antônio Galvão. *Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação*. 4 ed. Rio de Janeiro, 2001.