



## UTILIZAÇÃO DO MINERODUTO COMO TRANSPORTE DE MINÉRIO ALTERNATIVO

Maria Margarete Batista da Silva<sup>1</sup>  
Monique Sarah Silva dos Santos<sup>2</sup>  
Edson Neves dos Santos<sup>3</sup>

### RESUMO

No Brasil, o transporte dutoviário surgiu na década de 1950, tendo baixa utilização em comparação aos outros meios de deslocamento. Segundo a Agência Nacional de Transporte Terrestres (ANTT) no país, cerca de 60% dos transportes é realizado por rodovias, 20% por ferrovias, 13% por hidrovias e 4% por dutovias. O transporte dutoviário é aquele onde se utiliza dutos e canos cilíndricos ociosos em espécies de tubulações que formam linhas chamadas de dutovias, que são utilizadas para o transporte dos produtos de um ponto ao outro. As dutovias são formadas de três elementos: os depósitos, onde a carga é depositada e retirada, os canos, por onde o produto é escoado, e as juntas que fazem a ligação entre os canos. Os principais produtos que se utilizam do transporte dutoviário são os de materiais fluidos, como petróleo e derivados, gás natural e etanol. Este trabalho tem como objetivo, identificar a viabilidade da utilização do mineroduto como transporte de melhor custo-benefício e menor impacto ambiental. Realizamos levantamento e revisão bibliográfico em artigos acadêmicos, dissertações, livros e sites. Para a confecção deste trabalho, foi utilizado como principal fonte de dados, arquivos do professor de Mecânica das rochas. Ao comparar dados de transporte, o uso dos mineroduto é mais rentável para a economia e desenvolvimento do país. Contribuindo com a redução dos custos logísticos e redução de danos socioambientais.

**Palavras-chave:** Transporte dutoviário, Mineroduto, Longas distâncias.

### INTRODUÇÃO

O primeiro registro de utilização de dutos para transporte ocorreu na Assíria (hoje se encontram Iraque e Síria) em 691 a. C para transferência de água doce. Os romanos em seu aperfeiçoamento em engenharia para o transporte de água construíram aquedutos que se multiplicaram e tornaram-se mais complexos. Ao longo dos séculos, outras matérias passaram a ser transportados através de dutos dentre os minérios. Entre as opções de transportes: teleféricos, caminhões, correia transportadora e ferrovia, a proliferação do mineroduto surgiu como alternativa. No Brasil, a primeira dutovia foi criada no ano de 1942, na Bahia, sendo utilizada para ligar uma refinaria experimental ao porto, a partir de então, houve um grande desenvolvimento desse tipo de transporte. Atualmente o maior mineroduto do mundo está

---

<sup>1</sup> Estudante do Curso de Técnico Subsequente em Mineração do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande Do Norte – IFRN [margaretemm280@outlook.com](mailto:margaretemm280@outlook.com);

<sup>2</sup> Estudante do Curso de Técnico Subsequente em Mineração do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande Do Norte - IFRN, [monique\\_sarah@outlook.com](mailto:monique_sarah@outlook.com);

<sup>3</sup> Professor orientador: Mestre, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande Do Norte - IFRN, [edson\\_san2003@yahoo.com.br](mailto:edson_san2003@yahoo.com.br).



situado no Brasil, nos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, possuindo uma extensão de 529 km, para o transporte de minério de ferro. Os minerodutos constituem um papel importante no transporte de minério, ganhando cada vez mais forças no setor de mineração. Sua capacidade está diretamente ligada ao seu regime interrompido de funcionamento. Esse transporte por tubos se configura como viável para a economia do país e tem um papel importante na geração de empregos em diversos setores.

O Transporte Dutoviário ou Transporte Tubular é aquele realizado por meio de Dutovias, ou seja, de tubulações, o termo “duto” significa tubos e corresponde ao local para transportar materiais como óleos, gases e produtos químicos através da gravidade ou da pressão. Segundo Queiroz (2011), os dutos são geralmente fabricados em aço e podem ser envolvidos por camadas de outros materiais a fim de lhe conferir as propriedades descritas abaixo.

Os principais tipos de transportes dutoviários, estão classificados em: Oleoduto, Gasoduto, Aquedutos e Minerodutos, que é o tipo de transporte que o presente artigo visa especificar.

Os minerodutos são dutos que realizam o transporte de minério, geralmente por longas distâncias, até o processamento final do material. São usados com o objetivo de transportar minério com o menor impacto ambiental se comparado com os meios mais usuais de transporte. (Furst, 2018)

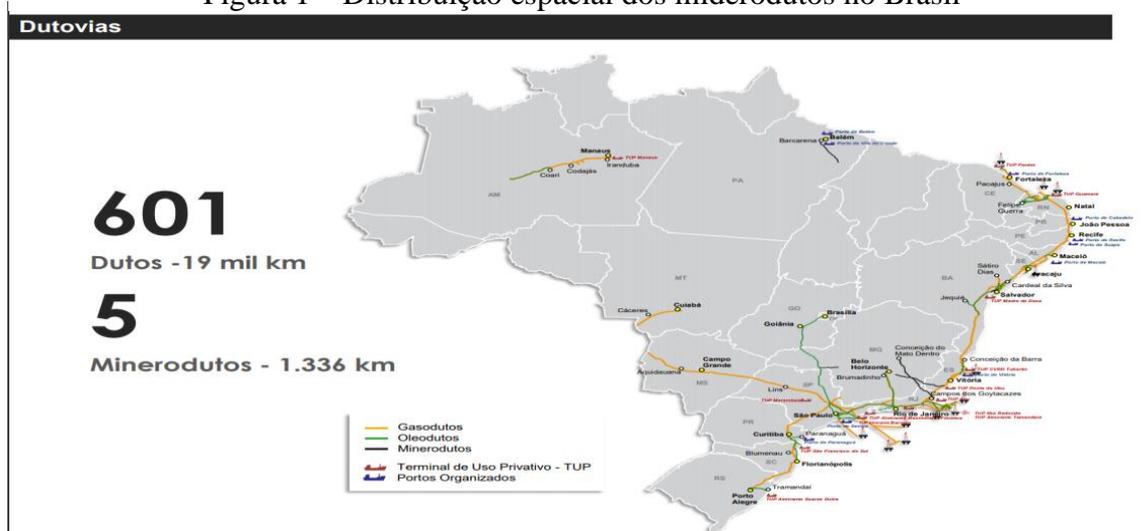
A utilização de dutos no formato atual, com tubos fechados de metal e mecanismos de bombeamento para impulsionar produtos como petróleo, gás e polpa de minérios, apareceram, em 1865, nos Estados Unidos. Hoje representam um sistema de transporte seguro, largamente disseminado pelos cinco continentes e indispensável à economia mundial. (FOGLIATTI, 2004). 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, este modal de transporte permite a remessa de produtos a longas distâncias.

O minério a ser levado por esses equipamentos de um lado para o outro, pode ser de diversos tipos, como ferro, carvão, bauxita, etc.

No Brasil, existem cinco minerodutos em funcionamento com extensão de 1.336 Km e 601 dutos que totalizam 19 mil km, sendo eles utilizados para vários fins. Para um país rico em reservas minerais, esses valores comparado a outros países, são bem abaixo do ideal para o escoamento de minério. Os minerodutos citados a seguir estão distribuídos por quatro empresas, sendo elas: Anglo American, Samarco, Norsk Hydro.



Figura 1 – Distribuição espacial dos miderodutos no Brasil



Fonte: [http://infraestrutura.gov.br/images/BIT\\_TESTE/Mapas/Infra\\_Dutos.pdf](http://infraestrutura.gov.br/images/BIT_TESTE/Mapas/Infra_Dutos.pdf)

Nossa pesquisa analisou a importância do transporte dutoviário para o desenvolvimento do país, o funcionamento deste nas regiões brasileiras, e a sua relação com a economia do Brasil. A partir disso estudo visa demonstrar a relação custo-benefício do transporte dutoviário que é uma nova tecnologia, comparado a outros transportes atualmente utilizados no Brasil. Todo o estudo se baseia em avaliações de pontos positivos e negativos de cada meio de transportaço.

## METODOLOGIA

Um levantamento bibliográfico foi feito, acerca dos conhecimentos sobre os minerodutos existentes no país. A pesquisa se baseou em artigos acadêmicos que foram publicados em revistas, periódicos, dissertações de mestrado, em livros, apostilas e sites. com informações relevantes foram coletadas sobre os minerodutos nos estados brasileiros. Realizou-se ao mesmo tempo a revisão bibliográfica, mapas e a integralizaço entre eles.

Para a confecço deste trabalho, foi utilizado como principal fonte de dados, arquivos do professor de Mecânica das rochas, que por sinal é o orientador deste artigo científico. Também serviu de base para a compreensço da atual crise orçoamentária para investimento em transportes em todas as regiões do Brasil. O livro Infraestrutura dos transportes no Brasil, que tem como autores José Ângelo Justo Alvarez, Thiago Pedro De Abreu e Nathália Zantut Troncoso Orlandi. BRASIL. Transporte. Além desses, dois anteriormente falados, sites,



artigos e dados matemáticos foram avaliados e inseridos neste estudo para completar a sequência lógica de assuntos e levar a compreensão ao leitor.

## **POR QUE NO BRASIL O TRANSPORTE POR MINERODUTOS É TÃO PEQUENO?**

No Brasil, apesar de representativo, o transporte dutoviário está concentrado em poucas empresas e tem pequena participação relativa na matriz logística de transporte. Ainda são muitas discutidas as principais características desse modal no que se refere às suas vantagens, desvantagens, produtos transportados, investimentos, custos e perspectivas. O modal dutoviário é considerado o mais consistente e frequente de todos os modais. Isso ocorre porque a variância no tempo de transporte é mínima (maior consistência) e as dutovias funcionam 24 horas por dia (frequência). Por outro lado, é o modal que apresenta menor velocidade, menor capacidade (uma vez que é muito especializado, transporta pequena variedade de produtos) e menor disponibilidade. (HAYRTON, 2012)

É possível entender que apesar de o maior mineroduto do mundo estar situado no Brasil, esse tipo de transporte ainda não foi explorado adequadamente, a ponto de não haver investimento suficiente para comprovação de sua eficiência. O que conseqüentemente torna uma imagem desse modal mais susceptível a os danos que o mesmo pode causar.

## **COMPARAÇÃO ENTRE MODAIS DE TRANSPORTE DE MINÉRIO**

### **Transporte Rodoviário**

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 642 km de distância entre Conceição do Mato Dentro (onde ocorre o beneficiamento do minério) e São João da Barra (no Porto do Açú, de onde o minério é exportado), um caminhão semipesado com capacidade para 15 toneladas úteis, cobraria uma parte fixa de R\$ 143 e um adicional de R\$ 0,55 por quilômetro percorrido, totalizando  $R\$ 353 + 143 = R\$ 496$  pela viagem, além do que, um caminhão totalmente carregado se locomoveria a uma velocidade média de 50 km/h, levando 12 horas e 50 minutos.



Supondo que, grosso modo, o mesmo caminhão realize a viagem de ida (carregado) e de volta (vazio) no mesmo dia e considerando a escala inicial de produção de minério de ferro em 24,5 mega toneladas por ano (Mtpa), prevista pelo projeto, seria necessária uma frota de 4.475 caminhões, de 15 t, de capacidade trafegando entre a mina (MG) e o pátio de estocagem no Porto do Açu (RJ), por dia, durante todos os 365 dias do ano. Quando o valor calculado anteriormente para cada viagem, no valor de R\$ 496 é multiplicado pelo número da frota de caminhões necessário para abastecer o porto de minério de ferro por dia, ficaria:  $R\$ 496 \times 4.475 = R\$ 2.219.600$ . O valor calculado ao final de um ano seria de  $R\$ 2.219.600 \times 365 = R\$ 810.154.000$ .

A utilização deste modal mostra-se completamente inviável tendo em vista o número de caminhões semi-pesados 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. Haveria de se pensar, também, no aumento dos investimentos do poder público em obras de melhorias nas atuais rodovias, mal dimensionadas na região para esse tipo de operação, a exemplo da rodovia BR101 e BR360, entre outras.

### **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.

A Linha Mineira atualmente possui trecho desativado que requer recapacitação. É um trecho longo, antigo e sinuoso, que recebeu poucos investimentos nas últimas décadas. Além de investimentos na reativação, essa linha somente atenderia as necessidades do projeto até o município de Campos dos Goytacazes, sendo necessária a construção do trecho partindo de Campos até o Porto do Açu, um ramal de 40 km de extensão.

Atualmente esses investimentos encontram-se sob estudo técnico de engenharia e avaliação econômico-financeira para determinar a viabilidade do empreendimento. (VERAX, 2010). Baseado na tabela tarifária praticada pela FCA para transporte de granéis minerais, para faixas quilométricas entre 401 e 800 km, é cobrada a parcela fixa de R\$11,39 e R\$ 0,07611 por tonelada a cada quilômetro percorrido. (BRASIL, 1999).



A projeção para a escala inicial de produção de minério de ferro, daria 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, que depende da quantidade de vagões e capacidade dos mesmos. Assim, duas locomotivas e 168 vagões, propostos no estudo de viabilidade econômico financeira, cada vagão com capacidade (cap) de 80 t, transportariam o minério de ferro previsto para produção anual inicial (24,5 Mtpa), da mina ao porto, em 2,5 viagens, inviável se de executar em apenas um dia, supondo uma velocidade constante de 60 Km/h de ambas locomotivas.

Devido distância e velocidade, cada locomotiva seria capaz de realizar, em um mesmo dia, uma única viagem de ida e uma de volta. Portanto o número de locomotivas e vagões no estudo supracitado deveria ser redimensionado, para aumentar a capacidade de entrega do minério. Seriam necessárias 10 locomotivas (loc), com 168 vagões (vag) cada, tornando possível assim, a descarga de material em um mesmo dia, pois: 10 (loc) x 84 (vag) x 80 (cap) x 365 (dias) = 24,528 Mtpa, valor aproximado da produção de minério de ferro por ano. Levando em conta esse redimensionamento, o valor da viagem de cada locomotiva necessária para o transporte, ficaria R\$ 11,39 x 10 = R\$ 113,90 por dia, ou R\$ 113,90 x 365 = R\$ 41.573,50 por ano. O custo global, calculado por ano, ficaria em R\$ 1.864.965,00 + 41.573,50 = R\$ 1.906.538,50.

### **Transporte Dutoviário**

A malha mundial de dutos se destina, em sua maioria, a transportar petróleo e gás. O transporte de polpas minerais (ferro, caulim, bauxita, fosfato e outros), classificadas como inertes e não perigosas pelos critérios da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), são colocadas no duto na área da mina / planta de beneficiamento do minério e bombeadas, 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. (BRANDT, 2010).

Do ponto de vista econômico 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. O funcionamento do mineroduto independe de variações climáticas e a ocorrência de chuvas não interfere na disponibilidade e condições de transporte da polpa de minério de ferro, o que, certamente, afetaria os outros meios de transporte.



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.

Considerando a utilização da capacidade total da tubulação, de 24,5 milhões de toneladas de minério por ano e a previsão de 26,5 milhões de metros cúbicos de polpa de minério, que serão escoados por ano pelo mineroduto e (a uma velocidade média de 7 km/h), a polpa contendo o minério de ferro deverá percorrer todo o trajeto do mineroduto, cerca de 525 Km de extensão, em 85 horas e 14 minutos. (BRANDT, 2006).

Para fins de comparação, considera-se o transporte dutoviário neste trabalho com o custo fixo a implantação do mineroduto, orçado em R\$ 1,61 bilhões de acordo com estudos de Brandt et al. (2006), com fator de eficiência operacional estimado no projeto de 95%. Não foram considerados subsídios ou benefícios fiscais, ou custos com a manutenção, quando este estiver em operação. Calcula-se, portanto, que serão gastos R\$ 80,5 milhões por ano, ao longo dos vinte anos de vida útil para o qual a tubulação foi projetada, operando 365 dias por ano, 24 horas por dia. (COELHO; MORALES, 2012)

## **POR QUE O BRASIL DEVE INVESTIR EM NOVAS MODALIDADES DE TRANSPORTES E MINERODUTOS?**

Atualmente, no Brasil, mais de 60% da produção nacional é escoada por rodovias, sendo o modal mais utilizado para o escoamento de mercadorias à longas distâncias. Mas as rodovias brasileiras apresentam um quadro de inadequação pela ausência de manutenção. Nossas estradas estão sucateadas e sem sinalização e segurança, em pesquisa apresentada no ano de 2017, a Confederação Nacional dos Transportes (CNT) trouxe que 28,2% das rodovias nacionais são ruins ou péssimas e 33,6% são apenas regulares, considerando-se questões como pavimento, sinalização e geometria das vias.

Não à toa, o Brasil ocupa a posição 103 no quesito qualidade da infraestrutura rodoviária, no ranking organizado pelo Fórum Econômico Mundial, que reúne 137 países analisados. Na pesquisa, o Brasil recebeu nota 3,1, em uma escala que varia entre 1 (estrutura extremamente subdesenvolvida) e 7 (estrutura extensa e eficiente), enquanto o Chile lidera na América do Sul, com nota 5,2 (24ª posição no ranking geral). A matriz inadequada e a má qualidade das rodovias brasileiras também explicam, em parte, a má colocação do Brasil no ranking de Comércio Internacional organizado pelo Banco Mundial.



O Brasil precisa investir em ferrovias, hidrovias e cabotagem para tornar a sua matriz de transporte de cargas mais eficiente. Não há dúvidas, principalmente para o transporte de grandes volumes a longas distâncias, o que traria redução de custos para as indústrias nacionais e ainda diminuiria a emissão de gases poluentes na atmosfera. Na matriz de transportes apresentada pelo ILOS recentemente o Brasil conta, atualmente, com apenas 21% da produção passando pelas ferrovias nacionais, enquanto o transporte aquaviário movimenta em torno de 13% das cargas. Em contrapartida, na China, mais de 50% da produção é escoada pelo modal aquaviário e, nos Estados Unidos, 30% das cargas passam pela ferrovia. Ou seja, muito trabalho, e investimento, ainda precisa ser realizado no Brasil para melhorar a competitividade dos nossos produtos no mercado internacional.

Um dos fatores de crescimento econômico de uma nação está diretamente relacionada à facilidade de mobilidade e acessibilidade da população – já que o deslocamento urbano entre regiões e países é uma injeção na economia -, bem como o escoamento de sua produção de mercadorias, seja no contexto nacional ou internacional.

Segundo o Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT), lançado em 2006 a partir de uma parceria entre o Ministério dos Transportes e o Ministério da Defesa, estima-se que, caso a matriz de transportes brasileira fosse mais equilibrada, iríamos reduzir US\$ 2,5 bilhões por ano em custos logísticos.

Nesse somatório, é considerada a redução dos custos de transporte para determinadas cargas. Além disso, os fretes poderiam ser reduzidos em 62% para o modal hidroviário e de 37% no ferroviário em comparação ao rodoviário. Em relação à participação, de acordo com dados da CNT, o modal rodoviário dentro da matriz de transporte tem sua maior participação no setor, contando com 61,1% das cargas, seguido do ferroviário com 20,7% e aquaviário com 13,6%. Esses três modais representam 95,4% de toda a carga transportada no país. Sendo assim o uso dos minerodutos é mais rentável para a economia e desenvolvimento do país.

Pesquisas realizada anualmente, aponta que os minerodutos fazem um serviço de qualidade com alta precisão sem grandes prejuízos. Apesar dos custos iniciais serem altos, a vida útil dos minerodutos, é em média de 20 anos, precisando-se fazer apenas manutenções necessárias que possuem baixo custo operacional.

A construção e uso do mineroduto surgiu como alternativa para o escoamento de polpa de minério, devido aos altos custos e saturação da malha rodoviária e ferroviária para volumes elevados de minério.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho demonstrou de uma forma detalhada como o transporte dutoviário é importante para o desenvolvimento do país, com um destaque para o mineroduto como solução logística de transporte de minérios. Isso foi feito apresentando a localização dos minerodutos em território nacional e o funcionamento dos mesmos.

Observou-se que o transporte rodoviário assim como o ferroviário encontram-se em estado defasado e conseqüentemente apresenta inúmeras dificuldades.

A partir dessa situação este trabalho mostra uma comparação financeira da transportação de minérios no Brasil e em outros países. Após a construção desse conteúdo, conclui-se que o mineroduto é capaz de solucionar grandes problemas de transportagem de minério no país. Além de poder vir a substituir os atuais modelos futuramente, se planejado de forma que não prejudique a sociedade e o meio ambiente.

No Brasil, apesar de representativo, o transporte dutoviário está concentrado em poucas empresas e tem pequena participação relativa na matriz logística de transporte. Ainda são muitas discutidas as principais características desse modal no que se refere às suas vantagens, desvantagens, produtos transportados, investimentos, custos e perspectivas. O modal dutoviário é considerado o mais consistente e frequente de todos os modais. Isso ocorre porque a variância no tempo de transporte é mínima (maior consistência) e as dutovias funcionam 24 horas por dia (frequência). Por outro lado, é o modal que apresenta menor velocidade, menor capacidade (uma vez que é muito especializado, transporta pequena variedade de produtos) e menor disponibilidade. (HAYRTON, 2012)

É possível entender que apesar de o maior mineroduto do mundo estar situado no Brasil, esse tipo de transporte ainda não foi explorado adequadamente, a ponto de não haver investimento suficiente para comprovação de sua eficiência. O que conseqüentemente torna uma imagem desse modal mais susceptível a os danos que o mesmo pode causar.



## REFERÊNCIAS

AGUIAR FILHO, Walter de. **O Mineroduto da Samarco**. 2015. Disponível em: <<http://www.morrodomoreno.com.br/materias/o-mineroduto-da-samarco.html>>. Acesso em: 05 jul. 2019.

COELHO, Cristiano Farias; MORALES, Gudelia. **Comparação de modais de transporte para escoamento de minério: indicadores de sustentabilidade**. 2012. Disponível em: <[http://www.inovarse.org/sites/default/files/T12\\_0564\\_2639.pdf](http://www.inovarse.org/sites/default/files/T12_0564_2639.pdf)>. Acesso em: 30 out. 2019.

FURST, Omar. **Mineroduto, o que é isto, para quê serve?** 2018. Disponível em: <<https://bibocaambiental.blogspot.com/2018/04/mineroduto-o-que-e-isto-para-que-serve.html>>. Acesso em: 03 maio 2019.

HAYRTON. **Por que no Brasil o transporte dutoviário é tão pequeno?** 2012. Disponível em: <<https://qualidadeonline.wordpress.com/2012/08/14/por-que-no-brasil-o-transporte-dutoviario-e-tao-pequeno/>>. Acesso em: 27 nov. 2019.

HAYRTON. **Por que no Brasil o transporte dutoviário é tão pequeno?** 2012. Disponível em: <<https://qualidadeonline.wordpress.com/2012/08/14/por-que-no-brasil-o-transporte-dutoviario-e-tao-pequeno/>>. Acesso em: 27 nov. 2019.

LACERDA, Alberto Franco. **Análise e estudo comparativo da escolha de melhor traçado para o mineroduto da Ferrous Resources Brasil S/A**. 2011. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/2093526-Analise-e-estudo-comparativo-da-escolha-de-melhor-tracado-para-o-mineroduto-da-ferrous-resources-brasil-s-a-alberto-franco-lacerda.html>>. Acesso em: 02 jul. 2019.

LOBO, Alexandre. **Transporte de cargas e a encruzilhada do Brasil para o futuro**. 08/11/2017. Disponível em: <<https://www.ilos.com.br/web/tag/matriz-de-transportes/>>. Acesso em: 30 out. 2019.

MINERAÇÃO, Instituto Brasileiro de; MINERAÇÃO, Portal Técnico e. **Qual a importância da mineração para a economia do país?** 2017. Disponível em: <<http://www.vale.com/brasil/pt/aboutvale/news/paginas/qual-a-importancia-da-mineracao-para-a-economia-do-pais.aspx>>. Acesso em: 18 fev. 2020.

PINTO, Lúcio Flávio. **Os grandes projetos de mineração e os pequenos**. 2018. Disponível em: <<https://www.oestadonet.com.br/noticia/12704/os-grandes-projetos-de-mineracao-e-os-pequenos/>>. Acesso em: 02 jul. 2019.

QUEIROZ, Juliana Oliveira. **Análise de estabilidade de dutos rígidos submarinos sujeitos à ação de ondas e correntes marinhas**. 2011. 71 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10001418.pdf>>. Acesso em: 22 maio 2019.



REIS, Izabela de Nazaré Souza da Fonseca. **Influência da granulometria nas propriedades reológicas da polpa de bauxita pós beneficiamento.** 2015. Disponível em: <<http://ppgeq.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2015/PPGEQ%202015%20-%20Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Izabela%20Reis.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2019.

TRUCKPAD, Equipe. **Matriz de Transporte no Brasil: quais são e qual é a mais importante?** Disponível em: <<https://blog.truckpad.com.br/transporte-rodoviario/matriz-de-transporte-no-brasil-quais-sao-e-qual-e-a-mais-importante/>>. Acesso em: 23 out. 2019.