

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES E GEOTECNIA**  
**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM LOGÍSTICA ESTRATÉGICA E**  
**SISTEMAS DE TRANSPORTE**

**A TECNOLOGIA DO TRANSPORTADOR DE CORREIAS DE LONGA  
DISTÂNCIA (TCLD) COMO ESTRATÉGIA DO SISTEMA DE  
TRANSPORTE NUMA MINERADORA EM MINAS GERAIS**

**Monografia**

**Josiane Cristine Aparecida Oliveira Vieira**

**Belo Horizonte, 2012**

**Josiane Cristine Aparecida Oliveira Vieira**

**A TECNOLOGIA DO TRANSPORTADOR DE CORREIAS DE LONGA  
DISTÂNCIA (TCLD) COMO ESTRATÉGIA DO SISTEMA DE  
TRANSPORTE NUMA MINERADORA EM MINAS GERAIS**

**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: Professor Mestre Ricardo Takahashi**

Belo Horizonte, 2012

# **A TECNOLOGIA DO TRANSPORTADOR DE CORREIAS DE LONGA DISTÂNCIA (TCLD) COMO ESTRATÉGIA DO SISTEMA DE TRANSPORTE NUMA MINERADORA EM MINAS GERAIS**

**Josiane Cristine Aparecida Oliveira Vieira**

**Este trabalho foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de Especialista em Logística Estratégica e Sistemas de Transporte e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora.**

**BANCA EXAMINADORA**

**Ricardo Takahashi**

**Orientador**

**Leise Kelli de Oliveira**

**Avaliador**

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro, agradeço a Deus pela proteção e pelo amor incondicional.

À minha família, pela força sempre.

Aos colegas de trabalho da CSN, da Gerência Geral de Engenharia de Projetos (GGEP), por terem contribuído com as respostas às minhas questões de pesquisa, senhores Emerson de Oliveira Barros, Gilberto Evangelista Ferreira, Jésio Hilério de Pinho Tavares, Raimundo Roosevelt Silva Mendes, Eugênio Quintão Torres e João Bosco Pinheiro Rodrigues.

Gostaria de agradecer, também, aos colegas de trabalho que me ajudaram durante todo curso com “carona da CSN para faculdade” com imensa gentileza, os senhores Geraldo da Silva Maia, Luis Carlos de Oliveira, José Luiz da Silva Júnior e Murillo Gonçalves Machado Júnior.

Meu agradecimento muito especial ao Prof. Ricardo Takahashi, por sua orientação sempre repleta de competência e disponibilidade.

Finalmente, a todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para que eu chegasse a esta nova conquista de minha vida profissional.

## RESUMO

Este trabalho descreve os benefícios gerados pela implantação da tecnologia do Transportador de Correias de Longa Distância (TCLD) como estratégia do sistema de transporte numa mineradora em Minas Gerais. Discorre sobre a visão integrada da logística empresarial; serviço ao cliente à luz da logística empresarial; a atividade transporte na logística empresarial; os modais estratégicos do transporte de minério de ferro; a tecnologia dos transportadores. Caracterizado como uma pesquisa descritiva, segundo os objetivos; nos moldes de um estudo de caso, segundo as fontes de dados, com uma abordagem qualitativa, este trabalho apresenta como principal conclusão: a principal vantagem do TCLD é manuseio de materiais a longa distância, com alta capacidade no transporte contínuo de materiais, baixo custo de operação, porque não depende de interface direta com o ser humano, exceto para manutenção, trabalha 24 horas conforme volume de produção projetada para embarque (PCP - Planejamento e Controle da Produção) e para o meio ambiente o TCLD é importante porque evita a dispersão de material particulado no ambiente, ou seja, poeira. Se não existisse o TCLD o transporte de produtos de um pátio para outro deveria ser feito através de caminhões trucados, o que aumenta o nível de poeira, abre maior precedente para acidentes do trabalho, porque envolve mão de obra transitando com veículo pesado na mina e alto custo com manutenção de frota.

Palavras chave: Logística empresarial. Logística de transporte. Modais estratégicos para o transporte de minério de ferro. Transportador de Correias de Longa Distância (TCLD).

## ABSTRACT

This paper describes the benefits generated by the implementation of Long Distance Conveyor Belt Technology (TCLD) as a strategy of the transport system in mining company in Minas Gerais; it discusses the vision of integrated logistics enterprise; customer's service in light of business logistics activity; the transport logistics enterprises; strategic modals in the transport of iron ores; the Long Distance Conveyor Belt (TCLD) technology. Characterized as a descriptive research, according to the objectives, in line with a case study, the data sources, with a qualitative approach, this paper presents the main conclusion: the main advantage of the TCLD is the material handling at long distance, with high capacity in materials continuous transport, low cost of operation, because it doesn't depend of direct interface with the human being, except for maintenance, it works 24 hours as production volume projected for shipment (PCP -Planning and Production Control) and the TCLD is important for the environment because it prevents the dispersion of particulate material in the environment, also known as dust. If there was no TCLD, the transportation of products from one yard to another should be done by trucked trucks, which increases the level of dust, opens larger precedent for work accidents, because it involves passing manpower with heavy vehicles at the mine and high fleet maintenance. cost.

Keywords: Logistics business. Transportation logistics. Strategic modals to transportation of iron ore. Long Distance Conveyor Belt Technology (TCLD).

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Atividades logísticas na cadeia de suprimentos imediata da empresa .....	144
FIGURA 2 – Foto de um mineroduto .....	211
FIGURA 3- Transportador MRC Cable Belt da Metso/Virgínia -.....	244
FIGURA 4 – Exemplo de um projeto da MRS Logística .....	266
FIGURA 5 - Mapa do transporte do minério a partir do TCLD .....	377

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1.....	36
QUADRO 2.....	37



## LISTA DE SIGLAS

CFN	Companhia Ferroviária do Nordeste
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional
GGEP	Gerência Geral de Engenharia de Projetos
IBRAM	Instituto Brasileiro de Mineração
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços
MRS	MRS Logística
SCM	<i>Supply Chain Management</i>
TC	Transportador de correia
TCLD	Transportadores de Correia de Longa Distância
TLSA	Transnordestina Logística S.A.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	9
3 REFERENCIAL TEÓRICO .....	13
3.1 A visão integrada da logística empresarial .....	13
2.3 O serviço de transporte na logística empresarial .....	14
2.4 Modais estratégicos do transporte de minério de ferro .....	17
2.5 A tecnologia dos Transportadores de Correia de Longa Distância (TCLD).....	23
3 METODOLOGIA.....	28
3.1 Tipo de pesquisa .....	28
3.2 Técnica de coleta de dados.....	29
3.3 Tratamento de dados .....	29
4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	31
4.1 Caracterização da Mineradora .....	31
4.2 O transportador de correia TCLD como estratégia na mineradora.....	33
4.3 Fluxo do Sistema de Transporte da Mineradora .....	36
5 CONCLUSÕES .....	40
REFERÊNCIAS.....	43
APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA .....	46

## 1 INTRODUÇÃO

A partir da década de 1980, um panorama geral sobre os conceitos de estratégia, planejamento estratégico, mudança organizacional e inovação tomam conta das discussões empresariais. De uma maneira geral, os conjuntos desses conceitos referem-se a estratégias e técnicas cientificamente embasadas na literatura e nas práticas gerenciais, objetivando mudança planejada do ambiente de trabalho com o objetivo de elevar o desenvolvimento individual e o desempenho organizacional. Podem ser acontecimentos temporais, racionais, intencionais e muitas vezes são considerados um modismo (HERNANDEZ, e CALDAS, 2001; MOTTA, 2001).

Nesse contexto, a logística vem sendo reconhecida internacionalmente por causa da globalização, do conceito do *Suplly Chain Management* (SCM)<sup>1</sup>, e baseado no *Just-in-Time*<sup>2</sup>. Essas inovações da atualidade levam ao conceito de logística integrada, ou seja, as empresas administram de forma conjunta os seus Departamentos de Compras, Administração de Materiais e Distribuição Física. Essa nova visão de gestão é indispensável para a adoção de propostas de atuação diferenciadas, visando a ganho competitivo, novas parcerias, alianças estratégicas e gestão de cadeia de suprimentos (BALLOU, 2006).

Como um dos subsistemas da logística empresarial, o sistema de transportes é o planejamento dos meios de transporte a serem utilizados com a escolha do modal mais adequado para o produto transportado, considerando custos e nível de

---

<sup>1</sup> É uma ferramenta que, usando a Tecnologia da Informação (TI) possibilita à empresa gerenciar a cadeia de suprimentos com maior eficácia e eficiência. Nestes tempos modernos em que a exigência de consumo atingiu o limite extremo, o SCM permite às empresas alcançarem melhores padrões de competitividade (GLOSSÁRIO DE LOGÍSTICA, 2012).

<sup>2</sup> O *Just-in-time* é uma filosofia de gerenciamento que, além de se relacionar diretamente com o processo de produção, pode ser utilizada para otimizar o aproveitamento dos recursos materiais da empresa, objetivando eliminar totalmente as perdas e desperdícios de materiais durante o processo produtivo (GLOSSÁRIO DE LOGÍSTICA, 2012).

serviço, roteirização da distribuição, gerenciamento de frotas e entrega dos pedidos, conforme Silva (2004).

Este estudo tem foco no transporte de minério de ferro.

De acordo com Silva (2012, p. 1), “a atividade mineral será responsável pelo maior investimento do setor privado no País no período de 2011 a 2015, com aportes de US\$ 68,5 bilhões” – dados revelados pelo Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM).

O minério de ferro se apresenta como o principal produto a receber os investimentos previstos para mineração. Serão aplicados cerca de US\$ 45 bilhões, ou seja, 2/3 do total previstos para os próximos cinco anos vão para o carro-chefe das exportações do setor.

O IBRAM ainda prevê a produção brasileira de minérios em dobro com a elevação de 112% até 2015, chegando a 787 milhões de toneladas. Um Plano Nacional de Mineração 2030, lançado pelo Governo Federal, norteará o setor mineral brasileiro pelos próximos 20 anos, com a criação da Agência Nacional de Mineração, do Conselho Nacional de Política Mineral, a consolidação do Marco Regulatório da Mineração, além de uma nova política para a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais, os *royalties* do setor e uma redução em outros tributos, com vistas a manter o setor competitivo no mercado internacional (SILVA, 2012).

Como a administração de modais de transporte significa decidir vários aspectos tais como a escolha do modal, decisões sobre propriedade da frota, seleção e negociação com transportadores, consolidação de cargas, decisões de embarques, roteirizações, planejamento de avarias, etc. (BALLOU, 2006; FIGUEREDO, 2008), essas decisões visam ao lucro em curto prazo ou em longo prazo, porque tem a ver com as características da carga a ser transportada (tamanho, peso, valor unitário, tipo de manuseio, condições de segurança, tipo de embalagem e distancia a ser transportada, por exemplo) e é por isso que as condições de operação, tempo de viagem, custo, frete e segurança da carga relacionam-se com o tipo de modal.

Diante dessas considerações, este estudo foca a logística empresarial como um conhecimento estratégico para as empresas, relacionado com a inovação de uma mineradora do quadrilátero ferrífero, em Minas Gerais, que implantou em seu sistema de transporte de minério de ferro os Transportadores de Correia de Longa

Distância (TCLD) em substituição ao modal ferroviário que, além de um custo de implantação elevado, não apresenta grande flexibilidade por operar por meio de pontos fixos, (estações e pátios de carga).

Este trabalho norteou-se a partir da seguinte problemática: Quais os benefícios gerados pela implantação da tecnologia do TCLD como estratégia do sistema de transporte numa mineradora em Minas Gerais?

A pesquisa justificou-se pela contribuição para o pesquisador, pois as discussões teóricas trouxeram enriquecimento e ampliaram a compreensão desta importante área da Administração.

## 2 OBJETIVOS

O objetivo geral foi:

- Descrever os benefícios gerados pela implantação da tecnologia do TCDL como uma estratégia do sistema de transporte numa mineradora em Minas Gerais.

E especificamente:

- Identificar o fluxo do sistema de transporte da mineradora a partir dos modais utilizados para o transporte de minério;
- Saber sobre o planejamento e controle da escolha da implantação do TCDL na mineradora; e
- Comparar os modais disponíveis para o transporte do minério quanto ao custo.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 A visão integrada da logística empresarial

O termo logística tem hoje a conotação de gestão, acompanhado pela expressão *Supply Chain Management*, tradução de gerenciamento da cadeia de suprimentos, campo de conhecimento que incorpora uma visão de planejamento, implantação e controle eficiente do fluxo e da armazenagem de bens, serviços e informações do ponto de origem ao ponto de consumo e a forma de atendimento ao cliente (SILVA, 2004).

A logística esteve associada às práticas militares até o fim da Segunda Guerra Mundial e, após esse período, com o avanço tecnológico, a logística passou a ser adotada pelas organizações e empresas civis. De acordo com Bowersox e Closs (2007 p. 24), “não é fácil obter qualidade na logística; a qualidade é um produto de um planejamento minucioso sustentado por treinamento, de uma avaliação abrangente e de um aperfeiçoamento contínuo.” Entre as novas exigências para a atividade logística está a redução nos prazos de entrega e o aumento da qualidade no cumprimento do prazo.

A logística é uma dessas competências-chave que podem ser desenvolvidas como estratégia central. Empresas que desenvolvem vantagens competitivas com base na competência logística desfrutam de uma posição difícil de ser igualada. No entanto, nenhuma situação competitiva é estática. Nesse sentido, o desempenho logístico deve levar em conta que a necessidade dos clientes está sempre se modificando (BOWERSOX E CLOSS, 2007 p. 86).

Para Christopher (2007, p.15), “a gestão de cadeias de suprimentos (*Supply Chain Management*) é a extensão do gerenciamento logístico interno para toda a cadeia externa de fornecimento.” Cada vez mais surgem esforços para a redução do tempo de distribuição mantendo a quantidade e qualidade, superando, assim, as expectativas dos clientes com atendimentos rápidos e eficazes.

Com o surgimento de novas tecnologias, as empresas têm a necessidade de inovarem suas técnicas de gestão, apostando em diferenciação, não se prendendo apenas em vender seus produtos, mas em atender à necessidade e à satisfação de seus clientes. Hoje, sabe-se que, além de ter um preço que permita competir no

mercado, um diferencial é a qualidade da prestação do serviço logístico, pois tem um aspecto muito importante no processo de escolha de um novo fornecedor.

A FIG. 1 apresenta as atividades logísticas na cadeia de suprimentos imediata da empresa com a visualização da distribuição física para os clientes:



FIGURA 1 – Atividades logísticas na cadeia de suprimentos imediata da empresa  
Fonte: BALLOU, 2006, p. 31.

Esses sistemas se entrelaçam na gestão da distribuição dos produtos de determinada organização. Essa inter-relação faz da logística o conhecimento que otimiza e racionaliza um processo para disponibilizar o produto certo, no lugar e no momento corretos, nas condições desejadas e com um custo menor, superando tempo e distância de forma eficaz e eficiente. Dentro das propostas desses sistemas têm-se práticas que envolvem todos os níveis decisórios da organização produtiva, ou seja, do operacional ao estratégico, em que se constitui a logística integrada.

### 2.3 O serviço de transporte na logística empresarial

A atividade transporte pertence a uma série de atividades que, quando reunidas e gerenciadas de forma conjunta e interligadas, constituem a base da logística empresarial.



De acordo com Fleury (2012, p. 1), três indicadores financeiros, ou seja, custos, faturamento e lucro concretizam a importância do transporte para as organizações. O autor diz que o transporte pode representar 60% dos custos logísticos, 3,5% do faturamento, e, em alguns casos, mais que o dobro do lucro, porcentagens essas que variam de empresa para empresa. A explicação é o valor agregado, pois “quanto menor o valor agregado do produto, maior a participação das despesas de transporte no faturamento da empresa”.

Além disso, o transporte ainda deve estar relacionado às variáveis determinantes do valor do frete. Isso inclui o programa de privatização de estradas que, através da concessão de trechos a empresas que passam a ser responsáveis pela manutenção, conservação e prestação de serviços aos usuários, responsabilidade até então do governo, em troca da cobrança de pedágios, vem alterando as características do objetivo maior das rodovias – o de servir de infraestrutura para aumentar a competitividade dos produtos no mercado, seja este interno ou externo, garantindo agilidade, segurança e conseqüentemente custos mais baixos. Em sua essência, acaba por deixar de ser uma infraestrutura voltada para agregação de valor e conseqüente aumento de competitividade da produção nacional, para se tornar uma atividade comercial, que oferece serviços aos usuários, antes oferecidos em menor escala, quando da gestão pública, gerando um custo maior para os usuários dessa infraestrutura, ao invés de reduzi-lo.

Para a administração de transporte, algumas decisões estratégicas e operacionais precisam ser tomadas pelas empresas. Segundo Fleury (2012, p. 1), “as decisões estratégicas se caracterizam pelos impactos de longo prazo, e se referem basicamente a aspectos estruturais”, e podem ser entendidas como a escolha de modais, a propriedade da frota, uma seleção e uma negociação com transportadores ou como consolidar cargas. “As decisões operacionais são geralmente de curto prazo e se referem às tarefas do dia a dia dos responsáveis pelo transporte”, podendo ser entendidas como planejamentos de embarques, programação de veículos, roteirização, auditoria de fretes e gerenciamento de avarias.

Ballou (2006) explica que a participação ativa e constante da atividade do transporte no processo de produção e distribuição, faz com que lhe seja confiada um peso significativo na composição do custo dos bens finais. Por isso, o setor de

transportes de carga requer uma administração que procure alcançar a equalização das variáveis: baixo custo, segurança, agilidade e flexibilidade.

O custo para o transportador é simplesmente o custo do transporte mais taxas de acessórios ou de terminais para serviços adicionais executados. No caso de serviço contratado de terceiros, o frete para transportar a carga mais quaisquer outras taxas adicionais, tais como recolher cargas na origem, entrega no destino final, seguros ou preparação e acondicionamento das mercadorias para transporte, compõem o custo total do serviço realizado. No caso de transporte próprio, o custo será a soma de todos os custos relevantes ao carregamento em questão. Os custos relevantes incluem itens como combustível, mão de obra, manutenção, depreciação do equipamento e custos administrativos BALOU, 2007, p. 121).

De acordo com Caixeta-Filho e Martins (2001), algumas variáveis podem influenciar o estabelecimento do preço do frete, a saber: distância percorrida, custos operacionais, possibilidade de carga de retorno, carga e descarga, sazonalidade da demanda por transporte, especificidade da carga transportada e do veículo utilizado, perdas e avarias, vias utilizadas, pedágios e fiscalização, prazos de entregas e aspectos geográficos. Pode-se também identificar o risco de roubo, como uma variável determinante do valor do frete, exigindo dos transportadores maiores gastos e investimentos em sistemas que permitam um melhor monitoramento e gerenciamento de risco, tanto de seus equipamentos de transporte, quanto da equipe de transporte e da carga transportada.

Fleury (2012, p. 1) explica que “a decisão sobre ter frota própria, ou utilizar ativos de terceiros, é a segunda mais importante decisão estratégica no transporte”. Utilizar terceiros nas operações de transporte tem a ver com a rentabilidade sobre investimentos e o resultado do lucro.

Para Fleury (2012), a tendência de utilização de terceiros, no Brasil, se dá ao fato de poucos investimentos em frota própria, além dos baixos preços cobrados pelos transportadores autônomos, o que torna uma parceria conveniente para 90% das empresas que operam no setor de transporte de cargas.

Para a realização da avaliação de desempenho, é necessário o desenvolvimento de indicadores, pois um serviço de transporte contém diversas características de desempenho comprado a um determinado preço e essa variedade é quase ilimitada. Segundo Ângelo (2012), os passos para criação de um processo de medição de desempenho dentro de processos logísticos são a definição de quais atributos ou tipos de fatores, como tempo, custo, nível de serviço e qualidade, são

críticos para que o sistema atinja suas finalidades: o mapeamento dos processos interfuncionais usados para obter resultados e identificação das relações de causa e efeito existentes, a identificação dos elementos críticos e das capacidades necessárias para a execução dos processos satisfatoriamente e a concepção de medidas que monitorem esses elementos, capacidades e respectivos padrões e metas.

Ballou (2007) concorda com Ângelo (2012) quando diz que:

O usuário de transportes tem uma variada gama de serviços a seu dispor, todos eles girando em torno dos cinco modais básicos. A variedade é quase infinita: (1) os cinco modos podem ser usados combinada mente, (2) agentes, sindicatos, associações comissariaria podem prestar serviços indiretos e (3) pode ser usado exclusivamente um único modo de transporte. Dentre todas as alternativas possíveis, o usuário deve selecionar o serviço ou combinação de serviços que providencie o melhor balanço entre qualidade oferecida e custo. Esta tarefa de seleção de serviço não é tão complicada como parece à primeira vista, pois as circunstâncias que cercam uma situação particular geralmente reduzem a escolha para apenas poucas possibilidades razoáveis. Para auxilia resta decisão, o serviço de transporte pode ser encarado com base nas características gerais de todos os serviços. Estes critérios são: (1) custo, (2) tempo médio de entrega, (3) tempo de trânsito e sua variação e (4) perdas e danos. Presume-se que o serviço está disponível e pode ser fornecido com frequência adequada (BALLOU, 2007, p. 121).

Os autores pesquisados ainda alertam para modelos que identifiquem atributos de desempenho em sistemas de transportes, definindo relações básicas que devem ser monitoradas envolvendo recursos, produção, consumo e concorrência.

## **2.4 Modais estratégicos do transporte de minério de ferro**

Coelho e Morales (2012) analisam os modais logísticos indicados para o transporte de minério, ressaltando que três alternativas para o transporte de concentrado de minério de ferro entre mina e porto são o rodoviário, com caminhões graneleiros, o ferroviário, em vagões, e o duto, sob a forma de polpa aquosa.

Em relação ao transporte rodoviário, esses autores falam da formação de preço do transporte de carga por rodovia alinhada com a “regra de bolso” dos caminhoneiros de cobrar o equivalente ao preço de um litro de óleo diesel por quilômetro percorrido, o que eventualmente é aplicado, um desconto para distâncias

maiores, ou um acréscimo para movimentos sem possibilidade de carga de retorno (ou até a duplicação da distância).

É por isso que este modal muitas vezes mostra-se inviável, tendo em vista o número de caminhões semipesados trafegando diariamente nas vias, bem como o número dos mesmos caminhões fazendo a viagem de retorno à mina, descarregados, implicando em custos adicionais devido a acréscimo previsto para o caso de movimentos sem possibilidade de carga de retorno, o que aumenta os custos e uma enorme sobrecarga aos deficientes sistemas rodoviários atuais, além de uma maior emissão de poluentes na atmosfera devido à queima de combustível (COELHO e MORALES, 2012).

Segundo Ballou (2007), é o mais expressivo no transporte de cargas no Brasil, atingindo praticamente todos os pontos do território nacional, pois desde a década de 50, com a implantação da indústria automobilística e a pavimentação das rodovias, esse modo se expandiu de tal forma que hoje é o mais procurado. Difere do ferroviário, pois se destina principalmente ao transporte de curtas distâncias de produtos acabados e semiacabados. Por via de regra, apresenta preços de frete mais elevados do que os modais ferroviário e hidroviário, portanto sendo recomendado para mercadorias de alto valor ou perecíveis [...] apresenta custos fixos baixos (rodovias estabelecidas e construídas com fundos públicos), porém seu custo variável (combustível, manutenção, etc.) é médio.

As vantagens deste modal estão na possibilidade de transporte integrado porta a porta e de adequação aos tempos pedidos, assim como a frequência e a disponibilidade dos serviços. Apresenta como desvantagem a possibilidade de transportar somente pequenas cargas.

O transporte ferroviário, para Coelho e Morales (2012, p. 1), é utilizado para o transporte de grandes bens minerais, implica na existência de linha férrea própria ou de terceiros, ou construção, disponibilidade de equipamentos de carga e descarga e de locomotivas e vagões para o transporte. O custo desse modal é baseado na tabela tarifária praticada pela FCA para transporte de granéis minerais, para faixas quilométricas entre 401 e 800 km, e “é cobrada a parcela fixa de R\$11,39 e R\$ 0,07611 por tonelada a cada quilômetro percorrido” e uma projeção para a escala inicial de produção de minério de ferro geraria “o orçamento de R\$ 0,07611 x 24,5 Mtpa = R\$ 1.864.965,00 por tonelada do minério transportada ao ano, além da cobrança do valor

de R\$ 11,39 por cada viagem”, o que depende da quantidade de vagões e capacidade dos mesmos (COELHO e MORALES, 2012, p. 1).

Barat (2012, p. 1) acrescenta que a ferrovia é basicamente um transportador de longo curso e de baixa velocidade, que “em 1999 mantinha uma viagem média de 712 milhas à velocidade média de 20 milhas por hora.” A distância média diária percorrida por vagão foi de 64 milhas por dia em linha de transporte. Essa velocidade relativamente baixa e a curta distância diária percorrida refletem o fato de que a maior parte (86%) do tempo em trânsito é empregada em operações de carga e descarga, movendo-se de um lugar a outro dentro dos terminais, classificação e montagem de vagões nos trens, ou no tempo ocioso característico das temporadas de baixa demanda dos vagões. O serviço ferroviário comum é principalmente de carga completa (CL - *carload*). Essa diz respeito a um tamanho predeterminado de embarque, normalmente próximo ou excedente à capacidade média do vagão, sendo-lhe aplicada uma taxa estabelecida.

Ainda em Barat (2012)

Os grandes obstáculos para a competitividade e expansão do modal ferroviário, que contribuem para a redução dos seus níveis de produtividade, são: corredores principais com capacidade limitada e/ou descontinuidades de velocidade média para o transporte intensivo de cargas; limitações graves de capacidade nos acessos aos portos; invasões e construções irregulares às margens das ferrovias, especialmente nas periferias metropolitanas; excesso de passagens em nível e ausência de contornos ferroviários nas principais regiões metropolitanas; e deficiências nos mecanismos de regulação do tráfego mútuo entre concessionárias (BARAT, 2012, p. 1).

Em Coelho e Morales (2012), o transporte dutoviário de minerais (ferro, caulim, bauxita, fosfato e outros), classificados como inertes e não perigosos pelos critérios da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), são colocados no duto na área da mina / da planta de beneficiamento do minério e bombeados, por longas distâncias, até estações de processamento próximas aos portos, com elevada margem de segurança operacional e ambiental, sendo raros os registros de acidentes nesse modal de transporte. Os dutos são tubos, subterrâneos ou aparentes, cuja infraestrutura construída serve como veículo para transportar produtos em seu interior, impulsionados por bombeamento ou por um jato de água contínuo, submetido à forte pressão. Assim, esse modal de transporte permite a remessa de produtos a longas distâncias.

O mineroduto apresenta um baixo custo operacional, quando comparado a outras alternativas de transporte, para grandes volumes transportados e para longas distâncias, como é o caso de estudo neste trabalho. Seu funcionamento independe de variações climáticas e a ocorrência de chuvas não interfere na disponibilidade e nas condições de transporte da polpa de minério de ferro, o que, certamente, afetaria os outros meios de transporte (COELHO e MORALES, 2012).

Outra característica importante da utilização do mineroduto é a locação fixa do sistema de transporte, que provocará impactos ambientais negativos pouco significativos na etapa de implantação e irrelevantes na fase de operação, o que não ocorreria com as alternativas de transporte rodoviário ou ferroviário. Além disso, o mineroduto apresenta mínimos riscos de acidentes ambientais e humanos (COELHO e MORALES, 2012).

A técnica é utilizada desde 1967, na Tasmânia, e ainda continua em operação. No Brasil, o mineroduto foi construído na Bahia, “com diâmetro de duas polegadas e 1 km de extensão, ligando a "Refinaria Experimental de Aratu" ao Porto de Santa Luzia” para receber “o petróleo dos "Saveiros-Tanques" vindos dos campos de Itaparica e Joanes, com início de operação em maio de 1942” (COELHO e MORALES, 2012, p. 1).

A FIG. 2 ilustra esse modal:



FIGURA 2 – Foto de um mineroduto  
Fonte: VAZ, OLIVEIRA e DAMASCENO, 2012, p. 1.

Em comentários significativos sobre o modal mineroduto, podem-se registrar que a natureza de uma dutovia é singular se comparada a outros modais de transporte. Os dutos operam 24 horas, sete dias por semana, com restrições de funcionamento apenas durante manutenção e mudança de produto transportado. Ao contrário dos outros modais, não existe um veículo vazio a retornar uma vez que, dos quatro elementos do transporte – a via, a unidade de transporte, a unidade de propulsão e o terminal – a dutovia em si combina três deles: somente o terminal (tanque de armazenagem, por exemplo) é separado (VELOSO, OLIVEIRA e DAMASCENO, p. 1).

Em relação aos custos:

Os dutos são os que apresentam maior custo fixo e o menor custo variável entre todos os modais. O alto custo fixo resulta do direito de acesso, da construção, da necessidade de controle das estações e da capacidade de bombeamento. A área que precisa ser desapropriada para a construção, chamada de faixa de servidão, é um dos responsáveis pelo elevado custo fixo (VELOSO, OLIVEIRA e DAMASCENO, p. 1).

No que se refere às vantagens:

[...] 1. por ser a dutovia a própria unidade de carregamento, não há necessidade de se usar embalagens de transporte; 2. não existe o problema da viagem de retorno para equacionar, bem como o processo não sofre influência do congestionamento ou dificuldades físicas a transportar, como por exemplo, longas zonas áridas ou congeladas; 3. é um meio de transporte que demanda pouca mão-de-obra; 4. em geral a segurança nas dutovias é superior à de outros modais, sendo assim indicada para o transporte de produtos perigosos como etileno ou GLP. 5. baixo custo de operação; 6. independência em relação às condições do tempo na sua operação função de armazenagem em consequência do seu longo tempo total de trânsito (VELOSO, OLIVEIRA e DAMASCENO, p. 1).

Em relação às desvantagens:

As desvantagens são: 1. necessidade de grande investimento em capital; 2. inflexibilidade quanto à rota de distribuição. Uma vez fixados os dutos, sua posição não é fácil de alterar. Por este motivo, é adequado a produtos que mantenham sua demanda restrita a pontos fixos. 3. não é adequado ao transporte de mercadorias que estejam sujeitas a mudanças de padrão de carregamento; 4. seu uso só pode ser estendido a certos grupos de mercadorias dentro de um mesmo duto. Embora seja tecnicamente possível 5 separar um produto de outro sem que eles se misturem durante o transporte, não é aconselhável usar um mesmo duto para carregar parafina e depois leite, por exemplo (VELOSO, OLIVEIRA e DAMASCENO, p. 1).

Como modal de cargas pesadas, o hidroviário ainda é apontado por Ballou (2007) com especificações dos navios em bidirecionais para veículos (*roll-on, roll-off, e vessel*).

Este tipo de transporte pode ser dividido em três formas de navegação, são elas: a cabotagem que é a navegação realizada entre portos ou pontos do território brasileiro, utilizando a via marítima ou entre esta e as vias navegáveis interiores (até aproximadamente, 12 milhas da costa), a navegação interior que é realizada em hidrovias interiores, em percurso nacional ou internacional, e, por fim, a navegação de longo curso, realizada entre portos brasileiros e estrangeiros (BALLOU, 2007).

Em relação aos custos, o transporte hidroviário apresenta custo fixo médio (navios e equipamentos) e custo variável baixo (capacidade para transportar grande quantidade de tonelagem). É o modal que apresenta o mais baixo custo (BALLOU, 2007).

Esse modal apresenta como vantagens a capacidade de transportar mercadoria volumosa e pesada e o fato dos custos de perdas e danos serem considerados baixos comparados com outros modais. Suas principais desvantagens são a existência de problemas de transporte no porto, a lentidão, uma vez que o transporte hidroviário é, em média, mais lento que a ferrovia e a forte influência do tempo. Sua disponibilidade e confiabilidade são afetadas pelas condições meteorológicas (BALLOU, 2007).

Nota-se a importância da escolha de modais em relação aos custos e características de desempenho operacional e, de acordo com a literatura, os conceitos de multimodalidade e intermodalidade são significativos pra o tema em estudo.

De acordo com Ferreira e Ribeiro (2012, p. 1), a multimodalidade é definida como “a integração entre modais”, com o uso vários equipamentos, como contêineres, e a intermodalidade “caracteriza-se pela integração da cadeia de transporte, com o uso de um mesmo contêiner, um único prestador de serviço e documento único”, o que pode prejudicar a arrecadação do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS). Essas autoras ainda explicam que a integração entre modais pode ocorrer entre vários modais: aéreo-rodoviário, ferroviário-rodoviário, aquário-ferroviário, aquário-rodoviário ou, ainda, mais de dois modais. A utilização de mais de um modal agrega vantagens a cada



modal, caracterizados pelo nível de serviço e custo. De acordo com o produto, cliente, prazo, recursos financeiros, a empresa faz a melhor escolha.

## **2.5 A tecnologia dos Transportadores de Correia de Longa Distância (TCLD)**

A tecnologia dos transportadores de correia apresenta melhores soluções para o transporte de granéis sólidos em longas distâncias, sendo ideais para terrenos acidentados e de difícil acesso, pois superam vales profundos com facilidade. Possuem características exclusivas que possibilitam desenvolver curvas verticais e horizontais inigualáveis, minimizando investimentos e reduzindo as necessidades de terraplanagem e desmatamento. (NORDELL, 1999. STEVEN, 2008).

Um transportador de correia (TC) tem como componentes principais as correia, os roletes o tambor da tração da correia e um conjunto de acionamento composto por um motor elétrico e um sistema de transmissão, que é um redutor de velocidade (para as correias, têm-se velocidades baixas, com cerca de 1, 2 e 4 m/s) (UFBA, 2012, p. 1).

A correia, em geral, é o componente que requer a maior atenção na fase de projetos, não só por sua importância na composição do custo inicial do equipamento, mas também porque o seu dimensionamento influi na seleção dos demais componentes (UFBA, 2012).

Como exemplo, pode-se citar o transportador da mina de Curragh, construído em 2007 na Austrália, cuja velocidade máxima é “prevista para 7,5 m/s” (CALIJORNE, 2012, p. 1) e o transportador MRC Cable Belt da Metso, com design único, ideal para transportes a longa distância que exijam curvas verticais e horizontais, é apresentada na FIG. 3.

Esse atravessa montanhas e vales nas montanhas Appalachian, em West Virginia (METSO, 2012, p. 1), levando carvão da mina até uma estação de carregamento de trem, com um comprimento total de “cerca de 6,4 km com uma elevação de 160 metros”.



FIGURA 3- Transportador MRC Cable Belt da Metso/Virgínia  
Fonte: METSO, 2012, p.1.

Os custos de instalação e trabalho civil, que são características importantes de grandes transportadores, são reduzidos, o que também é constatado pela habilidade de fazer curvas de pequeno raio nesse tipo de transportador. Também é importante ressaltar que rotas que necessitariam de múltiplos transportadores convencionais podem ser feitas por um único transportador MRC, ou seja, as transferências múltiplas são eliminadas, reduzindo a degradação do material, a manutenção e até o consumo de energia (METSO, 2012).

De acordo com Fontana Neto (2012), uma das preocupações das mineradoras é a preservação ambiental e do patrimônio histórico brasileiro e por isso aumentar o fluxo de cargas com responsabilidade pode ser viável a partir da implantação do tipo de transporte em estudo.

Para tanto, o desafio foi à substituição do sistema cremalheira, que só pode transportar quatro vagões ou 500 toneladas por viagem, o que é pouco para uma ferrovia e insuficiente para as necessidades do transporte.

O projeto do TCLD não altera a paisagem e o patrimônio histórico de uma região por passar por um túnel exclusivo para a correia, não provocando desmatamentos ou interferência em áreas ambientais. Por fluir suspensa numa estrutura metálica, permite o livre deslocamento de pequenos animais.

A correia também é a melhor alternativa segura quanto à emissão de poeiras, baixos níveis de ruído e adaptabilidade de executar um sistema de transporte que se

adapte facilmente a curvas horizontais ou verticais, adaptando-se ao terreno e ao traçado do percurso. Vejam-se as observações de Fontana Neto (2012):

**Tecnologia conhecida:** o sistema a ser adotado pela MRS Logística, o TCLD é uma alternativa de transporte largamente utilizada no Brasil e no mundo, com excelentes resultados em termos de sua eficiência e efeitos positivos, como a eliminação de transporte por veículos pesados e a consequente redução de acidentes. É uma tecnologia utilizada há mais de 20 anos para o transporte de minério de ferro, carvão, calcário bruto, bauxita e outros granéis, em países como o Brasil (notadamente no Quadrilátero Ferrífero, MG), EUA, Inglaterra, Canadá, África do Sul, Austrália, entre outros (FONTANA NETO, 2012).

**Segurança:** O TCLD é a tecnologia que apresenta o menor risco de derramamento de conteúdo. Ao longo do percurso, sensores a cada 100 metros acusarão o mínimo desvio da esteira e darão o alerta via fibra ótica (FONTANA NETO, 2012).

**Adaptabilidade:** O sistema executa facilmente curvas horizontais ou verticais, adaptando-se ao terreno e ao traçado já existentes, sendo o mais adequado à região da Serra do Mar (FONTANA NETO, 2012).

**Menor impacto:** A emissão de poeiras será controlada por eficientes sistemas projetados para o transbordo do material. (FONTANA NETO, 2012).

O sistema possui baixos níveis de ruído, sem provocar interferências com a população de Paranapiacaba e Cubatão ou com a fauna da Serra do Mar que é o exemplo do projeto da MRS Logística, conforme ilustrado na FIG. 4:

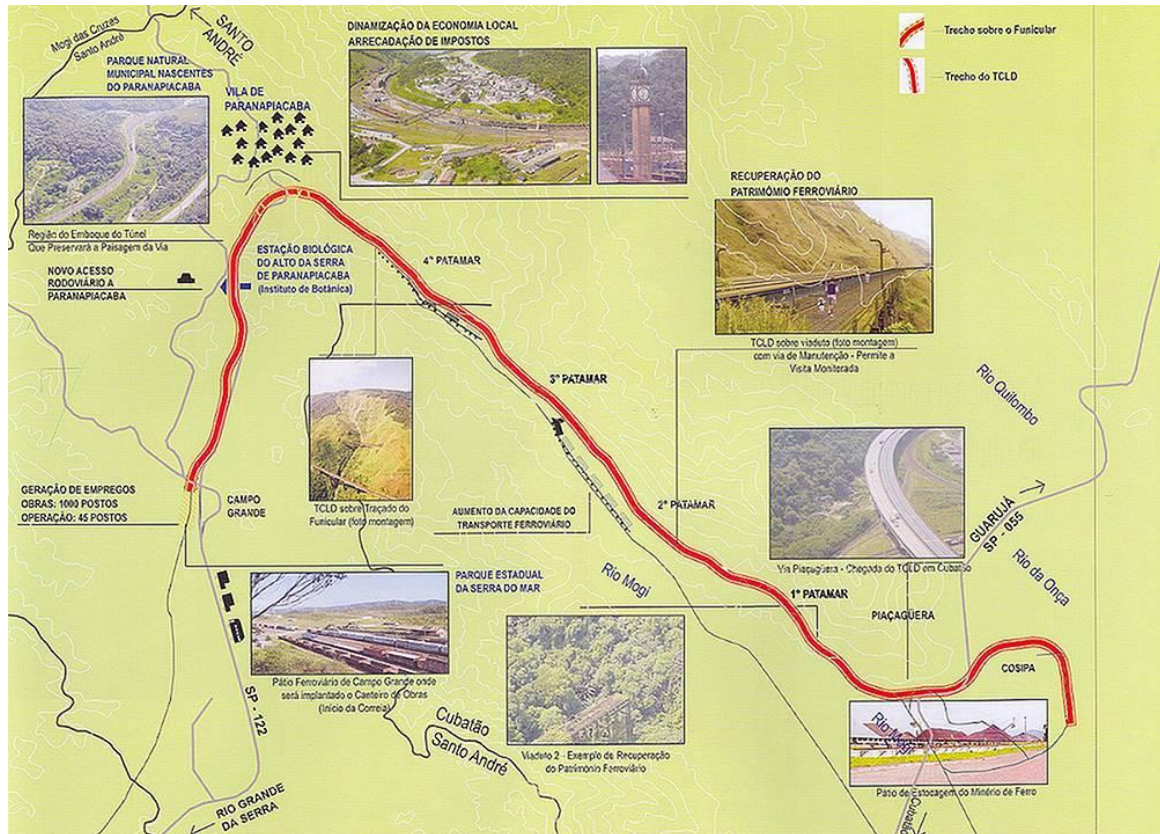


FIGURA 4 – Exemplo de um projeto da MRS Logística  
 FONTE: FONTANA NETO, 2012, p. 1.

Calijorne (2012, p. 1) concorda com Fontana Neto (2012), quando afirma que “na produção mineral, na fabricação de cimento e em outras indústrias, o transporte dos produtos a granel é objeto de grande atenção, por sua influência nos custos de operação e manutenção e as preocupações com segurança e meio ambiente”. É por isso que esse autor defende as correias transportadoras como um “meio de transporte adequado para uma ampla variedade de aplicações, por sua segurança, confiabilidade e baixos custos relativos de implantação e operação”. Ainda acrescenta que, por ser o transporte de materiais granulados a longas distâncias entre as plantas de beneficiamento e os pontos de embarque, como portos e estações de despacho ferroviário, ou mesmo entre unidades da mesma linha de produção a serem bastante comuns, alguns aspectos são relevantes nesse tipo tecnologia para a questão ambiental.

Em primeiro lugar a escolha de correias pode minimizar gastos de energia elétrica. Em suas palavras:

O emprego de correias de baixa resistência ao rolamento representa considerável economia na demanda de energia, possibilitando a redução dos motores a instalar, com a conseqüente redução das tensões máximas de correia a serem suportadas pelo equipamento. Tudo isso significa considerável economia na implantação e na operação do sistema de transporte, mantendo-se ou até aumentando a sua disponibilidade e margem de segurança operacional (CALIJORNE, 2012, p. 1).

Em segundo lugar, as estruturas do TCLD colaboram para a transposição de obstáculos, ou seja: aspectos ambientais que não são destruídos quando da implantação de uma ferrovia (CALIJORNE, 2012).

Ao vencer longas distâncias, devem ser evitadas, na medida do possível, as transferências de material, quer dizer, os transportadores, caso possível, devem fazer curvas horizontais para evitar casas de transferência. Os transportadores de longa distância devem acompanhar ao máximo a topografia do terreno, para evitar estruturas elevadas e fundações caras. No caso de estruturas elevadas, deve ser selecionado o vão ideal, que venha proporcionar maior economia. A determinação do vão ideal, ou distância entre colunas, depende da altura necessária para as mesmas. E o uso de túneis deve ser considerado na transposição de obstáculos, como áreas habitadas ou mesmo matas e reservas ambientais, pois muitas vezes essa solução pode ser benéfica, tanto econômica quanto ambientalmente (CALIJORNE, 2012).

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Tipo de pesquisa

Neste estudo, a pesquisa empírica se caracterizou por ser descritiva, segundo os objetivos, e ao mesmo tempo, nos moldes de um estudo de caso, segundo as fontes de dados, com uma abordagem qualitativa.

A pesquisa descritiva, segundo Michel (2005, p. 36), é muito apropriada para a área de ciências humanas e sociais, tendo o propósito de “analisar, com a maior precisão possível, fatos ou fenômenos em sua natureza e características, procurando observar, registrar e analisar suas relações, conexões e interferências”, procurando conhecer e comparar as várias situações que envolvem o comportamento humano, individual ou em grupos sociais ou organizacionais, nos seus aspectos social, econômico, cultural, como exemplos. Para os propósitos da pesquisa descritiva, os fatos e os fenômenos devem ser extraídos do ambiente natural, da vida real, onde ocorrem, e analisados à luz das influências que o ambiente exerce sobre eles. “Por esse motivo, uma pesquisa de campo deve ser orientada pelos princípios da pesquisa descritiva” (MICHEL, 2004, p. 36).

Nas palavras de Michel (2005) esse tipo de pesquisa tem as seguintes características:

- utilizada para conseguir informações e/ou conhecimentos acerca de um problema;
- não se limita à simples coleta de dados, que é uma de suas fases, mas requer outros procedimentos;
- caracteriza-se pela coleta dos dados no ambiente real no qual a situação ou o problema ocorre, constituindo parte integrante da pesquisa descritiva;
- presta-se mais para o estudo de indivíduos, grupos, comunidades, instituições, aspectos gerais da sociedade (MICHEL, 2005, p. 37).

Dessa forma, entende-se que a pesquisa de campo visa verificar como a teoria estudada comporta-se na prática e como necessita de instrumentos que possibilitem coletar dados da vida real, das experiências e vivências do dia a dia para verificar, testar e confirmar como a teoria estudada se aplica à realidade.

Já as características de um Estudo de Caso, definidas por Yin (2005), são uma base de referenciais teóricos para formar a linha mestra da análise a ser feita e outras descobertas que virão com a interpretação do contexto em que ocorrem os

fatos (observações do meio e das pessoas, o conhecimento obtido pela manipulação das informações sobre o caráter da situação). Esse tipo de estudo utiliza uma linguagem e uma forma comunicativa mais clara, inclusive podendo ser ilustrado com gráficos, tabelas ou outras informações significantes para o seu total entendimento.

### **3.2 Técnica de coleta de dados**

Uma técnica de coleta de dados é uma ferramenta essencial para a fidelidade, qualidade e completude da pesquisa, devendo sua elaboração e sua aplicação seguirem critérios técnicos rigorosos, que não comprometam a qualidade dos resultados, pois de acordo com Michel (2005, p. 27), “dados e informações ruins, incompletos, distorcidos, falsearão a realidade e, conseqüentemente, tornarão a análise pobre e sem utilidade para a cientificidade da pesquisa”.

Como este estudo teve uma abordagem qualitativa, escolheu-se a técnica da entrevista, que possibilitou o encontro direto com os sujeitos considerados estratégicos para responder ao problema desta pesquisa (APÊNDICE A).

Seis sujeitos participaram da pesquisa, por trabalharem na Gerência Geral de Engenharia de Projetos (GGEP), da Companhia Siderúrgica Nacional CSN. As entrevistas foram enviadas para o *e-mail* dos pesquisados durante os meses de setembro, outubro e novembro de 2012.

### **3.3 Tratamento de dados**

Os dados foram tratados de forma qualitativa, fundamentando-se na discussão da ligação e da correlação de dados interpessoais, na coparticipação das situações dos informantes, analisados a partir da significação que esses dão aos seus atos.

No tratamento qualitativo, a verdade não se comprova numérica ou estatisticamente, mas convence na forma da experimentação empírica, a partir de análise feita de forma detalhada, abrangente, consistente e coerente, assim como na

argumentação lógica das ideias. Na pesquisa qualitativa o pesquisador participa, compreende e interpreta.

Importante ainda ressaltar a análise de dados baseada na análise de conteúdo, que, segundo Lakatos e Marconi (1998, p. 115), “é uma técnica que visa aos produtos da ação humana, estando voltada para o estudo das ideias e não das palavras em si”. Nesse sentido, a entrevista se prestou para descrever as tendências gerais do teor dos comunicados, comparar os níveis de comunicação, examinar o teor da comunicação em confronto com objetivos, identificar as interações ou outras características das comunicações e determinar o estado psicológico dos entrevistados, além de contemplar questões relacionadas à audiência ou efeito de conteúdo da pesquisa em seu foco de atenção.



## 4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 Caracterização da Mineradora

Empresa de capital aberto, com ações negociadas nas Bolsas de Valores de São Paulo (BM&FBOVESPA) e de Nova Iorque (NYSE), e com mais de vinte mil colaboradores, a CSN é uma empresa altamente integrada, com negócios em siderurgia, mineração, cimento, logística e energia.

A Companhia atua em toda a cadeia produtiva do aço, desde a extração do minério de ferro, até a produção e comercialização de uma diversificada linha de produtos siderúrgicos de alto valor agregado, incluindo aços planos revestidos galvanizados e folhas metálicas. O sistema integrado de produção, aliado à qualidade de gestão, faz com que a CSN tenha um dos mais baixos custos de produção da siderurgia mundial.

A partir de 2007, a CSN, com sua controlada em conjunto NAMISA, passou a comercializar minério de ferro no mercado transoceânico. A CSN administra, ainda, dois terminais portuários em Itaguaí (RJ), o Tecar, por onde é embarcado o minério de ferro para o mercado transoceânico, e o terminal de contêineres, Sepetiba Tecon. Com a expansão da mina de Casa de Pedra, a CSN vem firmando sua posição como um importante *player* no mercado de minério de ferro, sendo, em conjunto com a NAMISA, o segundo maior produtor nacional.

A mina própria de Casa de Pedra, com reservas provadas e prováveis de mais de 1,6 bilhão de toneladas, fica localizada no município de Congonhas, em Minas Gerais, e abastece a CSN com minério de ferro de alta qualidade, tão necessário à produção siderúrgica.

A CSN vem implantando projetos de expansão na mina de Casa de Pedra e na NAMISA, de modo a atingir uma capacidade total anual de 89 milhões de toneladas de minério de ferro. A capacidade de produção da mina de Casa de Pedra atingirá 50 milhões de toneladas anuais, enquanto na NAMISA os projetos de concentração e pelotização completarão a capacidade total.

A eficiência logística é fator determinante para o bom desempenho econômico-financeiro das atividades da Companhia, principalmente mineração e

siderurgia. A CSN administra dois terminais no Porto de Itaguaí, no Rio de Janeiro: o terminal de granéis sólidos (Tecar) e o terminal de contêineres (Sepetiba Tecon).

O Tecar, terminal de granéis sólidos, por onde é embarcado o minério de ferro para o mercado transoceânico, fica localizado no Porto de Itaguaí. A CSN vem trabalhando na expansão desse terminal, visando atingir uma capacidade de embarque de 84 milhões de toneladas de minério de ferro por ano.

O Sepetiba Tecon é um porto concentrador de cargas (*hub port*), sendo o maior terminal de contêineres do Rio de Janeiro e um dos maiores do Brasil em seu segmento. Para a expansão do Sepetiba Tecon estão previstos investimentos em infraestrutura, com a aquisição de novos equipamentos e a equalização do berço 301.

A CSN tem participação em duas companhias ferroviárias: a MRS Logística e a Transnordestina Logística S.A.

A MRS Logística (MRS) opera a antiga Malha Sudeste da Rede Ferroviária Federal S.A. (RFFSA), no eixo RJ-SP-BH e a CSN possui, direta e indiretamente, 33,27% de seu capital votante.

O principal segmento de atuação da MRS é o de clientes chamados *heavy haul* (cargas de minério, carvão e coque).

Em 2006, a Transnordestina S.A. foi incorporada pela Companhia Ferroviária do Nordeste (CFN) e foi posteriormente denominada Transnordestina Logística S.A. (TLSA).

A Transnordestina Logística S.A. (TLSA) é operadora da antiga malha nordeste da RFFSA, percorrendo sete estados: Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas, com extensão total de 4.534 km. O contrato de concessão da TLSA foi assinado em 1997, com duração de 30 anos, podendo ser prorrogado por igual período.

A participação da CSN no capital social da TLSA ao final de 2011 atingiu 70,91%. A TLSA, com o apoio do governo federal, está construindo a ferrovia Nova Transnordestina, com extensão de 1.728 km, que interligará o terminal ferroviário em Eliseu Martins (PI) aos portos de Pecém (CE) e de Suape (PE).

## 4.2 O transportador de correia TCLD como estratégia na mineradora

O transportador de correia TCLD é um equipamento que foi projetado e instalado para atender a ampliação da capacidade da Mineração de 21MTPA para 53 MTPA (Milhões de Toneladas Por Ano) e destina-se ao transporte de sínter e granulado, desde o pátio de produtos, próximo ao pátio de homogeneização de minério, até os pátios de embarque para o sistema de carregamento de vagões.

Conforme esses dados pode-se perceber o sentido principal da logística visto na literatura (BOWERSOX E CLOSS, 2007), como uma competência-chave que pode ser desenvolvida como estratégia central, sendo a tecnologia em estudo uma vantagem competitiva que vem trazendo agilidade ao desempenho no transporte de minério.

O transportador TCLD foi calculado pela Tecnometal e por duas das mais consagradas empresas que atualmente executam cálculos dinâmicos em correias transportadoras no mundo: a Helix Technologies, e a Scientific Solutions.

Devido às suas particularidades, tais como capacidade de transporte, locação e arranjo dos acionamentos e topografia do relevo local, o projeto desse TCLD, exigiu vários estudos específicos.

O transportador TCLD tem um comprimento de 3208,4m (distância entre tambores extremos) e um desnível de -196,22m, desde o nível no ponto de carregamento (na cauda) até o nível no ponto de descarregamento (na cabeça).

Foi instalado em um terreno com a topografia muito acidentada. Ao longo destes 3.200m, foram construídas cinco pontes, tendo a mais longa delas uma extensão de aproximadamente 500m.

O perfil do transportador tem trechos com inclinações significantes e desnível tal que torna o sistema de caráter regenerativo, em determinadas condições e capacidades de carregamento, tendo como consequência a geração de energia elétrica pelos motores dos acionamentos, que quando estão exercendo a frenagem do TCLD, esta energia elétrica gerada retorna para o sistema elétrico da Mineradora, que, durante essa geração, deixa de comprar da concessionária de energia elétrica, a energia proporcional à gerada.

O TCLD tem a capacidade de transportar de 4.000 T/h de minério em regime de funcionamento contínuo, 24 horas por dia e, em um dia, transporta 96.000 toneladas de minério.

Considerando a capacidades de transporte de minério por caminhão como 15 toneladas, teríamos que ter 6.400 viagens/dia de caminhão para transportar o mesmo volume de minério correspondente ao que é transportado pelo TCLD.

A previsão é de que o investimento na construção do TCLD se pague em um ano de funcionamento deste, com plena carga.

Ecologicamente, o projeto TCLD é muito vantajoso, porque é um equipamento que não polui o meio ambiente, gera energia elétrica e elimina a realização de 6.400 viagens/dia de caminhões de minério movidos a diesel e o uso das retroescavadeiras, também movidas a diesel, usadas para fazer os carregamentos dos caminhões.

Esse dado está de acordo com as observações do autor Fontana Neto (2012), que vê esse tipo de transporte como uma boa alternativa para não emitir poeiras e possibilitar baixos níveis de ruído.

Para a definição para a escolha do TCLD foram levados em consideração alguns pontos importantes: o tipo de perfil do terreno, o menor custo operacional, a tecnologia já implantada e com bons resultados em outras empresas, o sistema regenerativo (gerar energia para ser usada em outros equipamentos), a boa disponibilidade física para a operação e a facilidade de manutenção.

Em relação ao questionamento de se comparar os modais disponíveis para o transporte de minério em relação ao TCDL, que é a atual escolha da mineradora, pode-se registrar que já existe um contrato da GPA referente à movimentação do produto com caminhões médios, uma vez que a malha da MRS atende à CSN para escoamento de produção para porto e usina em Volta Redonda. Os gestores acreditam que essa estratégia seria interessante para a economia do processo, porque seria uma forma de introduzir uma malha férrea dentro da mineração para fazer o serviço que o TCLD faz. Mas, cálculos ainda não são palpáveis, pois a ideia está sendo estudada e o levantamento dos custos de operação da linha férrea e o custo com o investimento ainda está sendo realizado.

Quando o transporte de caminhão se faz necessário, no caso da Casa de Pedra, (para substituição de correias), isso acontece devido às paradas da correia para manutenção, à taxa de produção da classificação ser maior que a capacidade

de transporte da correia (antes da liberação da TCLD) e ao fato de que, também, no transporte de produtos da classificação para estoques não operacionais, quando a produção de minério é maior que o carregamento de trens e de estoque não operacionais para carregamento, quando a produção de minério é menor que o carregamento é maior que o de trens. No momento, após o início de operação da TCLD, o transporte realizado por caminhões é utilizado para aumento de produção de minério não beneficiado dispostos em locais onde não há opção da correia e, também, para transporte de minério para correção de qualidade (manganês e fino silicoso).

Em relação aos custos do processo logístico, em Casa de Pedra, o transporte é pago de acordo com a DMT (distância média de transporte). No caso do transporte das correias (Cable Belt e TCLD), é substituído por caminhões na DMT de 8km, no valor aproximado de R\$ 8,55 por tonelada. Cada caminhão transporta 26 toneladas por viagem e as realiza em aproximadamente 40 minutos, cada.

Para verificar os aspectos de redução de custo há a questão dos os valores do contrato da GPA e sua aplicabilidade (caminhões) *versus* o custo de manutenção do TCLD (salários dos mecânicos + materiais empregados na manutenção, etc.), para ver qual tem o melhor custo. Os gestores acreditam que, utilizando a comparação após o referido levantamento, ficará mais fácil explicar a utilização do TCLD. Daí a melhoria no custo da armazenagem, ou seja, o quanto de material é perdido na forma de estocagem com caminhões e na forma de estocagem com TCLD poderá realmente ser avaliado e, portanto, a empresa poderá eleger outro tipo de modal ou escolher somente o TCLD, comparando-se com os caminhões porque é o modal disponível hoje na mina para a base de comparação.

#### Implantação

A instalação de um transportador convencional ao lado e ao longo de outro existente (*cable belt*) favoreceu a sua construção, porque passou pelos obstáculos sem a necessidade de modificação do terreno original ou de remoção de interferências, trazendo economia em serviços de terraplanagem, escavação e acessos diversos.

Notam-se os comentários do autor Fleury (2012) nesse resultado, que assevera que, para a administração do transporte, as decisões estratégicas e as decisões operacionais precisam ser tomadas pelas empresas com impactos de longo prazo, referindo-se, basicamente, a aspectos estruturais. Ainda, o autor Ballou

(2007) comenta a estratégia de transporte como uma participação ativa e constante no processo de produção e distribuição, para que tenha um peso significativo na composição do custo dos bens finais, sendo por tal razão que o setor de transportes de carga requer uma administração que procure alcançar a equalização das variáveis: baixo custo, segurança, agilidade e flexibilidade.

#### Consumo de energia

Devido à diferença de nível entre a carga e a descarga e à inércia da carga em movimento, o TCLD é regenerativo, ou seja, gera energia ao invés de consumir.

#### Custos de implantação

Estima-se que o custo de implantação de um transportador de correia convencional é 1/3 do custo de instalação de outras tecnologias.

Esses relatos estão de acordo com as observações do autor Callijorne (2012), quando afirma que os custos de instalação e trabalho civil são reduzidos, principalmente porque na implantação do Transportador MRC é constatada a habilidade de fazer curvas de pequeno raio, as rotas se tornam únicas, com transferências múltiplas eliminadas, reduzindo a degradação do material, a necessidade de manutenção e até o consumo de energia.

### 4.3 Fluxo do Sistema de Transporte da Mineradora

No caso do Fluxo do sistema de transporte de minério da CSN, o QUADRO 1, abaixo, apresenta uma síntese dos modais e de suas tecnologias, o QUADRO 2, na sequência, as capacidades desses, passando pelo pátio do estoque até chegar ao Porto de Itaguaí, no Rio de Janeiro, conforme a FIG. 5.

QUADRO 1  
Síntese dos modais e suas tecnologias na CSN

Expedição/Carregamento do minério de ferro da mina para o pátio de estoque	Tipos de transporte - Caminhões - TCLD	Descarregamento do minério de ferro – Pátio do estoque
Expedição/Carregamento do minério de ferro do pátio de estoque para a distribuição do produto	Tipos de transporte - Escavadeira - Carregadeira - Caminhões - Trens MRS	Porto de Itaguaí, no Rio de Janeiro.

Fonte: Dados de pesquisa

## QUADRO 2

### Capacidades dos modais utilizados na CSN

	Toneladas
Cable Belt:	Uma correia de cabos não convencional (pois as correias são emendadas uma na outra) que transporte minério ( <i>Sinter Fed</i> e Granulado) da área 31 para área de embarque que tem aproximadamente três quilômetros e transporta 2.500 toneladas/hora com uma velocidade de 3.6 m/segundos.
Transportador de Longa Distancia (TCLD):	Uma correia convencional, porém "Flex Steel", pois contém cabos de aço dentro da correia que apresenta um desempenho superior devido a sua rigidez ser mais eficaz. Transporta o mesmo material ( <i>Sinter Fed</i> e Granulado) com a capacidade de operação de transporte de 4.800 toneladas/horas com a velocidade 4,2 m/segundos e também inicia sua operação na área 31 para a área de embarque.
Transporte Pesado	É realizado na mina por caminhões fora de estrada que variam de 280 a 320 toneladas de capacidade de transporte, em que é recolhido o minério bruto e encaminhado para beneficiamento (Britagem => Pátio de Estocagem que é organizado por retonadoras com capacidade até 8.000 toneladas/hora => Classificação onde é feito a separação de acordo com a granulometria de cada material => Retornar a formar pilhas de acordo com a granulometria de cada material. O minério Granulado e Sinter Fed é transportado pelo TCLD e Cable Belt.
Minerioduto	Local por onde se transportam materiais de baixa granulometria que, após serem processados, são encaminhados para a área de embarque. Aproximadamente 4,5 quilômetros e por meio da gravidade chega à área de embarque.
Transporte ferroviário	É todo feito pela MRS que encaminham os materiais para a Usina Presidente Vargas, em Volta Redonda, e também para os dois portos, Sepetiba e Itaguaí, para exportação. Temos também a ferrovia Transnordestina (privatizada), que terá 1.728 km e que ligará o Porto de Suape, em Pernambuco, ao Porto de Pecém, no Ceará, otimizando, assim, o processo de exportação.

Fonte: Dados de pesquisa

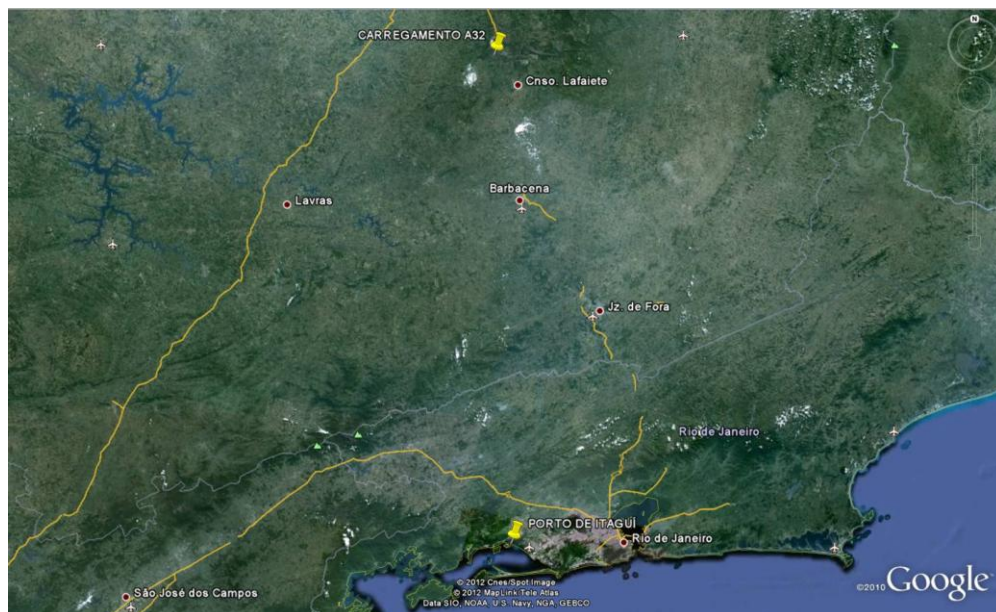


FIGURA 5 - Mapa do transporte do minério a partir do TCLD

Fonte: Dados de pesquisa

As escavadeiras, por exemplo, têm mobilidade, velocidade, potência e confiabilidade para trabalhar estacionadas, sem, contudo participar do ciclo de trabalho. Podem ser montadas sobre esteiras, sobre pneumáticos e sobre trilhos, mas na CSN são montadas sobre esteiras.

Pelo fato de o carregamento ser uma das principais atividades na mineração, requerem um projeto bem elaborado e o planejamento é, conseqüentemente, flexível para atender à produtividade e à eficiência dos equipamentos. Os serviços de aluguéis e manutenção desses equipamentos são terceirizados.

Em relação ao TCLD, a oportunidade de acessar o mercado transoceânico de minério de ferro faz desse modal a conjugação de menores custos a partir da rota do transporte de minério de ferro do quadrilátero ferrífero, localizado em Minas Gerais.

Conjugado à malha ferroviária da MRS, confere-se ao TCLD a quantidade e a qualidade do transporte dos ativos minerários, diante da localização e logística integrada.

Mesmo que haja altos preços praticados pelo aluguel de transportes do terceirizados, menores custos garantidos pela eficiência operacional da malha ferroviária da MRS proporcionam à CSN a obtenção de maiores margens de lucro no planejamento dos transportes.

Em relação aos tipos e à capacidade do modal utilizado para o transporte de minério, a empresa conta com a atuação contínua e sistêmica da Gestão de Contratos que contribui para o alcance dos seguintes resultados de fácil e factível percepção da melhoria de processos, redução de custo (adequação de franquias e quantidades de serviços prestados) e diminuição das fragilidades (manutenção dos diversos modais, para que a mensuração e a avaliação dos impactos benéficos dos resultados obtidos por essa gestão, no contexto organizacional, seja fortalecida pelo comprometimento dos responsáveis pelos contratos, os gestores).

Para os serviços de transporte, manutenção e umectação das vias de acesso, o transporte alugado, como escavadeiras, para o acesso de praça custa por hora R\$ 0,96 e os de transporte de materiais variam de R\$ 0,95 a R\$ 2,25.

Já os transportes utilizados para a alimentação da usina, como tratores, carregadeiras, escavadeiras e caminhões, têm custos que variam de R\$ 121,89 a R\$ 364,37 (TABELA 1).



TABELA 1  
Comparativo do preço/hora dos transportes utilizados na CSN

Transportes	Custo por hora
Escavadeiras	Até R\$ 2,25.
Caminhões	Até R\$ 121,89
Tratores	Até R\$ 364,37.

Fonte: Dados de pesquisa

Diante desses resultados é possível confirmar o que Ballou (2007) ressalta sobre os serviços de transportes terem uma variedade quase infinita: (1) os cinco modos podem ser usados combinadamente, (2) agentes, sindicatos e associações comissárias podem prestar serviços indiretos e (3) pode ser usado exclusivamente um único modo de transporte, devendo o usuário selecionar o serviço ou combinação de serviços que providencie o melhor balanço entre qualidade oferecida e custo.

Dessa forma, a principal vantagem do TCLD é o manuseio de materiais a longa distância, com alta capacidade no transporte contínuo de materiais, baixo custo de operação, porque não depende de interface direta com o ser humano – exceto para manutenção –, trabalha 24 horas – conforme o volume de produção projetada para embarque (PCP – Planejamento e Controle da Produção) – e, para o meio ambiente, o TCLD é importante, porque evita a dispersão de material particulado no ambiente, ou seja, poeira. Se não existisse o TCLD, o transporte de produtos de um pátio para o outro deveria ser feito com caminhões trucados, o que aumenta o nível de poeira e abre maior precedente para acidentes do trabalho, porque envolve mão de obra transitando com veículo pesado na mina e altos custos com a manutenção da frota.

Diante desses dados nota-se a multimodalidade vista em Ferreira e Ribeiro (2012), como a integração entre modais, com o uso de vários equipamentos, agregando ao serviço as vantagens de cada modal.

## 5 CONCLUSÕES

Ao responder à pergunta que orientou este estudo, quer seja; “Quais os benefícios gerados pela implantação da tecnologia do TCLD como estratégia do sistema de transporte numa mineradora em Minas Gerais?”, pode-se dizer que foram os econômicos, visto que a seleção de tecnologia está no parâmetro econômico para valoração das alternativas e requer a avaliação do custo total de um ativo sobre toda a sua vida útil. Esta análise considera os custos envolvidos nas etapas de Pesquisa, Desenvolvimento, Implantação, Operação e Manutenção, Substituição e Desmobilização. As alternativas devem ser comparadas através de um modelo econômico, comum a todas elas, e considerando uma mesma base de preços e custos. Na análise, apenas as diferenças entre as alternativas são relevantes.

Quanto ao primeiro objetivo específico de identificar o fluxo do sistema de transporte da mineradora a partir dos modais utilizados para o transporte de minério, pode-se verificar que, atualmente, a CSN utiliza três tipos de transporte para o minério de ferro: o Cable Belt, que é uma correia de cabos não convencional (pois as correias são emendadas uma na outra), que transporta minério (*Sinter Fed* e Granulado) da área 31 para área de embarque que tem aproximadamente 3 quilômetros e transporta 2.500 toneladas/hora com uma velocidade de 3,6 m/segundos; o TCLD, uma correia convencional, porém “Flex Steel”, pois contém cabos de aço dentro da correia que apresenta um desempenho superior devido a sua rigidez ser mais eficaz, transporta o mesmo material (*Sinter Fed* e Granulado), com a capacidade de operação de transporte de 4.800 toneladas/horas com a velocidade 4,2 m/segundos e também inicia sua operação na área 31 para a área de embarque; e o transporte pesado: que é realizado na mina por caminhões fora de estrada, que variam de 280 à 320 toneladas de capacidade de transporte, onde é recolhido o minério bruto e encaminhado para beneficiamento (Britagem => Pátio de Estocagem, que é organizado por retonadoras com capacidade até 8.000 toneladas/hora. É uma classificação em que é feita a separação, de acordo com a granulometria de cada material => Retornar a formar pilhas, de acordo com a granulometria de cada material. O minério Granulado e *Sinter Fed* são transportados pelo TCLD e Cable Belt; o minerioduto, onde são transportados materiais de baixa

granulometria, que após serem processados, são encaminhados para a área de embarque. Aproximadamente 4,5 quilômetros e por meio da gravidade, chega à área de embarque; e o transporte ferroviário é todo feito pela MRS, que encaminham as matérias para a Usina Presidente Vargas, em Volta Redonda, e, também, para os dois portos Sepetiba e Itaguaí para exportação. Temos também a ferrovia Transnordestina (privatizada) que terá 1.728 km e que ligará o Porto de Suape, em Pernambuco, ao Porto de Pecém, no Ceará, otimizando, assim, o processo de exportação.

O segundo objetivo específico de saber sobre o planejamento e controle da implantação do TCDL, para a definição da escolha do mesmo, também foi cumprido, visto que foram levados em consideração alguns pontos importantes: tipo de perfil do terreno, menor custo operacional, tecnologia já implantada e com bons resultados em outras empresas, sistema regenerativo (gera energia para ser usada em outros equipamentos), boa disponibilidade física para a operação e facilidade de manutenção.

O terceiro objetivo específico de comparar os modais disponíveis, para o transporte do minério quanto ao custo, também foi cumprido, relatando-se, conforme os entrevistados, que a empresa verifica esse aspecto a partir da GPA, em que um referente à movimentação do produto com caminhões médios está em andamento, uma vez que a malha da MRS atende à CSN para o escoamento de produção para o porto e a usina, em Volta Redonda. Os gestores acreditam que essa estratégia seria interessante para a economia do processo, porque seria uma forma de introduzir uma malha férrea dentro da mineração para fazer o serviço que o TCDL faz. Mas, cálculos ainda não são palpáveis, pois a ideia está sendo estudada e o levantamento dos custos de operação da linha férrea e o custo com o investimento ainda está sendo realizado. Os custos têm base na aplicabilidade (caminhões) *versus* o custo de manutenção do TCDL (salários dos mecânicos + materiais empregados na manutenção, etc.), para ver qual tem o melhor custo. Os gestores acreditam que, utilizando a Comparação após o referido levantamento, ficará mais fácil explicar a utilização do TCDL. Daí a melhoria no custo da armazenagem, ou seja, o quanto de material é perdido na forma de estocagem com caminhões. Assim a forma de estocagem com TCDL poderá realmente ser avaliado e, portanto, a empresa poderá eleger outro tipo de modal ou escolher somente o TCDL,

comparando-se com os caminhões porque é o modal disponível hoje na mina para a base de comparação.

Daí conclui-se que as principais vantagens do TCLD são o manuseio de materiais a longa distância, com alta capacidade no transporte contínuo de materiais; o baixo custo de operação, porque não depende de interface direta com o ser humano, exceto para manutenção; trabalha 24 horas, conforme o volume de produção projetada para embarque (PCP – Planejamento e Controle da Produção); e, para o meio ambiente, o TCLD é importante porque evita a dispersão de material particulado no ambiente, ou seja, poeira. Se não existisse o TCLD o transporte de produtos de um pátio para outro deveria ser feito com caminhões trucados, o que aumentaria o nível de poeira e abre maiores precedentes para acidentes do trabalho, porque envolve mão de obra transitando com veículos pesados na mina, além do alto custo com a manutenção da frota.

## REFERÊNCIAS

ÂNGELO, Livia B. **Indicadores de Desempenho Logístico**. Disponível em:< >Acesso em: 3 de ago. de 2012.

BALLOU, Ronald H.. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais; distribuição física**. São Paulo: Atlas, 2007.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J., **Logística Empresarial**. São Paulo: Atlas, 2007.

BARAT, Josef. **Transporte ferroviário de carga no Brasil** Disponível em:<[http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1066:catid=28&Itemid=23](http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=1066:catid=28&Itemid=23)>Acesso em: 3 de ago. de 2012.

CAIXETA FILHO, J. V.; MARTINS, R. S. **Gestão Logística do Transporte de Cargas**. São Paulo: Atlas, 2001.

CHRISTOPHER, Martin. **O marketing da logística: otimizando processos para aproximar fornecedores e clientes**. Futura: São Paulo, 2007.

CALIJORNE, Alexandre. Aspectos essenciais em sistemas para longa distância. Disponível em: <[http://www.revistaminerios.com.br/Publicacoes/3505/Aspectos\\_essenciais\\_em\\_sistemas\\_para\\_longa\\_distancia.aspx](http://www.revistaminerios.com.br/Publicacoes/3505/Aspectos_essenciais_em_sistemas_para_longa_distancia.aspx)>Acesso em: 3 de ago. de 2012.

COELHO, Cristiani Farias; MORALES, *Gudelia*. **Comparação de modais de transporte para escoamento de minério: indicadores de sustentabilidade** Disponível em: <[http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg8/anais/T12\\_0564\\_2639.pdf](http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg8/anais/T12_0564_2639.pdf)>Acesso em: 3 de ago. de 2012.

DRUCKER, Peter Ferdinand. **Desafios gerenciais para o século XXI**. São Paulo : Pioneira, 1999.

RIBEIRO, Priscilla Cristina Cabral; FERREIRA, Karine Araújo **Logística e transportes: uma discussão sobre os modais de transporte e o panorama brasileiro**. Disponível em: <<http://tecspace.com.br/paginas/aula/mdt/artigo01-MDL.pdf>>Acesso em: 3 de ago. de 2012.

FIGUEREDO, Kleber Fossati (org); FLEURY, Paulo Fernando (org); WANKE, Peter (org): Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimento. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

FLEURY, Paulo Fernando. **O Sistema de Processamento de Pedidos e a Gestão do Ciclo do Pedido**. Disponível em:  
<[http://www.ilos.com.br/site/index.php?option=com\\_content&task=view&id=1001&Itemid=74](http://www.ilos.com.br/site/index.php?option=com_content&task=view&id=1001&Itemid=74)> Acesso em 2 ago. 2012.

HERNANDEZ, José Mauro da Costa; CALDAS, Miguel P. Resistência à mudança: uma revisão crítica. **RAE**. v. 41, n. 2, p. 31-45. São Paulo, abr/jun/2001.  
MOTTA, Paulo Roberto. **Transformação organizacional: a teoria e a prática de inovar**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Maria de Andrade. **Fundamentos da metodologia científica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1998.

METSO Transportadores MRC Disponível em:<<http://www.metso.com.br/miningandconstruction/mineracaoeconstrucao.nsf/WebWID/WTB-091019-22576-653B5?OpenDocument>> Acesso em: 3 de agosto de 2012.

MICHEL, Maria Helena. **Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais: um guia prático para acompanhamento da disciplina e elaboração de trabalhos monográficos**. São Paulo: Atlas, 2005.

NORDEI, I, L. K. A New Era in Overland Belt Conveyor Design. **Engineering and Mining Journal**, 1999.

PORTER, Michael E. **Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

GLOSSÁRIO DE LOGÍSTICA. Disponível em:<<http://pt.wikibooks.org/wiki/Log%C3%ADstica/Gloss%C3%A1rio>> Acesso em: 3 de ago. de 2012.

SERRA, Fernando; TORRES, Maria Cândida S; TORRES, Alexandre Pavan. **Administração Estratégica: conceitos, roteiro prático, casos**. Rio de Janeiro: Domus, 2003.

SILVA, Flavia Agnello. **Mineração é o setor privado que mais investe no Brasil.** Disponível

em:<[http://www.businessreviewbrasil.com.br/business\\_leaders/mineracao-e-o-setor-privado-que-mais-investe-no-brasil](http://www.businessreviewbrasil.com.br/business_leaders/mineracao-e-o-setor-privado-que-mais-investe-no-brasil)>Acesso em: 3 de out. de 2012.

SILVA, João Esmerado da. **Um modelo de programa de desenvolvimento de fornecedores em redes de empresas.** Tese de doutorado em Engenharia de Produção. Florianópolis, 2004.

STEVEN, R. B. Belting the World's Longest Single Flight Conventional Overland Belt Conveyor. **Bulk Solids Handling**, volume 28 - número 3 – Março, 2008.

VAZ, Alexildo Velozo; OLIVEIRA, Kelly Nogueira de; DAMASCENO, Pedro Ernesto Gonçalves. **O modal dutoviário: análise da importância e considerações sobre suas principais características.** Disponível em:<[http://www.academia.edu/446595/O\\_MODAL\\_DUTOVIARIO\\_ANALISE\\_DA\\_IMPORTANCIA\\_E\\_CONSIDERACOES SOBRE SUAS PRINCIPAIS CARACTERISTICAS](http://www.academia.edu/446595/O_MODAL_DUTOVIARIO_ANALISE_DA_IMPORTANCIA_E_CONSIDERACOES SOBRE SUAS PRINCIPAIS CARACTERISTICAS)>Acesso em: 3 de out. de 2012.

UNIVERSIDADE FEDERAL da BAHIA (UFBA). **Apostila.** Disponível em: [http://www.transportedegraneis.ufba.br/Apostila/CAP5\\_TC.pdf](http://www.transportedegraneis.ufba.br/Apostila/CAP5_TC.pdf)>Acesso em: 3 de out. de 2012.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

## **APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA**

1. Como era feito o transporte do minério antes do TCLD?
2. Explique o fluxo do sistema de transporte da mineradora a partir dos modais utilizados para o transporte de minério
3. Comente sobre a utilização do TCLD como escolha de transporte de minério de ferro.
4. Em sua opinião, quais são os principais motivos para a escolha do TCLD nas mineradoras?
5. Como se pode comparar os modais disponíveis para o transporte de minério em relação ao TCDL no que se refere aos custos?