



ULBRA

CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

COMUNIDADE EVANGÉLICA LUTERANA "SÃO PAULO"
Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607 - D.O.U. nº 202 de 20/10/2005

Vinicius Leonardo da Silva Costa

VIABILIDADE ECONÔMICA ENTRE OS MODAIS DE TRANSPORTE
DE MINÉRIO DE FERRO DA REGIÃO DE PALMAS À APARECIDA DO
RIO NEGRO NO ESTADO DO TOCANTINS

Palmas - TO

2014

Vinicius Leonardo da Silva Costa

VIABILIDADE ECONÔMICA ENTRE OS MODAIS DE TRANSPORTE
DE MINÉRIO DE FERRO DA REGIÃO DE PALMAS À APARECIDA DO
RIO NEGRO NO ESTADO DO TOCANTINS

Trabalho apresentado como requisito
parcial da disciplina de Trabalho de
Conclusão de Curso II (TCC II) do curso
de Engenharia de Minas.
Orientador: Prof. Esp. Leonardo Pedrosa.

Palmas - TO

2014

Vinicius Leonardo da Silva Costa

VIABILIDADE ECONÔMICA ENTRE OS MODAIS DE TRANSPORTE
DE MINÉRIO DE FERRO DA REGIÃO DE PALMAS À APARECIDA DO
RIO NEGRO NO ESTADO DO TOCANTINS

Trabalho apresentado como requisito
parcial da disciplina de Trabalho de
Conclusão de Curso II (TCC II) do curso
de Engenharia de Minas.

Orientador: Prof. Esp. Leonardo Pedrosa.

Aprovado em 30 de junho de 2014.

BANCA EXAMINADORA

Prof. e Orientador Esp. Leonardo Pedrosa
Centro Universitário Luterano de Palmas

Prof. Esp. Rodrigo Meireles Mattos Rodrigues
Centro Universitário Luterano de Palmas

Prof. Esp. José Cleuton Batista
Centro Universitário Luterano de Palmas

Palmas - TO

2014

RESUMO

COSTA, Vinicius Leonardo da Silva. **Viabilidade econômica entre os modais de transporte de minério de ferro da região de Palmas à Aparecida do Rio Negro no estado do Tocantins**. 2014. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia de Minas, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2014.

Nos últimos anos, a logística vem apresentando uma evolução constante, sendo hoje um dos elementos-chave na formação da estratégia competitiva das empresas e fazendo com que projetos que não eram viáveis até alguns anos atrás, se tornassem viáveis nos dias atuais. O transporte contribui significativamente na composição do custo final de um produto, Isso se deve a uma série de fatores que incluem desde o modal escolhido para o transporte, passando pelas taxas cobradas pelo setor, até as condições de infraestrutura oferecidas. No caso da região, objeto de estudo, temos o privilégio de contar com os principais tipos de modais que podem ser utilizados para o transporte de minério de ferro: Transporte Ferroviário, Aquaviário e Rodoviário. O minério de ferro que irá ser lavrado possui um teor relativamente baixo, quando comparado a outras jazidas encontradas no país. Por isso, para se tornar um empreendimento com viabilidade econômica, os custos de extração, beneficiamento e transporte do minério devem ser os menores possíveis. Como o Transporte representa o maior custo dentre os outros, o intuito da pesquisa é indicar o modal mais viável para transportar o material até o porto de exportação mais próximo, levando em consideração os indicadores de custo, tempo de entrega, capacidade de carga, qualidade e a confiabilidade dos serviços prestados.

PALAVRAS-CHAVE: Logística. Transporte. Viabilidade.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Resumo das características gerais do porto de Itaqui

Tabela 02: Custo de transporte rodoviário.

Tabela 03: custo de transporte aquaviário.

Tabela 04: Custo de Transporte Ferroviário.

Tabela 05: Características Operacionais relativas por modal de transporte em estudo
(a menor classificação indica uma melhor classificação).

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Divisão participativa dos modais de transporte no Brasil (Fonte: ANTT, 2004).

Figura 02: Imagem de veículos utilizados no transporte rodoviário de cargas.

Figura 03: Principais Rodovias Brasileiras (Fonte: www.transportes.gov.br).

Figura 04: imagem de Transporte Aquaviário (fonte:www.revistaportuaria.com.br, data de visualização 25/06/14).

Figura 05: Principais Hidrovias Brasileiras (Fonte: www.transportes.gov.br).

Figura 06: imagem do modal ferroviário no trecho da ferrovia Norte-Sul no município de Colinas-TO (Foto: Edsom Leite/Ministério dos Transportes).

Figura 07: Malha ferroviária do Brasil (Fonte: www.transportes.gov.br).

Figura 08: Trecho total da Estrada de Ferro de Carajás (Fonte: www.transportes.gov.br, visualizada em 13/06/14).

Figura 09: Imagem da localização do Porto de Itaqui (Fonte: www.cnt.org.br).

Figura 10: Mapa de localização do Porto de Vila do Conde (Fonte: www.cdp.com.br).

Figura 11: Imagem do Google Maps do trecho percorrido pelo modal rodoviário (Fonte: Google Maps).

Figura 12: Caminhão semipesado com carroceria metálica basculante (fonte: www.truckinga.com.br).

Figura 13: Imagem do Trecho hidroviário entre Palmas até o Porto de Barcarena (Google Earth).

Figura 14: Consumo e potência dos modais de transporte (Fonte: Ministério dos Transportes2007).

Figura 15: Trecho da Ferrovia Norte Sul no Estado do Tocantins com ligação na Ferrovia de Carajás.

Figura 16: Comparação entre os modais em função da velocidade (Fonte: Elaborada pelos autores, adaptado de Razzolini Filho 2009).

Figura 17: Comparação entre os modais em função da capacidade de movimentação (Fonte: Elaborada pelos autores, adaptado de Razzolini Filho 2009).

Figura 18: Comparação entre os modais em função da disponibilidade (Fonte: Elaborada pelos autores, adaptado de Razzolini Filho 2009).

LISTA DE ABREVIATURAS

BIT – Banco de informações e Mapas de Transporte (www.transportes.gov.br/2014).

TKU – Tonelada Transportada pelo Número de Quilômetro Útil.

Mtpa – Milhões de toneladas por ano.

FCA – Ferrovia Centro Atlântico.

CNT – Confederação Nacional Dos Transportes.

ANTT – Agência Nacional Dos Transportes Terrestres.

ANTF – Associação Nacional de Transporte Ferroviário.

ICMS – Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
	2.1. Modais de Transporte	11
	2.2. Características dos Modais em Estudo.....	13
	2.2.1. <i>Modal Rodoviário</i>	13
	2.2.2. <i>Modal Aquaviário</i>	15
	2.2.3. <i>Modal Ferroviário</i>	18
	2.3. Parâmetros utilizados para a escolha do melhor Modal para o objeto de estudo.....	21
	2.4. Pátio de Porto Nacional	22
	2.5. Estrada de Ferro de Carajás	22
	2.6. Porto de Itaqui	24
	2.7. Porto de Vila do Conde	25
3	MATERIAS E MÉTODOS.....	27
	3.1. Pesquisa Quantitativa	27
	3.2. Pesquisa Qualitativa	28
	3.2.1. <i>Procedimentos Metodológicos</i>	28
	3.2.2. <i>Coleta de Dados</i>	28
	3.2.3. <i>Características da Pesquisa Qualitativa</i>	29
	3.2.4. <i>Limites e Riscos</i>	29
	3.3. Procedimentos utilizados	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
	4.1. Transporte Rodoviário	31
	4.2. Transporte Aquaviário	33
	4.3. Transporte Ferroviário	35
	4.4. Resultados Gerais	37
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, os mercados se caracterizam pela sua intensa e predatória competitividade. Inseridas neles, as empresas lutam por posições privilegiadas ou, até mesmo, por sua própria sobrevivência. Esta competição é marcada pela introdução de sistemas produtivos cada vez mais eficientes, que se caracterizam pelo aumento da produtividade, pela redução de custos, por menos desperdícios e pela manutenção e/ou acréscimo de qualidade (LOPES H. S.; CARMO B. B. T.; DUTRA N. G. S).

Um assunto que aborda a logística está relacionado à administração dos fluxos de bens, serviços e da informação associada que os põem em movimento, ou seja, tem como objeto central de sua análise as variáveis: tempo, lugar, qualidade, informação e custo (COELHO. C. F.).

Assim, Ballou (2001) sugere que a função da Logística é colocar o serviço ou produto certo, no lugar certo, no tempo certo, e na condição desejada, criando a maior contribuição possível para a firma.

Para analisar o melhor modal para o transporte de minério de Ferro da Bacia Sedimentar do Parnaíba, temos que buscar as características especiais de cada modal disponível na região: Rodoviário, Aquaviário e Ferroviário.

Qualquer empreendimento deve buscar novas tecnologias e métodos para ser mais viável economicamente e ambientalmente. Como estamos falando em Mineração, a questão ambiental tem grande relevância, por isso, encontrar um modal que cause um menor impacto ambiental, sem dúvida irá trazer benefícios para o projeto.

Uma empresa de extração de ferro, para se implantar na região e ser competitiva perante as outras grandes empresas pioneiras na área, teria que apresentar uma grande produção. Portanto, para o estudo, adotamos que a produção anual média seria de 15 milhões de toneladas de ferro (15 Mton). Com isso, o modal para realizar o escoamento dessa produção, deve ter uma alta capacidade de carga e com menor custo possível.

Numa mineração, seja ela de qualquer substância mineral, reduzir custos, faz com que aumente a vida útil da jazida, pois, o minério deixa de ser “minério”, quando não possui viabilidade econômica para se extrair-lo. Dentre os vários custos para se extrair minério, o transporte tem forte influência na constituição do custo final. Por

isso, a importância de ser escolhido o melhor modal para escoamento da produção da mina.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Modais de Transporte

O transporte contribui significativamente na composição do custo final de um produto. Isso se deve a uma série de fatores que incluem desde o modal escolhido para o transporte, passando pelas taxas cobradas pelo setor, até as condições de infraestrutura oferecidas (LOPES H. S.; CARMO B. B. T.; DUTRA N. G. S).

A atividade produtiva tem passado por importantes mudanças nos últimos anos. A lógica de redes globais de fornecedores exige a criação de sistemas logísticos capazes de colocar insumos e componentes diretamente nos locais de produção, observados os critérios de qualidade, fluxos e prazos determinados. Em consequência, percebe-se, cada vez mais, a gradual reestruturação da matriz de transporte brasileira, de forma que a produção, tanto industrial como agrícola, possa atingir, de forma eficiente, a abrangência nacional e integração global (CNT, 2002).

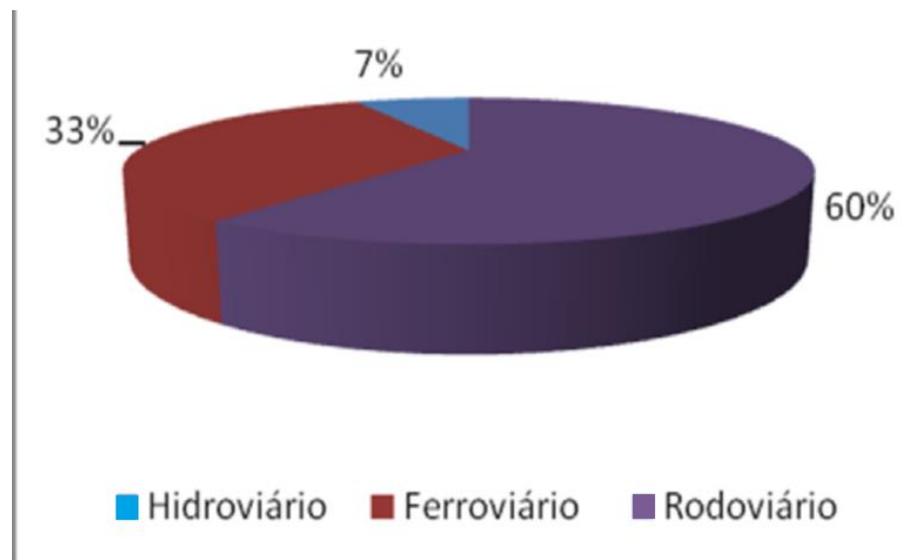
A escolha do modal para o transporte de determinado produto é fundamental para a redução de custos. Ballou (2001) compartilha do pensamento que um melhor sistema de transporte contribui para o aumento da competição no mercado, garante a economia de escala na produção e reduz preços de mercadorias. Em princípio, é necessário conhecer bem suas características, bem como o tipo de carga para a qual se destina. Atualmente, o transporte de cargas conta com quatro principais modais: rodoviário, ferroviário, hidroviário (de interior e marítimo) e aeroviário. Existe ainda o modal dutoviário, contudo, sua participação na matriz de transportes ainda é pequena, se comparada aos demais modais. Cada um oferece vantagens e desvantagens, dependendo do tipo de operação para a qual será empregado.

Em diversos países do mundo, os modais de transporte hidroviário, ferroviário e rodoviário convivem de forma harmônica, lado a lado, cada um utilizado para transporte do tipo de carga para o qual é mais adequado. As cargas que se constituem em grandes volumes e de baixo valor agregado, a exemplo dos grãos, agregados para construção, carvão, entre outros, são transportados em geral através das hidrovias, em face de seu custo unitário menor. Quando as cargas se constituem em bens de maior valor agregado, o transporte hidroviário, por seu maior tempo de percurso, torna-se menos competitivo se comparado com os outros modais. Portanto, existem cargas específicas para cada modal de transporte, de

forma que eles não se tornam concorrentes, mas sim complementares (CALABREZI, 2007).

Além de desempenharem atividades isoladas, existe também a possibilidade de combinações entre esses modais, aproveitando suas características individuais. Esse intercâmbio pode ocorrer pela troca de equipamentos ou por operações de transbordo de carga em terminais. A matriz brasileira de transporte de carga está baseada no modal rodoviário, como ilustra a Figura 1.

Figura 01: Divisão participativa dos modais de transporte no Brasil (Fonte: ANTT, 2004).



Fonte: ANTT, 2004.

Fleury (2002) explana que são cinco as dimensões mais importantes, no que diz respeito às características dos serviços oferecidos: velocidade, consistência, capacitação, disponibilidade e frequência. Estas características são fundamentais, de acordo com as proporções de necessidades de transporte, para a escolha adequada do modal a transportar. Nesta análise, o autor insere os modais dutoviário e aeroviário.

A velocidade refere-se ao tempo do percurso entre a origem e o destino de um transporte, também conhecido como transit time, sendo o modal aéreo o mais rápido de todos. E, ainda, considera-se o tempo gasto no embarque e desembarque da carga (NAZÁRIO et al., 2000; FLEURY, 2002).

“A consistência, que representa a capacidade de cumprir os tempos previstos, tem o duto como a melhor opção. Por não ser afetado pelas condições climáticas ou de congestionamentos, o duto apresenta uma alta consistência. Já o baixo desempenho do aéreo é resultante de sua grande sensibilidade a questões

climáticas e sua elevada preocupação com questões de segurança” (FLEURY, 2002).

A capacitação representa a habilidade do modal em movimentar diferentes volumes e variedades de produtos. Assim, o destaque fica para o modal aquaviário, que praticamente não possui limitações para o tipo de produto e volume a ser transportado (FLEURY, 2002).

“A dimensão disponibilidade se refere ao número de localidades onde o modal se encontra presente. Aqui, aparece a grande vantagem do rodoviário, que quase não tem limites de onde pode chegar (porta a porta). Teoricamente, o segundo em disponibilidade é o ferroviário, mas isto depende da extensão da malha ferroviária em um determinado país” (FLEURY, 2002).

Com relação à dimensão e frequência, ou seja, o número de viagens em um período de tempo, o duto é o que apresenta o melhor desempenho, pode operar durante 24 horas por dia e ser solicitado a qualquer momento, desde que esteja disponível no local desejado (FLEURY, 2002).

2.2. Características dos Modais em Estudo

2.2.1. Modal Rodoviário

Denomina-se que Transporte Rodoviário é o realizado sobre rodas nas vias de rodagem pavimentadas ou não para transporte de mercadorias e pessoas, sendo na maioria das vezes realizados por veículos automotores (ônibus, caminhões, veículos de passeio, etc.). Como possui, na maioria dos casos, preço de frete superior ao hidroviário e ferroviário, é adequado para o transporte de mercadorias de alto valor ou perecíveis, produtos acabados ou semiacabados (BIT).

Bertáglia (2003) advoga que o este tipo de modal é mais independente dentre os existentes dada a disponibilidade de entrega ponto a ponto. A grande questão levantada por este autor é a situação da malha viária brasileira, que encarece o custo deste modal, apesar dele se apresentar como sendo o mais viável dentre as possibilidades brasileiras. A grande vantagem deste modal, identificada por Bertáglia (2003) é a capacidade de fazer a conexão entre os diferentes modos de transporte e seus respectivos pontos de embarque e desembarque. A ideia do presente artigo se baseia neste conceito, onde para realizar o transporte no caso analisado, faz-se necessário a integração dos modais via modal rodoviário. Este tipo de característica garante um maior ganho de eficiência e redução de custos, pela adoção, em grande

parte da viagem, de modais com menor custo, com a capacidade de entrega porta a porta.

Figura 02: Imagem de veículos utilizados no transporte rodoviário de cargas.



Fonte: G1.com

É o principal meio de transporte realizado no Brasil. Contudo, devido às suas desvantagens em relação a outros modais, houve uma mudança com o passar dos anos de pensamentos e ações que devem influenciar a sua participação na matriz modal. Essa redução propiciará aos outros modais a contribuir de forma mais eficiente para o transporte de passageiros e de cargas no Brasil (BIT).

As principais características do transporte rodoviário de carga no Brasil são:

- Possui a maior representatividade entre os modais existentes;
- Adequado para curtas e médias distâncias;
- Baixo custo inicial de implantação;
- Alto custo de manutenção;
- Muito poluente com forte impacto ambiental;
- Segurança no transporte comprometida devido à existência de roubos de cargas;
- Serviço de entrega porta a porta;
- Maior flexibilidade com grande extensão da malha;
- Transporte com velocidade moderada;
- Os custos se tornam altos para grandes distâncias;

- Tempo de entrega confiável;
- Baixa capacidade de carga com limitação de volume e peso;
- Integra todos os estados brasileiros.

Figura 03: Principais Rodovias Brasileiras



Fonte: www.transportes.gov.br.

2.2.2. Modal Aquaviário

Transporte hidroviário é o tipo de transporte aquaviário realizado nas hidrovias (são percursos pré-determinados para o tráfego sobre águas) para transporte de pessoas e mercadorias (Figura 04). As hidrovias de interior podem ser rios, lagos e lagoas navegáveis que receberam algum tipo de melhoria/sinalização/balizamento para que um determinado tipo de embarcação possa trafegar com segurança por esta via (BIT).

Figura 04: imagem de Transporte Aquaviário



Fonte: www.revistaportuaria.com.br/noticia/5878.

O transporte hidroviário é um dos mais econômicos meios de movimentação de bens e pessoas. É o que exige menor consumo de combustíveis, em relação à capacidade de carga e deslocamento (permite maior ganho em escala). Oliva (2008) corrobora com o pensamento quando afirma que o transporte hidroviário é o modal mais economicamente viável e eficiente, que exige menos investimentos nas fases de implantação e manutenção e acarreta baixo impacto ambiental relativamente aos demais modais. Na Figura 05 está apresentando os principais rios capazes de se estabelecer como hidrovias.

Considerado um dos maiores sistemas aquaviários do mundo, o sistema hidroviário brasileiro contém 8 bacias hidrográficas, onde são movimentadas mais de meio milhão de toneladas de cargas por ano. Não obstante, possui cerca de 13 mil km de vias navegáveis utilizadas economicamente para o transporte de cargas e passageiros, podendo atingir cerca de 44 mil km navegáveis, caso sejam realizadas obras de infraestrutura em outros 29 mil km de vias naturalmente disponíveis, sem contar que o país possui potencial de navegabilidade em águas superficiais fluviolacustres em cerca de 63.000km (ANTT, 2004).

Apesar do grande potencial da malha hidroviária brasileira, a ausência de um nível adequado de investimentos no setor tem resultado em prejuízos para a viabilidade econômica das vias navegáveis, concorrendo para o desbalanceamento da matriz de transportes e para o agravamento das deficiências na intermodalidade com os demais modais. O aproveitamento adequado das vias navegáveis depende da realização de obras de infraestrutura, tais como dragagem; transposição de trechos não navegáveis, por meio de eclusas e canais artificiais de transposição; derrocamentos de obstáculos naturais; e balizamento e sinalização (CNT, 2002).

As hidrovias são de grande importância para este tipo de modal, visto que, através dela consegue-se transportar grandes quantidades de mercadoria a grandes distâncias. Nelas são transportados produtos como: minérios, cascalhos, areia, carvão, ferro, grãos e outros produtos não perecíveis (BIT).

As características do transporte hidroviário de carga no Brasil são:

- Grande capacidade de carga;
- Baixo custo de transporte;
- Baixo custo de manutenção;
- Baixa flexibilidade;
- Transporte lento;
- Influenciado pelas condições climáticas;
- Baixo custo de implantação quando se analisa uma via de leito natural, mas pode ser elevado se existir necessidade de construção de infraestruturas especiais como: eclusas, barragens, canais, etc.

Figura 06: Imagem do modal rodoviário no trecho da ferrovia Norte-Sul no município de Colinas-TO.



Fonte: Edsom Leite/Ministério dos Transportes.

A modalidade ferroviária é conhecida por sua capacidade de transportar um volume elevado de cargas com grande eficiência, particularmente em média e longa distâncias. As cargas tipicamente transportadas por trem no Brasil incluem soja e seus derivados, minérios, produtos metalúrgicos, grãos, cimento e cal, fertilizantes, derivados de petróleo e produtos industriais como ferro, produtos do aço, materiais de construção, papel e celulose, produtos químicos e petroquímicos, produtos de limpeza, materiais elétrico-eletrônicos, produtos e peças automotivas, materiais de embalagem, bebidas, combustível, carvão mineral e seus detritos, bem como contêineres de todos os tipos. Porém possui baixa acessibilidade quanto ao atendimento na origem da demanda e ainda necessita de altos investimentos de implantação e manutenção da infraestrutura (ALL LOGÍSTICA 2013).

Segundo Alvarenga e Novaes (2000), “a eficiência do sistema ferroviário no transporte de grandes quantidades de produtos homogêneos no decorrer de longas distâncias, é explicado pelo fato dos custos fixos incorridos nos terminais (carga/descarga, triagem de vagões, formação de trens, dentre outros) serem mais bem diluídos no custo médio global para distâncias mais longas”. O minério de ferro, por exemplo, é responsável por 67% do volume total transportados pelas ferrovias brasileiras, devido, grande parte de sua produção ter que ser levada para os portos mais próximos, geralmente tendo que percorrer longas distâncias até seu destino final.

Uma característica importante da linha férrea é a bitola que tem como definição a distância entre os trilhos de uma ferrovia. No Brasil, existem 3 tipos de

bitola: larga (1,60m), métrica (1,00m) e a mista. Destaca-se que grande parte da malha ferroviária do Brasil está concentrada nas regiões sul e sudeste com predominância para o transporte de cargas, como ilustra a figura 07 (BIT).

Dentre as características do transporte ferroviário de carga no Brasil, destacam-se as:

- Grande capacidade de carga;
- Adequado para grandes distâncias;
- Elevada eficiência energética;
- Alto custo de implantação;
- Baixo custo de transporte;
- Baixo custo de manutenção;
- Possui maior segurança em relação ao modal rodoviário, visto que ocorrem poucos acidentes, furtos e roubos.
- Transporte lento devido às suas operações de carga e descarga;
- Baixa flexibilidade com pequena extensão da malha;
- Baixa integração entre os estados;
- Pouco poluente.

Figura 07: Malha ferroviária do Brasil.



Fonte: www.transportes.gov.br.

2.3. Parâmetros utilizados para a escolha do melhor Modal para o objeto de estudo.

O transporte representa o elemento mais importante do custo logístico na maioria das empresas e tem papel fundamental na prestação do Serviço ao Cliente. Do ponto de vista de custos, Nazário (In: Fleury et al., 2000:126) afirma que o transporte representa, em média, cerca de 60 % das despesas logísticas. Ele pode variar entre 4% e 25% do faturamento bruto, e em muitos casos supera o lucro operacional. Dessa forma, iniciativas como a intermodalidade (integração de vários modais de transporte) e o surgimento de operadores logísticos, ou seja, de prestadores de serviços logísticos integrados, apresentam relevante importância para redução dos custos de transporte, pois geram economia de escala ao compartilhar sua capacidade e seus recursos de movimentação com vários clientes.

A escolha do modal para o transporte de determinado produto é fundamental para a redução de custos. Ballou (2001) compartilha do pensamento que um melhor sistema de transporte contribui para o aumento da competição no mercado, garante a economia de escala na produção e reduz preços de mercadorias. Em princípio, é necessário conhecer bem suas características, bem como o tipo de carga para a qual se destina.

Os parâmetros utilizados para escolher o melhor modal serão:

- Custo de transporte por viagem – Os custos de transporte é o principal parâmetro a ser observado. É uma das partes mais significativa nos custos de logística por parte das empresas. Com o aumento dos preços dos combustíveis o aumento dos custos de transporte pode chegar a mais de 50%. Esses custos são transmitidos aos clientes juntamente com o aumento das mercadorias.
- Tempo de entrega – uma maior velocidade de entrega reduz o tempo dos produtos e matérias primas em trânsito, assim, reduz o capital retido. Além disso, melhora a qualidade da programação da produção, tornando as empresas contratantes mais ágeis para responder as oscilações na demanda dos seus produtos.
- Capacidade de Carga – a capacidade de carga de cada modal irá influenciar no custo de transporte por viagem, uma vez que, quanto mais quantidade de material for transportada por viagem, menor serão os custos com o transporte.
- Qualidade e confiabilidade dos serviços – quando os serviços oferecem qualidade e confiabilidade na entrega se reduz os riscos de falha no fornecimento de

materiais ou na distribuição dos produtos. Com isso, o ganho com redução de estoques é imediato e evita maiores constrangimentos aos clientes.

2.4. Pátio de Porto Nacional

O Pátio de Porto Nacional, situado a 23 quilômetros de Palmas, no extremo norte do novo trecho da Ferrovia Norte-Sul, inaugurado em 2010, e que teve seus terminais colocados em funcionamento em 2014, atende, atualmente, à demanda de duas empresas distribuidoras de combustíveis líquidos (Raízen e BR Distribuidora). Outras duas devem começar a operar nos próximos meses, pois já realizam obras no local. Elas vão movimentar grãos (Ceagro) e combustível (Norship). O Pátio deverá, também, atender ao transporte de contêineres, minério e commodities agrícolas. Além disso, a Valec deve realizar uma nova licitação para exploração de novas áreas do pátio, ocupando a área total de 70 hectares (Ministério dos Transportes).

O minério de ferro que pode ser extraído da região deverá, também, ser estocado e transportado pela malha ferroviária da Ferrovia Norte-Sul, com conexão com a Estrada de Ferro de Carajás, até o Porto de Itaquí, onde, já é utilizado para o escoamento da produção de Ferro da Mina de Carajás, no município de Parauapebas.

2.5. Estrada de Ferro de Carajás

A Estrada de Ferro Carajás (EFC) integra o sistema multimodal de logística da VALE, a maior empresa de logística e a maior investidora privada em infraestrutura de logística do Brasil (Figura 08). A EFC liga o interior do Pará ao principal porto marítimo da região Norte, o Porto de Ponta da Madeira, em São Luís, no Maranhão

Inaugurada em 1985, a EFC é atualmente a ferrovia mais moderna e produtiva do Brasil e uma das melhores do mundo. A ferrovia tem 892 km em linha singela, bitola de 1,60m. Ao longo dos trilhos, os vagões da EFC transportam mais de 60 tipos de produtos diferentes, com destaque para cimento, madeira, combustíveis, veículos, produtos siderúrgicos e agrícolas, e, principalmente, para a soja produzida no sul do Maranhão, Piauí, Pará e Mato Grosso, além do minério de ferro e manganês. (ANTF)

Com um moderno sistema de monitoramento da malha ferroviária, o Centro de Controle Operacional da EFC gerencia todas as operações, mantendo contato com o maquinista durante o trajeto e controlando a movimentação dos trens, o que

assegura segurança as nossas operações. Além disso, o centro é capaz de localizar trens em circulação e de verificar os estados dos alarmes e as restrições operacionais. Com isso, a EFC garante máxima eficiência, segurança, pontualidade e confiabilidade nos serviços de logística integrada prestados aos clientes (ANTF).

Conecta-se à Companhia Ferroviária do Nordeste (CFN), Ferrovia Norte-Sul, Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (São Luís - MA), Porto de Itaqui (São Luís - MA), além de beneficiar-se da integração da sua malha com a estrutura de logística da Vale, que conta com mais duas ferrovias, oito portos, serviços de navegação costeira e armazéns, o que possibilita a composição de inúmeras soluções intermodais para os clientes (BIT).

Nos seus quase 20 anos de existência, além de minério de ferro e manganês, têm passado pelos seus trilhos, anualmente, cerca de 5 milhões de toneladas de produtos como madeira, cimento, bebidas, veículos, fertilizantes, combustíveis, produtos siderúrgicos e agrícolas, com destaque para a soja produzida no sul do Maranhão, Piauí, Pará e Mato Grosso (BIT).

Figura 08: Trecho total da Estrada de Ferro de Carajás



Fonte: www.transportes.gov.br.

2.6. Porto de Itaqui

O porto do Itaqui localiza-se em São Luís, capital do estado do Maranhão (Figura 09). O porto possui relevante importância para a região Nordeste, a qual integra, e para a região Norte, por fazer parte do Complexo Portuário de São Luís, composto também pelos terminais de Ponta da Madeira, da Vale e da Alumar (CNT).

Figura 09: Imagem da localização do Porto de Itaqui



Fonte: www.cnt.org.br.

A movimentação de carga embarcada e desembarcada é bem distribuída, atingindo, em 2011, maior índice de equilíbrio na movimentação por sentido. Ressalta-se também que nos últimos seis anos ocorreram um aumento pouco expressivo na movimentação de cargas, sendo a maior movimentação registrada no último ano. Em 2011, o porto movimentou 13,9 milhões de toneladas (6,7 milhões de toneladas de granéis sólidos, 7,0 milhões de toneladas de granéis líquidos e 200 mil toneladas de carga geral), o que representa 4,5% de toda a movimentação dos portos organizados no Brasil, alcançando, além disso, a segunda maior movimentação de granéis líquidos entre os portos organizados, ficando atrás apenas do porto de Santos (CNT).

No que diz respeito ao tipo de navegação, foram movimentados 10,7 milhões de toneladas por meio da navegação de longo curso (4,2% do total de carga movimentada nos portos organizados por esse tipo de navegação) e 3,2 milhões de toneladas pela navegação de cabotagem (7,4% do total da cabotagem nos portos organizados). (CNT)

Tabela 01: Resumo das características gerais do porto de Itaqui

Área total do Porto	5,1 milhões de m ²
Administração	Empresa Maranhense de Administração Portuária – EMAP
Movimentação de Cargas (2011)	13,9 milhões de toneladas
Acessos	Rodoviário: BR-135, conectando-se à BR-222 a 95 km de Itaqui. Ferroviário: Transnordestina Logística SA, Estrada de Ferro Carajás – EFC e Ferrovia Norte-Sul.
Extensão do cais	1.616 m
Área de Influência Primária	Maranhão, Piauí, Tocantins, Pará, Goiás e Mato Grosso.
Principais Cargas Movimentadas	Lingote e tarugo de alumínio, ferro-gusa, derivados de petróleo, milho, antracita, fertilizantes e carga geral.
Profundidade do Canal de Acesso	27 m e largura aproximada de 1,8 km
Horário de Funcionamento	24 horas por dia, durante sete dias da semana.
Área de pátio	4 pátios de armazenagem com 42.000 m ²

Fonte: www.cnt.org.br.

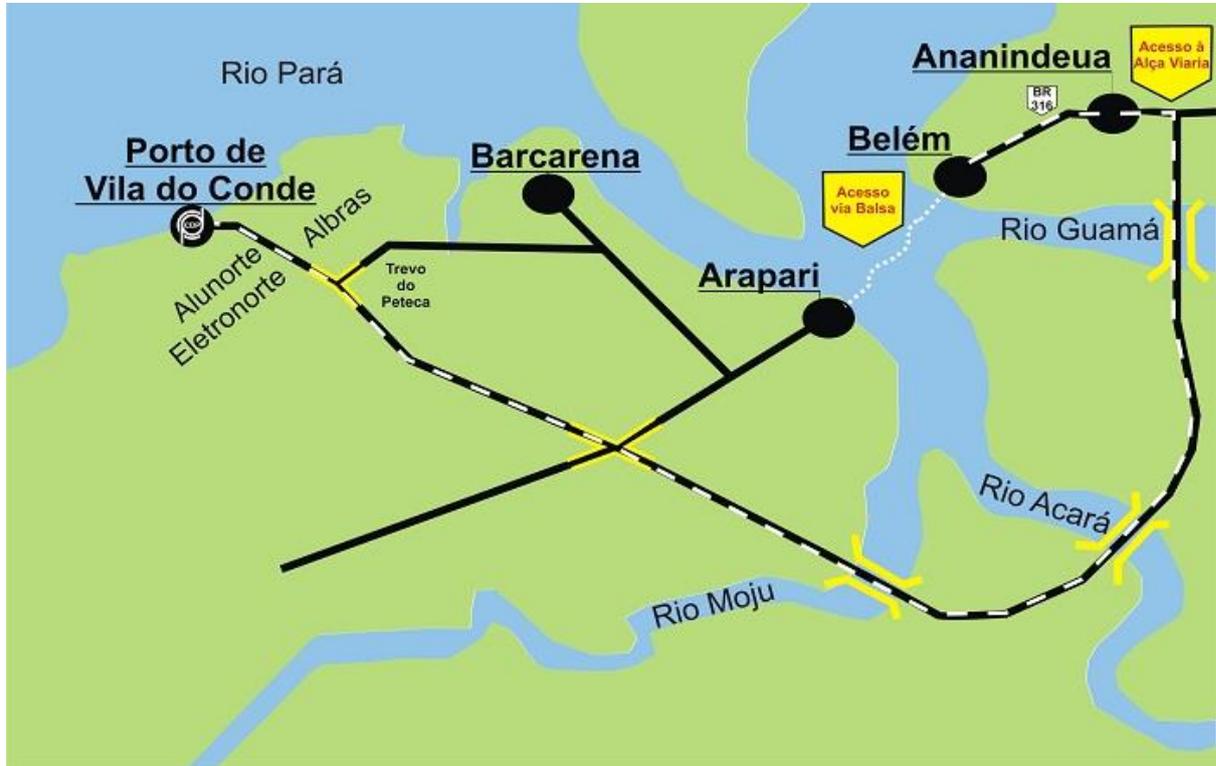
2.7. Porto de Vila do Conde

O porto de Vila do Conde foi inaugurado em 24 de outubro de 1985, como resultado dos acordos de cooperação econômica firmados entre o Brasil e o Japão, em setembro de 1976, nos quais o governo brasileiro assumiu a responsabilidade pela implantação da infraestrutura portuária, rodoviária e urbana, para o escoamento de alumínio produzido no complexo industrial da Albras/Alunorte (PA) (CNT).

O porto é administrado pela Companhia Docas do Pará (CDP). Situa-se no município de Barcarena (PA), na margem direita do rio Pará, no local denominado Ponta Grossa, confluência dos rios Amazonas, Tocantins, Guamá e Capim (Figura

10). Sua área de influência é representada pelos municípios de Barcarena, onde se localizam as indústrias Albras e Alunorte, razão de ser do porto, de Oriximiná e Paragominas, também no Pará (CNT).

Figura 10: Mapa de localização do Porto de Vila do Conde.



Fonte: www.cdp.com.br.

3 MATERIAS E MÉTODOS

3.1. Pesquisa Quantitativa

Segundo ensinamentos de Richardson (1989), este método caracteriza-se pelo emprego da quantificação, tanto nas modalidades de coleta de informações, quanto no tratamento dessas através de técnicas estatísticas, desde as mais simples até as mais complexas.

Conforme supramencionado, ele possui como diferencial a intenção de garantir a precisão dos trabalhos realizados, conduzindo a um resultando com poucas chances de distorções.

De uma forma geral, tal como a pesquisa experimental, os estudos de campo quantitativos guiam-se por um modelo de pesquisa onde o pesquisador parte de quadros conceituais de referência tão bem estruturados quanto possível, a partir dos quais formula hipóteses sobre os fenômenos e situações que quer estudar. Uma lista de consequências é então deduzida das hipóteses. A coleta de dados enfatizará números (ou informações conversíveis em números) que permitam verificar a ocorrência ou não das consequências, e daí então a aceitação (ainda que provisória) ou não das hipóteses. Os dados são analisados com apoio da Estatística (inclusive multivariada) ou outras técnicas matemáticas. Também, os tradicionais levantamentos de dados são o exemplo clássico do estudo de campo quantitativo (POPPER, 1972).

Richardson (1989) expõe que este método é frequentemente aplicado nos estudos descritivos (aqueles que procuram descobrir e classificar a relação entre variáveis), os quais propõem investigar “o que é”, ou seja, a descobrir as características de um fenômeno como tal.

Nesse tipo de abordagem, os pesquisadores buscam exprimir as relações de dependência funcional entre variáveis para tratarem do como dos fenômenos. Eles procuram identificar os elementos constituintes do objeto estudado, estabelecendo a estrutura e a evolução das relações entre os elementos. Seus dados são métricos (medidas, comparação/padrão/metro) e as abordagens são experimental, hipotético-dedutiva, verificatória. Eles têm como base as metateorias formalizantes e descritivas. Suas principais vantagens são automaticidade e precisão (Portela G. L.).

As Pesquisas Quantitativas são mais adequadas para apurar opiniões e atitudes explícitas e conscientes dos entrevistados, pois utilizam instrumentos

estruturados (questionários). Devem ser representativas de um determinado universo de modo que seus dados possam ser generalizados e projetados para aquele universo. Seu objetivo é mensurar e permitir o teste de hipóteses, já que os resultados são mais concretos e, conseqüentemente, menos passíveis de erros de interpretação. Em muitos casos geram índices que podem ser comparados ao longo do tempo, permitindo traçar um histórico da informação (ZAYTEC).

Se você quer saber quantas pessoas usam um produto ou serviço ou têm interesse em um novo conceito de produto, a pesquisa quantitativa é o que você precisa. Ela também é usada para medir um mercado, estimar o potencial ou volume de um negócio e para medir o tamanho e a importância de segmentos de mercado (ZAYTEC).

3.2. Pesquisa Qualitativa

A pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas sim com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização etc. Os pesquisadores que adotam a abordagem qualitativa se opõem ao pressuposto que defende um modelo único de pesquisa para todas as ciências, já que as ciências sociais têm sua especificidade, o que pressupõe uma metodologia própria. Assim, os pesquisadores qualitativos recusam o modelo positivista aplicado ao estudo da vida social, uma vez que o pesquisador não pode fazer julgamentos nem permitir que seus preconceitos e crenças contaminem a pesquisa (Goldenberg, 1999).

Os pesquisadores que utilizam os métodos qualitativos buscam explicar o porquê das coisas, exprimindo o que convém ser feito, mas não quantificam os valores e as trocas simbólicas nem se submetem à prova de fatos, pois os dados analisados são não métricos (suscitados e de interação) e se valem de diferentes abordagens (Portela G. L.).

3.2.1. Procedimentos Metodológicos

Através da participação na vida cotidiana do grupo ou da organização que estuda; entrevistas ou conversa para descobrir as interpretações sobre as situações que observou, podendo comparar e interpretar as respostas dadas em diferentes momentos e situações (Portela G. L.).

3.2.2. Coleta de Dados

Investigação descritiva (fonte direta de dados é o ambiente natural); os materiais registrados são revistos na sua totalidade pelo investigador. Os dados são

recolhidos em situação natural e complementados pela informação que se obtém através do contato direto; transcrições de entrevistas, notas de campo, fotografias, vídeos, documentos pessoais, memorandos e outros registros oficiais; supremacia do processo em detrimento do produto; familiaridade com o ambiente, pessoas e outras fontes de dados, adquiridos principalmente através da observação direta, do estudo de caso da entrevista, além da história de vida, entre outros (Portela G. L.).

3.2.3. Características da Pesquisa Qualitativa

Objetivação do fenômeno, hierarquização das ações descrever, compreender, explicar, precisão das relações entre o global e o local em determinado fenômeno, observância das diferenças entre o mundo social e o mundo natural, respeito ao caráter interativo entre os objetivos buscados pelos investigadores, suas orientações teóricas e seus dados empíricos, busca de resultados os mais fidedignos possíveis, oposição ao pressuposto que defende um modelo único de pesquisa para todas as ciências (Portela G. L.).

3.2.4. Limites e Riscos

Excessiva confiança no investigador enquanto instrumento de coleta de dados, reflexão exaustiva acerca das notas de campo pode representar uma forma de tentar dar conta do objeto estudado, além de controlar o efeito do observador, falta de detalhes sobre os processos através dos quais suas conclusões foram alcançadas, falta de observância de aspectos diferentes sob enfoques diferentes, certeza do próprio pesquisador com relação a seus dados, sensação de dominar profundamente o seu objeto de estudo, envolvimento do pesquisador na sua situação (ou com sujeitos) pesquisada (Portela G. L.).

3.3. Procedimentos utilizados

O primeiro passo foi fazer uma pesquisa qualitativa das características dos modais em estudo: Rodoviário, Aquaviário e Ferroviário. Definindo suas vantagens e desvantagens e os parâmetros que foram utilizados na escolha do melhor modal, como, por exemplo, disponibilidade na região, frequência e confiabilidade.

No segundo passo, realizei uma pesquisa quantitativa, para levantar dados de custo de transporte de cargas, onde pude associa-los para o transporte de minério de ferro. E também, qual modal possui uma maior capacidade de carga e menor consumo de combustível.

Em seguida defini um local próximo à região em estudo para encontrar as distâncias que cada modal terá que percorrer. Como minha pesquisa é relacionada

com a viabilidade do transporte do minério, verificando qual modal é mais eficiente e viável, o ponto escolhido foi próximo ao município de Palmas, apenas para facilitar na definição das distâncias que os modais terão que percorrer até o porto de exportação. Utilizei a Ferramenta Google Maps para encontrar as distâncias e o melhor percurso para cada modal.

Por fim, realizei os cálculos e relacionei os dados coletados para definir o modal mais econômico, viável e que seja disponível no momento para transportar o Minério de Ferro do local escolhido até o porto de exportação mais próximo.

Ao decorrer da pesquisa, encontrei problemas em coletar dados de custo de transporte dos modais estudados, pois, as empresas que trabalham no ramo de logística, não costumam informar valores dos seus serviços para estudos acadêmicos. Portanto, tive que basear meu trabalho através de pesquisas semelhantes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

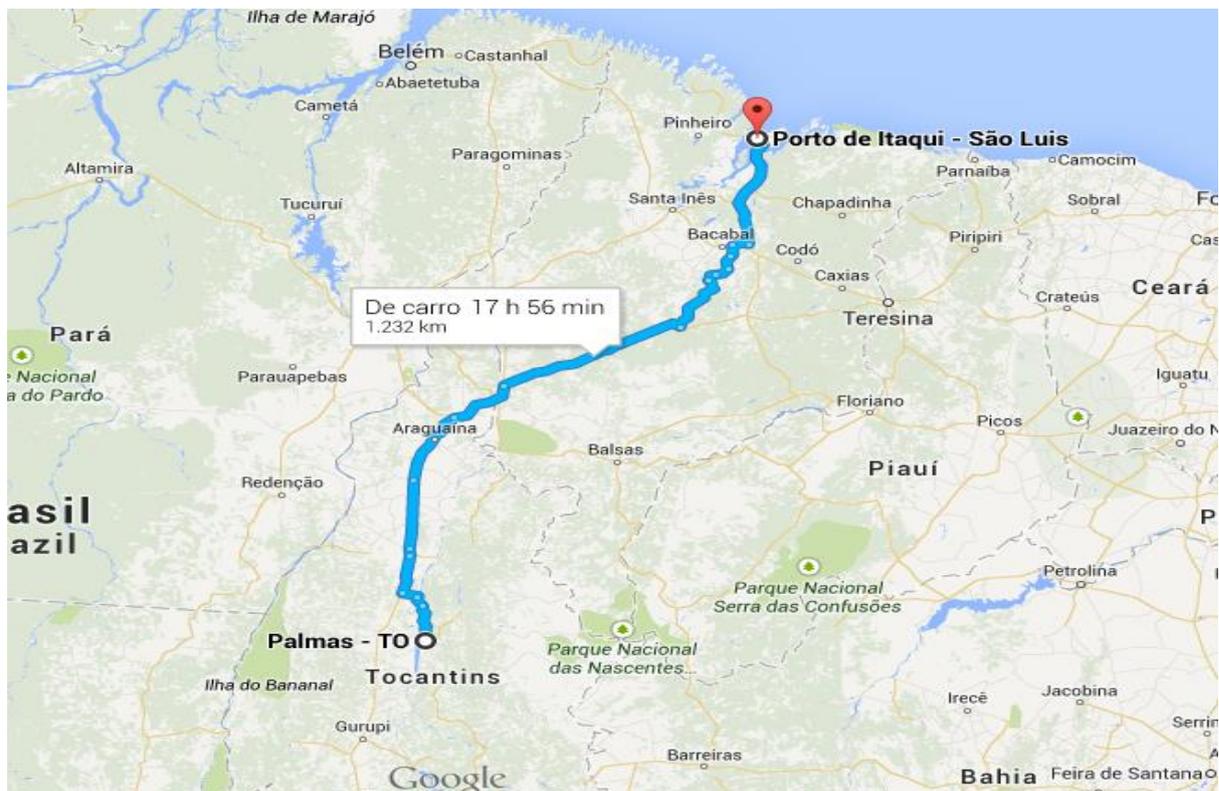
4.1. Transporte Rodoviário

No percurso escolhido de Palmas até o Porto de Itaqui em São Luís do Maranhão, totalizou-se 1232 km. As rodovias utilizadas são:

- TO-010 e TO-342 até BR-153 em Miranorte (105 km);
- BR-153 e BR-226 até MA-012 em Maranhão (690 km);
- MA-247 até BR-316 (198 km);
- BR-135 (212 km);
- Av. dos Portugueses (27 km).

Na figura 11, está representando o trecho escolhido para o percurso Rodoviário, a imagem foi obtida através da ferramenta Google Maps.

Figura 11: Imagem do Google Maps do trecho percorrido pelo modal.



Fonte: Google Map

De acordo com Castro (2003), a formação de preço do transporte de carga por rodovia, está alinhada com a “regra de bolso” dos caminhoneiros de cobrar o equivalente ao preço de um litro de óleo diesel por quilômetro percorrido, aplicando-se, eventualmente, um desconto para distâncias maiores, ou um acréscimo (ou até a duplicação da distância) para movimentos sem possibilidade de carga de retorno.

Assim, para atravessar os 1232 km de distância entre a Região próxima a Palmas (onde supostamente iremos beneficiar o minério de Ferro) e o Porto de Itaqui em São Luís do Maranhão (onde o minério é exportado para mercado exterior), utilizaremos Caminhões semipesados, equipados com carroceria metálica basculante, com capacidade para 15 toneladas úteis, permitido por lei, para passar em todas as balanças de qualquer estado do Brasil (Figura 12). De acordo com COELHO. C. F., cobriam uma parte fixa de R\$ 143 e um adicional de R\$ 0,55 por quilômetro percorrido, totalizando R\$ 677,6 + 143 = R\$820,60 pela viagem, além do que, um caminhão totalmente carregado se locomoveria a uma velocidade média de 50 km/h, levando aproximadamente 24 horas para realizar esse percurso.

Figura 12: Caminhão semipesado com carroceria metálica basculante.



fonte: www.truckinga.com.br.

Como já comentamos, tem que haver uma alta escala de produção de minério de Ferro, para ser competitiva perante as outras empresa produtoras de minério de ferro no Brasil. Por isso, definimos nossa produção anual de 15 milhões de Toneladas anuais. Logo, supondo que cada caminhão realize a viagem de ida (carregado) e volta (vazio) em dois dias, será necessário uma frota de 5480 caminhões ($15\text{Mtpa} \div 182,5\text{dias} \div 15\text{t}$), de 15 toneladas, durante todos os 365 dias do ano, para escoar essa produção.

Quando o valor calculado anteriormente para cada viagem, no valor de R\$ 820,60 é multiplicado pelo número da frota de caminhões necessário para abastecer o porto de minério de ferro por a cada dois dias, ficaria: R\$ 820,60 x 5480= R\$

4.496.888,00. O valor calculado ao final de um ano seria de R\$ 4.496.888,00 x 182,5 = R\$ 820.682.060,00.

Tabela 02: custo de transporte rodoviário.

Custo para Transporte Rodoviário	
Distância Percorrida	1232 km
Capacidade	15 ton
Produção Anual	15.000.000 ton
Nº de Caminhões Necessários	5480 caminhões
Velocidade Média	50 km/h
Taxa Fixa	R\$ 143,00
Adicional por Km Percorrido	R\$ 0,55
Custo por Viagem	R\$ 820,60
Custo Total por Viagem	R\$ 4.496.888,00
Custo Anual Final	R\$ 820.682.060,00

Fonte: Criação própria.

Analisando o custo com a utilização deste modal, se torna completamente inviável tendo em vista o número de caminhões semipesados trafegando nas vias, por dia, além do fato que, esses mesmos caminhões fariam a viagem de retorno à mina, descarregados, implicando em custos adicionais devido acréscimo previsto para o caso de movimentos sem possibilidade de carga de retorno, que, por simplificação, não foram incluídos nos cálculos acima (COELHO. C. F.).

4.2. Transporte Aquaviário

O rio que temos disponibilidade para o Transporte Aquaviário em grande escala na região, é o Rio Tocantins, que passa na beira da cidade de Palmas e sua foz fica no litoral do estado do Pará, no Golfão Amazônico (próximo a capital Belém), onde, podemos ter o acesso ao Porto de Vila do Conde, na cidade de Barcarena-PA, totalizando um percurso de 1334 km (Figura 13).

Figura 13: Imagem do Trecho hidroviário entre Palmas até o Porto de Barcarena



Fonte: Google Earth.

No Modal Aquaviário, utilizaremos Barcaças do tipo Araguaia, pois, já são projetadas de acordo com as restrições de navegação no rio Araguaia, componente limitante da hidrovia Araguaia-Tocantins. Possuem em torno de 625ton de capacidade, 45m de comprimento (pontal), 11m de largura (boca) e 1,5m de altura (calado). Supondo que cada comboio seja composto de 6 Barcaças, totalizando 3750 toneladas transportadas, a uma velocidade media de 40 km/h, levaria aproximadamente 3 dias de ida e volta. Para escoar toda a produção inicial suposta, necessária de 33 comboios para levar as 15 milhões de toneladas de minério de ferro até o Porto de Vila do Conde (Tabela 03).

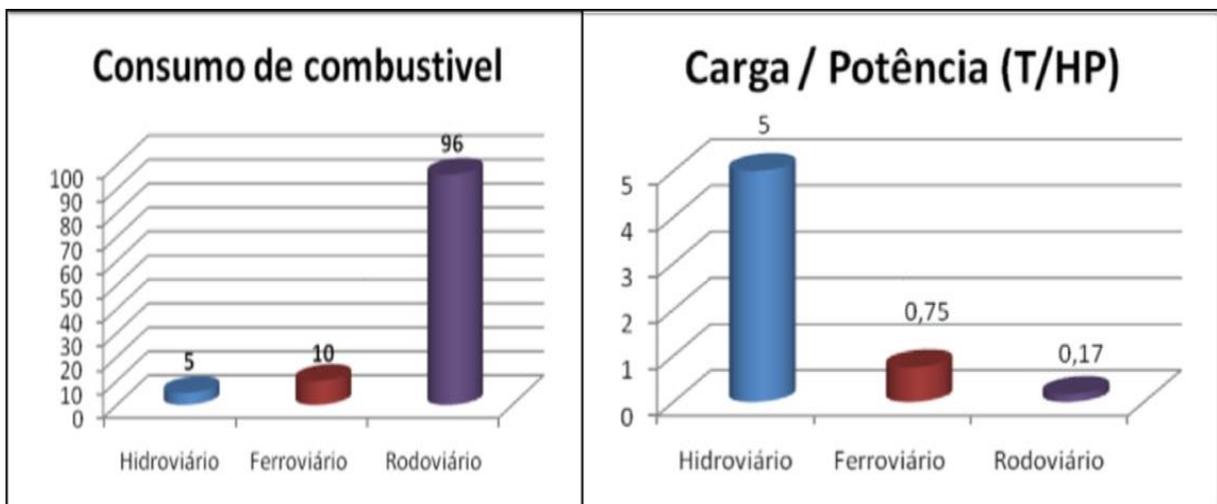
De acordo com dados da Agência Nacional de Transportes Aquáticos (Antaq), são necessários US\$ 17,00 para se escoar uma tonelada de grãos por hidrovia. Supondo que para o minério de ferro o valor seja o mesmo e adotando o valor do Dólar de aproximadamente R\$ 2,30 (cotação média do Dólar nos últimos dias), o custo por tonelada transportada será de R\$ 39,10. Assim, o custo de cada comboio é R\$ 146.625,00. Com isso, o custo anual resultaria em R\$ 586.500.000,00.

Tabela 03: custo de transporte aquaviário

Custo Para Transporte Aquaviário	
Capacidade da Barçaça	625 ton
Distância Percorrida	1334 km
Nº de Barçaças por Comboio	6 Barçaças
Produção Anual	15.000.000 ton
Velocidade Media	40 km/h
Capacidade do comboio	3750 ton
Quant. de Comboios necessária	33 comboios
Custo por Tonelada Transportada	R\$ 39,10
Custo por Viagem	R\$ 146,625
Custo Anual Final	R\$ 586.500.000,00

Fonte: Criação própria.

Esse modal, em relação aos outros, é o que exige menor consumo de combustíveis, em relação à capacidade de carga e deslocamento (permite maior ganho em escala), esses fatos são ilustrados na Figura 14.

Figura 14: Consumo e potência dos modais de transporte

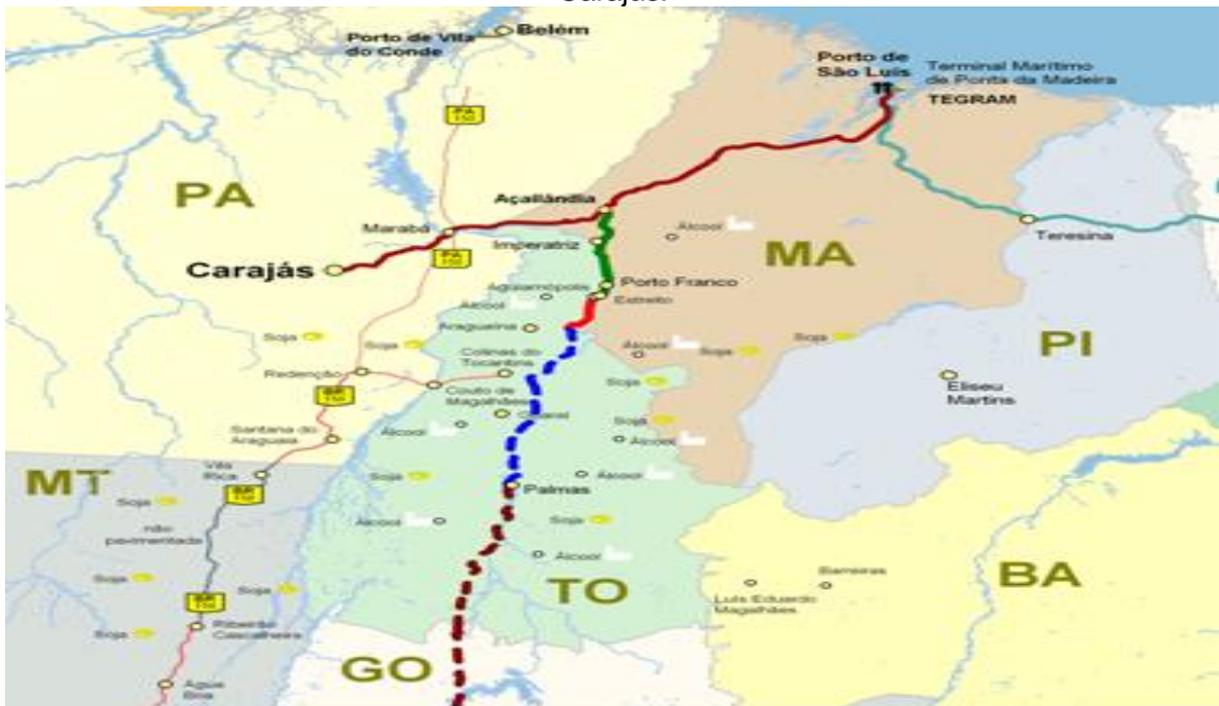
Fonte: Ministério dos Transportes, 2007.

4.3. Transporte Ferroviário

O transporte ferroviário é largamente utilizado para o transporte de grandes volumes de bens minerais, tanto no Brasil como em diversos outros países, mas essa alternativa implica, necessariamente, na existência de linha férrea própria ou de terceiros, ou na sua construção, e na disponibilidade de equipamentos de carga e descarga e de locomotivas e vagões para o transporte (COELHO. C. F.).

No Estado do Tocantins, a intenção é contar com a Ferrovia Norte-Sul para o escoamento de qualquer produção em grande escala, incluindo o minério de ferro que pode ser extraído na região. O trecho entre os municípios de Açailândia, no Estado do Maranhão, e Palmas, no Estado do Tocantins, com 719 km de extensão, foi subconcedido à Vale S.A., em 2007, pelo prazo de 30 anos (Figura 15). O objetivo desta ferrovia é formar um importante corredor para exportação de grãos, açúcar, carne, fertilizantes e combustíveis, e importação de produtos industrializados, em razão do cenário de crescimento que se projeta para a região Centro-Norte do Brasil. Em Açailândia-MA, a ferrovia se conecta à Estrada de Ferro Carajás, onde, percorrerá mais um trecho de aproximadamente 522 km, até chegar ao complexo portuário de Itaqui, em São Luís, no Estado do Maranhão. Totalizando 1241 km de extensão de malha ferroviária.

Figura 15: Trecho da Ferrovia Norte Sul no Estado do Tocantins com ligação na Ferrovia de Carajás.



Fonte: Wikipedia.

Baseado na tabela tarifária praticada pela FCA para transporte de granéis minerais, para faixas quilométricas entre 401 e 1400 km, é cobrada a parcela fixa de R\$11,39 e R\$ 0,07611 por tonelada a cada quilômetro percorrido (BRASIL, 1999).

Com a nossa escala inicial de produção proposta de 15 milhões de toneladas por ano, daria um orçamento de $R\$ 0,07611 \times 15 \text{ Mtpa} = R\$ 1.141.650,00$ por tonelada do minério transportada ao ano, além da cobrança do valor de R\$ 11,39 por cada viagem, que depende da quantidade de vagões e capacidade dos mesmos.

Utilizando uma locomotiva com 330 vagões, com capacidade de 80 toneladas cada vagão (tirando, como exemplo, as locomotivas usadas da Estrada de Ferro de Carajás), irá transportar 26400 toneladas de minério por viagem, a uma velocidade média de 60km/h, levaria aproximadamente 2 dias de ida e volta. Então, para poder escoar a produção do minério, necessitaria de 4 locomotivas, onde, cada uma transportaria 4.818.000 milhões de toneladas por ano, totalizando 19.272.000 milhões de toneladas por ano, já prevendo um futuro aumento da produção anual. Ao levarmos em conta esse redimensionamento, o valor da viagem de cada locomotiva necessária para o transporte do minério de ferro, ficaria R\$ 11,39 x 4 = R\$ 45,56 a cada dois dias, e R\$ 45,56 x 182,5 = R\$ 8.314,70 por ano.

Assim, o custo global, calculado por ano, ficaria em R\$ 1.141.650,00 + 8.314,70 = R\$ 1.149.964,70 (Tabela 04). Ressaltando que para o cálculo desses valores, não foi levado em consideração o acréscimo do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços, o ICMS (COELHO. C. F).

Tabela 04: Custo de Transporte Ferroviário.

Custo Para Transporte Ferroviário	
Capacidade do Vagão	80 ton
Distância Percorrida	1241
Produção Anual	15.000.000 ton
Nº de Vagões da Locomotiva	330 vagões
Nº de Locomotivas necessárias	4 locomotivas
Velocidade Média	60 km/h
Custo por Tonelada	R\$ 0,07611
Taxa Adicional por Viagem	R\$ 11,39
Custo Anual Final	R\$ 1.149.964,70

Fonte: Criação própria.

4.4. Resultados Gerais

A escolha do modal ideal para o transporte do produto que se deseja entregar leva em consideração as características operacionais relativas por modal de transporte. De acordo com Fleury et al. (2000), em relação aos modais, há cinco pontos importantes para se classificar o melhor transporte: velocidade, disponibilidade, confiabilidade, capacidade e custo. A título de adequação à especificação do produto transportado neste estudo, minério de ferro, o parâmetro

disponibilidade foi substituído por poluente, ou seja, a capacidade que o modal possui de causar impactos negativos ao meio ambiente, quando em operação.

Na tabela 02, está trazendo as Características Operacionais relativas para cada modal de transporte em estudo:

Tabela 05: Características Operacionais relativas por modal de transporte em estudo (a menor classificação indica uma melhor classificação).

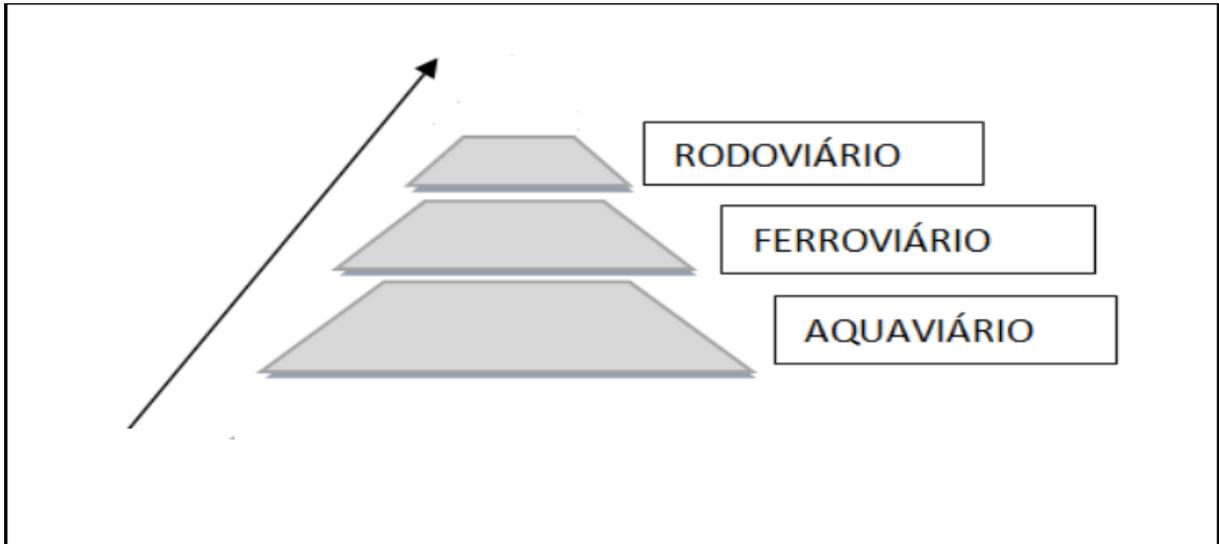
Características Operacionais	Ferroviário	Aquaviário	Rodoviário
Velocidade	3	3	2
Poluente	3	2	5
Custo	2	1	5
Confiabilidade	3	4	2
Capacidade	2	3	3
Disponibilidade	4	5	2
Resultado	17	18	19

Fonte: Criação própria.

- Velocidade: refere-se ao tempo decorrido de movimentação em uma dada rota, também conhecido como *transit time*, sendo o modal rodoviário o mais rápido entre os três (Paulo Nazário, B. Sc.).
- Confiabilidade: refere-se à variabilidade potencial das programações de entrega esperadas ou divulgadas (Paulo Nazário, B. Sc.).
- Poluente: refere-se a quantidade de impactos ambientais que cada modal pode causar. O transporte aquaviário leva vantagem, devido ao menor gasto com combustíveis (Paulo Nazário, B. Sc.).
- Custo: refere-se ao valor total para o transporte da carga, levando em consideração a distância percorrida, capacidade de carga e consumo de combustível. O modal aquaviário possui o menor custo, pois, além de transportar um grande volume de carga, seu consumo de combustível é relativamente baixo dentre os outros modais em estudo (Paulo Nazário, B. Sc.).

O modal rodoviário possui maior velocidade e eficiência na entrega, quando se comparando com os outros modais em estudo. A figura 16 apresenta a comparação entre os modais em função da sua velocidade:

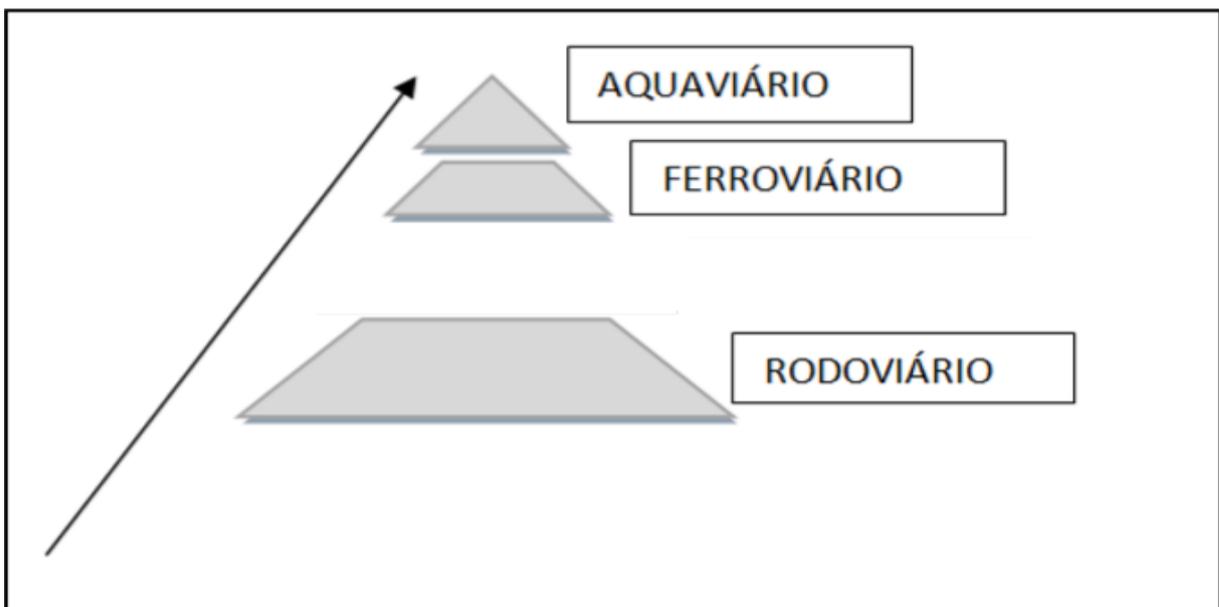
Figura 16: Comparação entre os modais em função da velocidade



Fonte: Elaborada pelos autores, adaptado de Razzolini Filho 2009.

Levando em consideração a capacidade de carga, o modal aquaviário sai na frente dos outros modais, devido a capacidade de cada embarcação. O modal ferroviário apresenta-se em segundo lugar, pois é possível montar composições com vários vagões, o que aumenta a capacidade de carga em uma mesma viagem. O modal rodoviário aparece em penúltimo lugar devido à baixa capacidade de movimentação de cargas em um único caminhão se comparado aos demais modais (Figura 17) (RAZZOLINI FILHO, 2009).

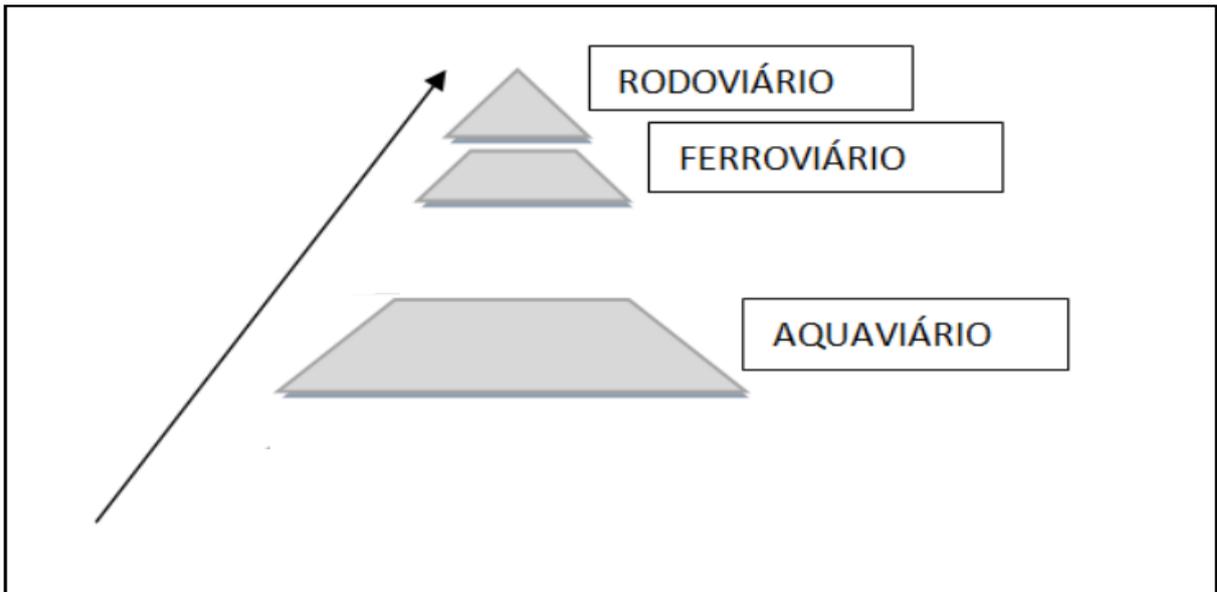
Figura 17: Comparação entre os modais em função da capacidade de movimentação



(Fonte: Elaborada pelos autores, adaptado de Razzolini Filho 2009).

Quando o parâmetro de comparação a ser utilizado é a disponibilidade, o modal que aparece em primeiro lugar é o modal rodoviário, pois essa característica muito importante é calculada de acordo com a frota disponível, como mostra a Figura 18, o modal rodoviário possui maior disponibilidade devido ao seu serviço porta a porta.

Figura 18: Comparação entre os modais em função da disponibilidade



Fonte: Elaborada pelos autores, adaptado de Razzolini Filho 2009.

O Modal Rodoviário além de ter o custo de transporte mais alto em relação aos outros modais estudados, uma empresa com uma frota de 5480 caminhões, seria totalmente inviável. Deve-se levar em conta o enorme fluxo de veículos pesados transitando pelas vias, que geraria uma enorme sobrecarga aos já deficientes sistemas rodoviários existentes. E ainda, haveria um elevadíssimo custo operacional e de manutenção dessa frota de caminhões, também seria exigida uma complexa e onerosa estrutura logística para carga e descarga nas duas pontas do sistema, o que elevaria ainda mais os investimentos e custos operacionais, agravando a inviabilidade desta opção de transporte.

Já o Modal Aquaviário possui o menor consumo de combustível (relação combustível/capacidade de carga) e transporta grande volume de material por viagem. Porém, durante o percurso que do Rio Tocantins que o modal terá que percorrer, possuem duas Usinas Hidrelétricas (Usina Hidrelétrica de Tucuruí, no Pará, e Usina Hidrelétrica de Lajeado, em Tocantins). Na Usina de Tucuruí, já realizaram a construção de uma Eclusa, que surgiu da necessidade de vencer o

desnível de cerca de 75 m, imposto pela construção da barragem, permitindo a navegação de Belém até Marabá.

Mas, na Usina do Lajeado, necessitaria da construção de uma Eclusa, que possibilitaria a transposição dos comboios, sem falar, que precisaria de obras para liberar a passagem no rio devido aos rochedos que aparecem em locais de pouca profundidade. Ainda temos que levar em consideração que o Complexo Portuário de Vila do Conde, não suportaria o escoamento de toda essa produção, precisaria haver bastante investimento em infraestrutura portuária para atender essa demanda. Portanto, os investimentos iniciais seriam muito altos, além do fato do modal possuir uma baixa velocidade de transporte.

Em comparação com o modal rodoviário, predominante no país, o modal ferroviário representa um menor custo logístico ao cliente, é mais seguro e menos poluente. Como já contamos com a Ferrovia Norte-Sul que interliga com a Estrada de Ferro de Carajás, passando próxima a região em Estudo, no momento, esse seria o Modal mais viável economicamente para ser transportar o minério de ferro extraído, até o porto de Itaquí, onde poderá ser exportado para o mercado exterior. Possui uma ótima capacidade de carga e boa velocidade média, gerando mais eficiência nos serviços prestados. Os investimentos iniciais seriam baixos, em relação ao modal aquaviário, e não geraria aumento no fluxo de caminhões nas rodovias. Sem falar que o Complexo Portuário de Itaquí, já é especializado em transporte de minério de ferro, por isso, as melhorias na infraestrutura portuária seriam poucas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na Mineração, como um todo, existem vários fatores que influenciam na viabilidade de uma Jazida Mineral, um desses fatores é o custo de transporte para escoamento do minério produzido na mina. De acordo com a pesquisa realizada, defini que o Modal Ferroviário foi escolhido para escoamento da produção, nesse caso em estudo, devido sua grande capacidade de escoamento de minério, sua velocidade de chegada ao porto de exportação e, principalmente, pela sua disponibilidade na região. Porém, os modais rodoviário e aquaviário, possuem características que em determinadas regiões, seriam uma melhor alternativa ou até mesmo a única, como por exemplo, em locais em que não tenha disponibilidade de linha férrea, ou em locais onde só se chega por avião ou por embarcações (algumas regiões da Amazônia).

O Modal Aquaviário é o mais econômico e com menor custo de implantação. Portanto, se não tivéssemos a Ferrovia Norte-Sul, interligando com a Estrada de Ferro de Carajás que leva até o porto de Itaqui, a melhor e mais viável solução seria a hidrovia. Então, podemos até dizer que no futuro, com obras de infraestrutura no Rio Tocantins (construção de Eclusas, detonação de rochas em locais rasos, etc) e obras de infraestrutura portuária no Porto de Vila do Conde, sem dúvida, esse modal teria mais viabilidade econômica para realizar o escoamento dessa produção.

. O Modal Rodoviário, mesmo tendo o maior custo de transporte entre os modais estudados, ainda continua sendo o mais utilizado para transporte de cargas no Brasil. Sem falar, que este modal, possui características exclusivas somente à ele, que irão fazê-lo sair na frente dos outros modais, principalmente, o baixo custo de implantação, serviços de porta a porta, disponibilidade em todas as regiões e integra todos os estados do País. Então, como não podemos escolher o local de uma jazida, geralmente a única opção que temos é o transporte rodoviário, devido sua ampla disponibilidade e seu baixo custo de implantação.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DOS TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT. Assessoria de comunicação social: números do setor. Brasília, 2004. Acesso em 13 de maio de 2008.

AMERICA LATINA LOGÍSTICA – ALL logística 2013.

ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviário (www.antaq.gov.br, data da visualização 18/06/2014)

ANTF – Associação Nacional de Transporte Ferroviário.

BALLOU, R. H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial. Ed. Bookman, São Paulo, 2001.

BERTÁGLIA, P. R. Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento. São Paulo: Saraiva, 2003.

BIT - Banco de Informações e Mapas de Transportes (www.transportes.gov.br).

BRASIL. Resolução ANTT n. 3.355, de 01 dez. 1999. Regulamenta a Tabela Tarifária Ferrovia Centro-Atlântica S.A – FCA. Diário Oficial da União, Brasília, 11 dez. 2009.

CALABREZI S. R. da S. A multimodalidade para o transporte de cargas: identificação de problemas em terminais visando à integração dos modais aéreo e rodoviário. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2007.

CDP – Companhia de Docas do Pará (www.cdp.com.br, data de visualização 11/06/2014).

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES. Porto de Itaqui – MA (www.cnt.org.br, data de visualização 12/06/2014).

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES. Pesquisa aquaviários. CNT. São Paulo, 2002. 49 p (www.cnt.org.br, data de visualização 12/06/2014).

CASTRO, N. Formação de Preços no Transporte de Carga. Revista Pesquisa e Planejamento Econômico. v.33 n.1 abr 2003.

COELHO C. F., Comparação de Modais de Transporte para Escoamento de Minério: Indicadores de Sustentabilidade.

FLEURY, P.F., FIGUEIREDO, K., WANKE, P. (org.). Logística Empresarial: A Perspectivas Brasileira. Coleção COPPEAD de Administração. São Paulo: Atlas, 2000.

Goldenberg, M. (1999) A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais. Rio de Janeiro: Record.

LOPES H. S.; CARMO B. B. T.; DUTRA N. G. S., Simulação Do Transporte De Minério De Ferro Na Hidrovia Do Araguaia-Tocantins.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, www.transportes.gov.br.

NOVAES, A. G. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

OLIVA, J. A. B. O. Transporte hidroviário (Fluvial e Cabotagem) de Granéis Agrícolas. 5º Seminário Internacional em Logística Agroindustrial. ANTAQ. Piracicaba. 2008.

Paulo Nazário, B. Sc., O Papel do Transporte na Estratégia Logística.

POPPER, Karl. A lógica da pesquisa científica. 2. ed. São Paulo: Cultrix, 1972.

Portela G. L., ABORDAGENS TEÓRICO-METODOLÓGICAS.

RAZZOLINI FILHO, Edelvino. Transporte e Modais com suporte de TI e SI. Curitiba: IBPEX, 2009.

RICHARDSON, Roberto Jarry. Pesquisa social: métodos e técnicas. São Paulo: Atlas, 1989.

ZAYTEC Brasil, Pesquisa e Consultoria.