

Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Curso de Tecnologia em Comércio Exterior



Heitor Renan Cabral de Amorim
Lucas Monteiro Santa Brígida

**DESAFIOS LOGÍSTICOS NO MODAL
FERROVIÁRIO E SEUS IMPACTOS NO
TRANSPORTE DO MINÉRIO DE FERRO NO
ESTADO DO PARÁ E TERRITÓRIO NACIONAL**

Belém – PA
2024

Heitor Renan Cabral de Amorim
Lucas Monteiro Santa Brígida

Desafios logísticos no modal ferroviário e seus impactos no transporte do minério de ferro no Estado do Pará e território nacional

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Tecnologia em Comércio Exterior da Universidade do Estado do Pará – UEPA, como requisito parcial para obtenção do grau de Tecnólogo em Comércio Exterior.

Orientadora: Prof^a. Dra. Naiara Silva Ferreira

Belém – PA

2024

Heitor Renan Cabral de Amorim

Lucas Monteiro Santa Brígida

Desafios logísticos no modal ferroviário e seus impactos no transporte do minério de ferro no Estado do Pará e território nacional

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Tecnologia em Comércio Exterior da Universidade do Estado do Pará – UEPA, como requisito parcial para obtenção do grau de Tecnólogo em Comércio Exterior.

Orientadora: Prof^a. Dra. Naiara Silva Ferreira

Data da aprovação: ___/___/___

Banca Examinadora:

Prof^a. Dra. Naiara Silva Ferreira
Universidade do Estado do Pará

- Orientadora

- 2º membro

Prof. Dr. Igor de Jesus Lobato Pompeu Gammarano Universidade do Estado do Pará

- 3º membro

Prof^a. MSc. Aline Ferreira
Universidade do Estado do Pará

Desafios logísticos no modal ferroviário e seus impactos no transporte do minério de ferro no Estado do Pará e território nacional

Logistical challenges in the railway mode and their impacts on iron ore transport in the State of Pará and national territory

Heitor Renan Cabral de Amorim*, Lucas Monteiro Santa Brígida* e Naiara Silva Ferreira**

Resumo: O objetivo deste trabalho foi verificar os desafios logísticos para a Cadeia Global de Valor ligada ao modal ferroviário no transporte de minérios do estado Pará e no território nacional. No decorrer da pesquisa, os artigos mostraram que o aprofundamento de estudos que abordem a logística da mineração no estado do Pará é de grande relevância estratégica, prática e acadêmica, tendo que em vista que o Pará, com sua expressiva produção mineral, desempenha um papel fundamental no mercado internacional, sendo um grande produtor de minério de ferro, bauxita, manganês, entre outros. Concluiu-se que a investigação dos principais desafios logísticos que impactam no setor mineral paraense pode fornecer contribuições significativas para o entendimento e aprimoramento das relações comerciais relacionadas à mineração na região.

Palavras-chave: Desafios logísticos; Modal ferroviário; Minério de ferro.

Abstract: The objective of this work was to verify the logistical challenges for the Global Value Chain linked to the railway mode in the transport of minerals in the state of Pará and in the national territory. During the research, the articles showed that further studies that address the logistics of mining in the state of Pará are of great strategic, practical and academic relevance, considering that Pará, with its significant mineral production, plays a role fundamental in the international market, being a major producer of iron ore, bauxite, manganese, among others. It is concluded that the investigation of the main logistical challenges that impact the mineral sector in Pará can provide significant contributions to the understanding and improvement of commercial relations related to mining in the region.

Keywords: Logistical challenges; Modal Railway; Iron ore.

1 INTRODUÇÃO

A Região Amazônica tem uma área de 4,55 milhões de km², destacando-se pela rica diversidade biológica e abundância de bacias hidrográficas, o que vem atraindo cada vez mais atenção e holofotes internacionais (NEVES; SANTOS, 2016). No

entanto, esse ecossistema único enfrenta diversos desafios, incluindo a complexidade logística e os obstáculos relacionados ao transporte, e esses dois processos são elementos cruciais para o desenvolvimento econômico sustentável da região, pois permitem a movimentação de pessoas, mercadorias e recursos naturais.

* Acadêmico do Curso de Tecnologia em Comércio Exterior da Universidade do Estado do Pará

* Acadêmico do Curso de Tecnologia em Comércio Exterior da Universidade do Estado do Pará

* Docente do Curso de Tecnologia em Comércio Exterior da Universidade do Estado do Pará

Contudo, devido às características geográficas, ambientais e socioeconômicas específicas da Amazônia, existem obstáculos complexos e peculiares enfrentados por vários segmentos econômicos da região, como o setor mineral do Estado do Pará. A cadeia global de valor desse setor desempenha um papel fundamental e estratégico na economia brasileira, contribuindo significativamente para o desenvolvimento regional e nacional e para o PIB (Produto Interno Bruto) (PASSOS, 2013).

Além disso, o estado do Pará é reconhecido como um dos principais produtores de minerais do país, segundo a Agência Nacional de Mineração (ANM), abrigando uma vasta gama de recursos naturais, como minério de ferro, bauxita, cobre, ouro e outros minerais estratégicos (MALERBA et al., 2012).

Ou seja, apesar da riqueza mineral e do potencial econômico, a cadeia de valor do setor também enfrenta grandes desafios inerentes a toda a região amazônica, especialmente na área logística, que desempenha um papel fundamental na cadeia global de valor do setor mineral, abrangendo todas as atividades relacionadas ao transporte, armazenamento, distribuição e gestão de materiais (MALERBA et al., 2012).

No contexto específico do estado do Pará, esses desafios logísticos surgem devido à extensão territorial do estado, à infraestrutura de transporte inadequada, à complexidade geográfica e às características dos minerais explorados. A escassez de investimentos em infraestrutura de transporte, como estradas, portos e ferrovias, bem como a ausência de soluções logísticas integradas, limitam a eficiência e a capacidade de escoamento da produção mineral do estado (DE SOUSA et al., 2022).

Além dos embaraços logísticos físicos mencionados, a cadeia global de valor do setor mineral do Pará também enfrenta obstáculos relacionados a questões regulatórias, sociais e ambientais (DE SOUSA et al., 2022). E para os referidos autores, a legislação complexa e burocrática, o crescente apelo por sustentabilidade ambiental e a necessidade de envolvimento das comunidades locais na gestão dos

recursos naturais são fatores que impactam a logística e a competitividade do setor. A busca por soluções sustentáveis e inclusivas torna-se cada vez mais relevante para garantir a viabilidade da cadeia de valor mineral no Pará.

Ainda de acordo com De Sousa et al. (2022), dos 144 municípios paraenses, 50 apresentam alguma atividade voltada para o setor mineral, o que corresponde a cerca de 340 CNPJs de empresas extrativas minerais. E a maior concentração dessas empresas está nas regiões Sul e Sudeste do estado.

Trata-se de uma indústria pujante que desempenha um papel importante na economia do estado, principalmente na geração de empregos e receita. No entanto, a competitividade e eficiência desse setor estão totalmente atreladas aos entraves logísticos enfrentados na região. E o modal ferroviário no Pará desempenha papel crucial no transporte de commodities e minérios, sendo parte essencial da infraestrutura logística do estado. Tendo recebido atenção significativa para o desenvolvimento da infraestrutura de transporte do estado (AGÊNCIA PARÁ, 2021).

No sudeste do estado, esse modal representa importância por meio da Estrada de Ferro Carajás (EFC) que conecta as minas do Sistema Norte com o terminal marítimo de Ponta da Madeira em São Luís, Maranhão (PINTO, 2013). A ferrovia se estende por 893 km, desde a mina de Carajás até o terminal marítimo de Ponto da Madeira, perto do porto de Itaqui.

O minério de ferro é a principal carga transportada, principalmente destinada à empresa Vale, sendo que, a capacidade diária da ferrovia é de 311.707 toneladas métricas de minério de ferro (PINTO, 2013). Além disso, a EFC opera o trem de maior capacidade na América Latina, com 3,4 quilômetros de comprimento e um peso bruto de 41.640 toneladas métricas quando carregado, composto por 330 vagões. E em 2012, a frota consistia em 247 locomotivas e 14.957 vagões (COELHO et al., 2002).

A “Província Mineral Carajás” está localizada no centro-leste Estado do Pará, e é uma das grandes regiões de mineração do mundo e uma das principais do Brasil, A mineração na região surgiu com a descoberta de minério de ferro no ano de 1967 pela empresa americana United State Steel (US Steel) essa empresa, recebeu o direito de explorar uma área de 160 mil hectares na Serra de Carajás. Para tanto, com o tempo descobriu-se que a região, que consiste em um conjunto de elevações é rica em ferro e manganês, além de cobre e ouro.

Assim, a mineração na região de Carajás começou a se desenvolver, sendo que, a Mina de ferro da empresa Vale S/A é considerada a maior mina de minério de ferro

a céu aberto do mundo, e tem uma produção anual de aproximadamente 112 milhões de toneladas (COELHO et al., 2002).

O Projeto Grande Carajás, onde a mina está localizada, é conhecido não apenas por seu vasto depósito de minério de ferro, mas também por suas reservas de manganês, cobre, níquel, ouro, bauxita, zinco, prata, cromo, estanho, tungstênio e urânio, no entanto, apesar de sua riqueza mineral, apenas cerca de 3% da área total é atualmente explorada. Para tanto, a Serra dos Carajás corresponde a boa parte da produção brasileira de minério de ferro, tornando-se a segunda área mais produtora do Brasil, atrás apenas do Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais.

Portanto, observa-se a relevância de compreender de que forma esses desafios afetam a cadeia global de valor (CGV) do setor mineral do Pará, levando em consideração o transporte, a infraestrutura, a regulamentação e as políticas governamentais voltadas para o comércio exterior, com foco nas operações de exportação de minérios.

Diante do exposto assim, realizou-se um levantamento da produção do conhecimento relativo ao tema, a seguinte pergunta de pesquisa que norteou essa pesquisa: "Houve atualizações relevantes acerca dos desafios logísticos relacionados ao modal ferroviário no transporte de minérios nos últimos 10 anos?". Visto que, essa modalidade de transporte é a principal via de escoamento de produção.

E partindo desse pressuposto, o estudo teve como objetivo geral verificar os desafios logísticos para a Cadeia Global de Valor ligada ao modal ferroviário no transporte de minérios do estado Pará e no território nacional. E especificamente objetivamos descrever a estrutura operacional e logística da Cadeia Global de Valor do setor mineral no Estado do Pará; além de identificar os principais desafios logísticos ligados ao modal ferroviário associados ao setor que impactam no setor mineral nacional.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Cadeia Global de Valor

Uma cadeia de valor global refere-se a toda a estrutura de trabalho, aos processos de produção e às redes de distribuição que contribuem para a criação, captura e distribuição de valor na economia global. Ela se concentra nas interações

entre os atores envolvidos nas relações de produção e consumo em diferentes localizações geográficas e fronteiras comerciais (PINTO; FIANI, 2015).

Esse conceito tem sido influente na compreensão da globalização, fragmentação e coordenação da produção. As cadeias globais de valor (CGVs) tornaram-se um ponto crucial da economia global no século XXI. Elas demonstram como o investimento e o comércio internacional criam redes de produção transfronteiriças que interligam países, empresas e trabalhadores em todo o planeta. As CGVs surgem e variam entre indústrias e países e evoluíram ao longo do tempo, dependendo das forças econômicas e políticas (GEREFFI, 2020).

O Institute of Development Studies, conceitua a cadeia de valor como uma ferramenta que analisa o contexto produtivo e a importância de cada etapa para a agregação de valor. Ela ajuda a reduzir ou excluir partes desprezíveis, aumentar a rentabilidade e a visualização das oportunidades de melhoria. A cadeia de valor vem de um contexto produtivo que abrange desde a chegada da matéria prima, o contato e a relação com os fornecedores, até como o produto é entregue ao cliente. A cadeia de valor, portanto, descreve como as atividades estão interligadas e como se relacionam (PINTO et al., 2015). Dessa maneira, os autores reforçam ainda, que tais elos são cruciais para a visualização sistêmica e compreensão do sistema produtivo. Já a ausência de compreensão dos mesmos significa um processo pouco coeso e com tendência à ociosidade, causada pelo isolamento entre processos e operações desnecessárias.

Ou seja, as Cadeias Globais de Valor (CGVs) vão além da simples transação de compra e venda de bens e serviços é crucial, além disso, as mesmas funcionam como sistemas complexos de valor agregado, nos quais cada produtor adquire insumos, adicionando valor ao bem intermediário por meio de lucros e remuneração ao trabalho.

Esses elementos, por sua vez, compõem os custos do próximo estágio de produção, e as empresas que fazem parte dessas cadeias não apenas colaboram, mas também enfrentam conflitos constantes na busca pela maior participação no valor adicionado em relação ao Valor Agregado (VA) global gerado. A capacidade de capturar mais ou menos valor na cadeia é influenciada pelo poder exercido pela empresa líder, assim como pela estrutura e governança da própria cadeia.

Para tanto, a partir do início do século XXI, as cadeias globais de valor (CGVs) têm se tornado um campo específico de estudo, constituído por vários pesquisadores

com experiência em organização industrial e redes de produção. Esse campo busca compreender o processo de criação e captura de valor, desde a concepção até a produção final do produto ou serviço, considerando múltiplas dimensões, tais como territorial, organizacional, produtiva, internacional e local (PINTO; FIANI, 2015).

Além disso, a noção de cadeia de valor global tem sido amplamente difundida entre as empresas e emergiu como uma ferramenta crucial para avaliar o nível de integração comercial internacional dos países. Como descrito Devido à disseminação do processo produtivo, as exportações de um país agora incorporam uma parcela crescente de valor estrangeiro, que se materializa através da importação de insumos ou produtos intermediários (ZHANG; SCHIMANSK, 2014).

Contudo, pode-se afirmar que o crescimento das Cadeias Globais de Valor (CGVs) está transformando a configuração dos fluxos comerciais globais. E nessa dinâmica, os produtos são fabricados usando insumos provenientes de diversas nações, resultando em exportações de um país que cada vez mais incorporam valor adicionado de vários fornecedores.

2.2 Logística Internacional e Comércio Exterior

No cenário do comércio global, dois obstáculos são frequentemente encontrados: as restrições burocráticas impostas por vários governos e os desafios logísticos que surgem ao tentar distribuir produtos em uma escala global (DAVID, 2016). Ainda segundo o autor, enquanto os blocos econômicos se esforçam para minimizar as restrições burocráticas, a logística internacional é encarregada de superar os desafios associados ao transporte eficaz de produtos em uma escala global.

Para tanto, o início do século XXI foi caracterizado por um processo de globalização econômica acelerado e este fenômeno foi impulsionado por avanços tecnológicos e uma maior interação entre países e blocos econômicos, o que resultou em um aumento significativo no comércio internacional. Produtos como vestuário e calçados da China, eletrônicos de Taiwan, telefones celulares da Coreia do Sul, computadores dos Estados Unidos e uma infinidade de outros itens tornaram-se facilmente acessíveis para consumo.

Em resposta a esta nova dinâmica, a logística teve que se adaptar, pois os processos de transporte e armazenamento de produtos em escala global são mais

complexos do que as operações domésticas e isso levou ao desenvolvimento de uma cadeia de suprimentos mais longa e robusta, mas também mais ágil (BALLOU, 1997). Segundo Ballou (1993), as atividades da logística são divididas em dois grupos: As primárias: Transporte, Manutenção de Estoques e Processamento de Pedidos; e as de apoio classificadas em: Armazenagem, Manuseio de Materiais, Embalagem de Proteção, Obtenção, Programação e Controle de Produção (PCP) e Manutenção da Informação.

Sendo que, um elemento-chave para entender esta nova abordagem logística é o conceito de empresa global. A internet desempenhou um papel importante na redução drástica dos custos de comunicação, facilitando a criação de sedes em diferentes países. E as empresas globais aproveitam esta situação para obter economias de escala, dito os desafios associados ao transporte de produtos em uma escala global e a quantidade de detalhes envolvidos nas operações de importação e exportação, se faz necessário a existência de diretrizes claras para garantir sua eficiência.

Como os In-coterms, ou Termos Internacionais de Comércio, são fundamentais nesse cenário, pois regulam a relação entre importadores e exportadores, definindo custos, responsabilidades e estabelecendo padrões nas transações comerciais globais. E essa classificação necessita das mercadorias comercializadas internacionalmente, de acordo com a NCM - Nomenclatura Comum do Mercosul, é crucial para o cálculo correto dos tributos incidentes.

Adicionalmente, o comércio internacional utiliza uma série de abreviações para identificar operações ou documentos necessários nos processos de importação e exportação. E partindo para ótica do transporte no comércio internacional, ele se torna vital, pois facilita a conclusão de transações comerciais, permitindo que vendedores, negociadores e outros intermediários entreguem os produtos aos compradores. As transações internacionais, que envolvem desafios mais complexos como cruzar fronteiras, percorrer distâncias maiores, navegar por territórios com diferentes legislações e enfrentar os riscos associados à operação, exigem uma atenção especial ao transporte (FRAPORTI; GIACOMELLI; FONSECA, 2018).

Quanto ao transporte, tem-se em mente a compreensão de que é o processo de movimentar um produto de um local a outro, devido ao fato de raramente os produtos que são fabricados serem consumidos no mesmo local, o transporte exerce papel importante na cadeia de suprimento, realizando a movimentação desde o início

da cadeia e chegando até o consumidor (NOGUEIRA, 2018). E ainda de acordo com Nogueira (2018), o elemento mais importante no processo logístico é o transporte, mas, para a maioria das empresas, é também o que gera maior custo, e a movimentação de fretes absorve entre um a dois terços do total dos custos logísticos.

2.3 Cadeia de Valor e Logística do Setor Mineral

A cadeia global de valor do minério abrange todas as etapas envolvidas na produção, distribuição e comercialização dos minérios em nível global. Essa cadeia compreende desde a extração até o processamento, transporte, distribuição e venda dos produtos finais (CETEM, 2012).

A primeira fase envolve a extração dos minérios das minas ou jazidas, podendo ser realizada tanto de forma subterrânea como a céu aberto. O processamento é a etapa em que o minério extraído é submetido a várias intervenções afins de separar e concentrar os minerais valiosos. Nessa etapa, são realizadas o esmagamento, moagem, flotação, separação magnética, entre outras técnicas de processamento (COSTA; FERNANDEZ, 2015).

O transporte é fundamental nessa cadeia, desde a movimentação do material das minas para as usinas até os portos para exportação e comercialização, ou seja, uma das últimas fases do processo é a utilização do produto final em várias indústrias, como as siderúrgicas, automotivas, eletrônicas, entre outras. Além disso, grande parte desses materiais será submetida a algum processo de reciclagem (COSTA; FERNANDEZ, 2015).

2.4 Logística no Setor Mineral do Pará e o modal de transporte ferroviário

Segundo o PNLT- Plano Nacional de Logística e Transportes, a partir da década de 70, verificou-se que a diminuição do nível de investimentos em infraestrutura de transportes ocasionou problemas no sistema em todo o Brasil. Devido a tal ocorrência, foram verificadas ineficiências, custos adicionais, perda de competitividade, aumento nos tempos das viagens, acidentes, dentre outros problemas. Por isto, a importância do planejamento de um sistema de transporte adequado, que garanta a melhoria da gestão dos fluxos para a mobilidade de deslocamento pessoas e mercadorias caracterizando uma organização espacial.

E com isso, os minérios extraídos no município de Parauapebas, do projeto Serra dos Carajás tem como destino inicial o Terminal Marítimo de Ponta da Madeira localizado em São Luís, defronte a Baía de São Marcos, no estado do Maranhão. O trajeto, conta com uma rede de logística que integra minas- ferrovias-navios- portos. Este trajeto enquadra principalmente o minério de ferro.

Primeiramente, a carga percorre cerca de 25 Municípios do Pará pela ferrovia de 892 km de extensão pela Estrada de Ferro Carajás até São Luís, onde é feito o processo de descarregamento, estocagem e embarque em navios da carga, que partem em direção a sete portos na Ásia, Oriente e Europa, além de ocorrer transferência de minério também em alto mar, nas Filipinas para outros portos (EXPOSIBRAM, 2013).

A mineração modifica o meio em que está inserido promovendo progresso tecnológico, significando melhorias na infraestrutura de um modo geral. Segundo Alvarenga e Novaes (2000), para se alcançar um sistema de transporte organizado, é necessária uma visão sistêmica e planejada, onde pelo menos se conheça o nível de serviço atual e o nível de serviço esperado. A implantação da atividade mineral com sua complexidade requer e garante promoção de desenvolvimento urbano para a região local, pois ela vai além de promover beneficiamento no que diz respeito à infraestrutura de transportes.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa trata-se de um estudo exploratório com finalidade dedutiva e abordagem qualitativa, que realizou uma revisão bibliográfica acerca dos principais desafios logísticos para a Cadeia Global de Valor ligada ao modal ferroviário no transporte de minérios no estado Pará e no território nacional.

De acordo com Souza, Silva e Carvalho (2010), uma revisão bibliográfica traz uma contribuição relevante quando o interesse é desenvolver uma pesquisa que proporciona a síntese do conhecimento e a incorporação da aplicabilidade de resultados de estudos significativos na prática, e em virtude de sua abordagem metodológica, permite a inclusão de métodos diversos, que tem o potencial de desempenhar um importante papel na prática baseada em evidências.

Na realização desta revisão bibliográfica foram utilizadas publicações científicas do Portal Periódicos da Capes e Google Acadêmico que contém manuscritos e periódicos

destinados ao âmbito acadêmico-profissional de diversas áreas do conhecimento, sendo utilizados para busca desses artigos as palavras-chave: Desafios logísticos; Modal ferroviário; Minério de ferro.

Os critérios de inclusão para a seleção dos artigos foram: estudos em português; publicados entre os períodos de janeiro de 2013 a dezembro de 2023; estudos originais; disponíveis online. E como critérios de exclusão, não foram utilizados estudos em outros idiomas que não fossem no idioma português; estudos de revisão; estudos duplicados.

Inicialmente foram identificados 64 manuscritos com a estratégia de busca descrita acima, sendo que, 5 estudos duplicados foram excluídos e 19 foram excluídos após a revisão de títulos e resumo. Dos 42 manuscritos restantes, foi realizada a leitura integral dos mesmos e 35 artigos foram excluídos, sendo inclusos 07 artigos no presente estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para composição dessa pesquisa foram encontrados um total de 64 estudos nas bases de dados Portal Periódicos da Capes e Google Acadêmico, sendo que, após o primeiro refinamento foram selecionados 42 estudos com resultados potencialmente relevantes. A posteriori, foi realizada a revisão dos títulos e resumos, exclusão das duplicatas e a análise criteriosa para a eliminação de acordo com os critérios de inclusão e exclusão da pesquisa, chegando a 07 artigos.

Por fim, após a leitura integral desses artigos, foram incluídos na pesquisa os 07 estudos que abordavam o tema proposto e foram selecionados para elaboração dos resultados e discussão.

Quadro 1 – Caracterização dos estudos selecionados.

| Estudo | Autor (Ano) | Título | Objetivo | Principais Resultados |
|---------------|--------------------|---------------|-----------------|------------------------------|
|---------------|--------------------|---------------|-----------------|------------------------------|

| | | | | |
|----|------------------|--|--|--|
| 01 | PINTO (2013) | A dinâmica do mercado global de minério de ferro e a importância da logística na cadeia de valor da Vale | Explorar em detalhes a dinâmica da indústria mineradora global e sua relação com seus principais compradores, bem como entender os motivos do sucesso da Vale como maior produtora global de minério de ferro. | A Vale escolheu ter sua própria frota e fazer a gestão de sua logística visando eficiência através do controle dos custos, velocidade e consistência na operação de sua infraestrutura de transporte, bem como, o impacto que a mesma tem sobre a eficiência na gestão de sua cadeia de valor. |
| 02 | MIGUEL (2013) | A infraestrutura brasileira e os desafios logísticos para o escoamento do minério de ferro para exportação | Analisar o processo de logística do minério a partir da expedição na mina até a chegada no porto de onde será exportado, considerando todos os desafios para o escoamento da carga até o destino. | Conclui-se que ao driblar os problemas da infraestrutura de transportes no País, este empreendimento pode aumentar a competitividade do produto nacional frente aos concorrentes mundiais. |

| | | | | |
|----|----------------------------|--|---|---|
| 03 | SALOMÃO et al. (2019) | Logística dos macroprocessos em uma processadora de minério de ferro atuante no estado do Pará | Caracterizar a logística, sob a perspectiva dos componentes logísticos operacionais envolvidos no processo de Extração e beneficiamento do minério de ferro em uma empresa atuante no Estado do Pará. | Por fim, como propostas de pesquisas futuras, foi possível identificar como oportunidades tanto a ampliação deste estudo de mapeamento e caracterização logística para os demais macroprocessos (Transporte ferroviário e Expedição) que compõem a cadeia produtiva do minério de ferro, desenvolvida pela empresa analisada. |
| 04 | CASTRO; SILVA; ROSA (2019) | Transporte ferroviário no Brasil – desafios e oportunidades | Descrever a importância do modal ferroviário, suas oportunidades e desafios encontrados nessa operação, tanto logísticos como de infraestrutura. | O modal ferroviário é bastante adequado para cargas de grandes volumes, por seu baixo custo de manutenção, baixa incidência de taxas, combustíveis mais baratos e menos poluentes, com menor risco de acidentes e maior segurança no transporte. Percorrendo longas distâncias e com um destino fixo, |
| | | | | apresenta baixo custo se comparado com outros modais de transporte |

| | | | | |
|----|---|---|---|---|
| 05 | SOUZA; SANTOS; SILVA (2021) | Cadeia logística do minério de ferro de acordo com a Vale importância internacional de uma logística viável | Demonstrar a cadeia de suprimentos e objetivo específico as diversas estratégias e investimentos da empresa para o sucesso internacional. | Existem pontos a serem melhorados no processo logístico, sendo que, houve um crescimento de 60% da exportação de minério de ferro, desbancando a soja que estava na liderança do ranking nos últimos seis anos. |
| 06 | SOUSA (2022) | Impactos da mineração no estado do Pará - Brasil: Panorama Histórico e Perspectivas Futuras | Análise dos impactos ambientais pela mineração no Estado do Pará (Brasil), além de realizar reflexões acerca de perspectivas futuras. | Os números da atividade industrial de base mineral do estado do Pará são indicativos da alta performance do setor mineral estadual no cenário nacional, sendo necessário minimizar os custos logísticos e os impactos ambientais ainda gerados. |
| 07 | FERREIRA; JUSTO; CASTILHO (2022) | Malha ferroviária os desafios e soluções da logística de transporte no Brasil | Avaliar o setor ferroviário brasileiro, apresentando as possíveis causas da falta de malhas. | Sobre o aparato regulatório do setor ferroviário no Brasil, sabendo-se que é necessário para o seu bom funcionamento setorial – não apenas para as ferrovias, mas para todo o setor logístico do País – o estabelecimento de um marco jurídico unificado, e como recentemente ocorreu o novo marco ferroviário. |

Fonte: Dados da Pesquisa (2023).

O presente estudo teve como principal objetivo verificar os desafios logísticos para a Cadeia Global de Valor ligada ao modal ferroviário no transporte de minérios do estado Pará e no território nacional. Para tanto, percebeu-se, que a mineração é responsável por cerca de 5% do PIB nacional, ou seja, é uma atividade de suma importância para a economia nacional (SOUZA; SANTOS; SILVA, 2021).

Além do estado do Pará, os estados de Minas Gerais, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e São Paulo também possuem grande participação na mineração, sendo que, todos esses estados sofrem com o problema em comum da infraestrutura logística, essencialmente em relação ao transporte de cargas através do modal ferroviário (MIGUEL, 2013).

De acordo com Castro, Silva e Rosa (2019), o transporte ferroviário é o mais adequado para o transporte de minérios, porém, a carência de ferrovias e disparidade de investimentos recebidos se comparado ao setor rodoviário, dificultam uma logística eficiente. Atualmente, apenas a Estrada de Ferro Carajás consegue transportar os minérios produzidos da mineração do Pará, principal estado exportador desse produto. Já no estado de Minas Gerais, que também é importante para a mineração, apenas duas ferrovias atuam no escoamento das cargas.

Dessa maneira, conforme indica Sousa (2022), existe uma grande dificuldade em conseguir aumentar a produção, visto que, não existe capacidade de transporte suficiente para isso, sendo que, é necessário estradas para escoamento dessa commodity, e o transporte rodoviário, que é soberano no país, é pouco viável nesse caso.

E segundo Ferreira, Justo e Castilho (2022), apesar de não terem a agilidade e capilaridade do modal rodoviário, as ferrovias proveem um transporte mais barato para grandes volumes de carga em percursos de longa distância, além da facilidade de uso de grandes terminais privativos. Sua vantagem competitiva é maior quando operam em corredores especializados, com trens unitários e carga homogênea.

Ou seja, trata-se do modal mais indicado para cargas como grãos e minérios, e mesmo quantidades expressivas de contêineres, nos corredores de longo percurso, sendo o Brasil um país que, além da dimensão territorial, é grande produtor de commodities agrícolas e minerais, seria lógico o uso mais intensivo das ferrovias na movimentação de cargas (SALOMÃO et al., 2019).

No Brasil, o transporte ferroviário é um tipo de modal que representa 15% de toda a movimentação de mercadorias, apesar disso, cerca de 95% de todo o minério

brasileiro é transportado pelas ferrovias (AMANCIO et al., 2023). E quanto a extensão de malha ferroviárias, o Brasil possui 29 mil km de malha férrea, a Argentina possui 36 mil km de malha ferroviária, e os Estados Unidos possuem de cerca de 300 mil km (BARRETO; RIBEIRO, 2020).

As ferrovias da Vale e a MRS Logística operam com níveis elevados de produtividade, comparativamente a ferrovias norte-americanas e canadenses (DE OLIVEIRA BATISTA; MOREIRA JR, 2022). Ainda segundo os autores, sem elas, os indicadores comparativos de produtividade das ferrovias brasileiras frente a países com grande extensão territorial e/ou forte tradição ferroviária são incipientes.

De acordo com Dos Santos, Pena e Pires (2020), 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.

Já para Lanza e Spenciere (2022), apesar do esforço de modernização e da introdução de novos padrões de gestão, as concessionárias herdaram pesadas deficiências estruturais. Uma questão ainda pendente é a de como conciliar o arrendamento de ativos operacionais com as necessidades de modernização e expansão futuras.

E conforme assinalam Ribeiro e Ráo (2021), as ferrovias brasileiras apresentam instalações obsoletas e condições físicas e operacionais pouco modernas, dificultando a competitividade com o setor rodoviário para o deslocamento de mercadorias. Além disso, para Campos, de Almeida Mota e dos Reis (2023), o Brasil não dispõe de mecanismos de financiamento de longo prazo para investimentos e aporte financeiro para a modernização e expansão dessa malha ferroviária.

O estudo de Barbosa et al. (2022) indica que outro aspecto importante é a ausência da formação de consórcios e interesses empresariais ligados às logísticas regionais e integração multimodal, como a ferroviária-portuária. Para tanto, atualmente, o transporte ferroviário é responsável por cerca de 21% da movimentação

de cargas no Brasil, entretanto, a escassez de investimentos em infraestrutura é um dos principais entraves para o setor (PASQUOTTO et al., 2022).

Para Almeida et al. (2023), o país possui mais de 28 mil quilômetros de ferrovias, mas grande parte da rede está obsoleta e sem manutenção adequada, o que compromete a sua capacidade de transporte e escoamento de produção, além disso, ainda segundo os autores, a inexpressiva modernização tecnológica e a falta de investimentos em equipamentos, como locomotivas e vagões, também limitam a eficiência desse modal.

Outro desafio enfrentado pelo transporte ferroviário no Brasil é a competição com outros modais, como o rodoviário e o aquaviário, sendo que, apesar de ser considerado um modal mais seguro e sustentável em comparação ao transporte rodoviário, o modal ferroviário ainda é pouco utilizado (DE SOUZA et al., 2021). Entretanto, para reverter esse cenário, são necessárias políticas públicas que incentivem o uso do transporte ferroviário principalmente para cargas de longa distância e com de cargas elevadas (CRISTIANO et al., 2022).

De acordo com Bolzan Medeiro et al. (2020), a maioria das cargas no Brasil é transportada por caminhões, sendo que muitas empresas preferem o transporte rodoviário devido a facilidade de acesso aos locais de produção e distribuição de cargas. E para Ferigato e Da Silva (2021), um outro fator está relacionado à velocidade atingida pelo transporte ferroviário, que é de uma velocidade média de 50 quilômetros por hora, e essa baixa velocidade impacta diretamente nos tempos das operações logísticas e, por isso, o transporte ferroviário é evitado em cadeias onde o tempo e a velocidade de entrega são fatores preponderantes.

Silva, da Silva Leão e de Vasconcelos Silva (2023), a ausência de integração entre modais é um desafio para o transporte ferroviário brasileiro, pois a infraestrutura ferroviária muitas vezes não se conecta com outros modais, como a navegação fluvial, limitando a eficiência do transporte de carga em áreas remotas do país, como nos estados da região Norte.

Em síntese, somente através de medidas estratégicas será possível potencializar o transporte ferroviário para o desenvolvimento econômico do país, bem como, a modernização da infraestrutura e melhoria da integração com outros modais e (CAMPOS; DE ALMEIDA MOTA; DOS REIS, 2023). Além disso, conforme enfatizam Santos, Barrueco Filho e Ribas (2023), alguns desafios logísticos se destacam como prioritários para otimizar o transporte ferroviário no Brasil, que atualmente é de malhas

sucateadas e de baixa extensão, falha na comunicação de sistemas por falta de tecnologia, uso de combustíveis poluentes são alguns pontos que precisam ser melhorados.

4.1 Primeiro Desafio Logístico

O primeiro desafio logístico para otimização do transporte de minérios está ligado ao baixo investimento, sendo que, a escassez de investimentos é o que mais atrapalha a evolução do transporte ferroviário de mercadorias no Estado do Pará e território nacional. Ou seja, urge que sejam idealizadas e implementadas estratégias focadas na expansão e melhoria das ferrovias, além da possível utilização de combustíveis menos poluentes ou utilização de trens elétricos, bem como, a adesão de empresas públicas e privadas a esse tipo de transporte para que ele possa se expandir e auxiliar no escoamento da produção de minérios.

4.2 Segundo Desafio Logístico

Já o segundo desafio logístico se refere a pequena extensão de malha férrea tanto paraense como brasileira, que é uma limitação encontrada pelos trens de carga durante o transporte interestadual de minérios. E com isso, a construção de uma malha férrea capaz de ligar o Brasil de Norte a Sul seria estratégico e facilitaria o escoamento da produção mineral entre a rede portuária brasileira.

4.3 Terceiro Desafio Logístico

Em relação ao terceiro desafio logístico, as tecnologias e equipamentos antigos geram um enclave nos processos e alcance dos melhores resultados, visto que, a modernização da infraestrutura ferroviária é fundamental para o crescimento desse modal. Além disso, o fato de o transporte ferroviário brasileiro ainda utilizar o diesel, um dos combustíveis muito poluentes, limitando o licenciamento ambiental de novas linhas e expansão da malha viária.

4.4 Quarto Desafio Logístico

Por fim, o quarto desafio logístico para otimizar o modal ferroviário no estado do Pará e no país é a substituição da predominância do transporte rodoviário, visto que, esse tipo de transporte é o meio que mais recebe incentivos governamentais, e é responsável por boa parte da movimentação de mercadorias pelo país.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em face da revisão na literatura a partir das obras selecionadas, pôde-se constatar que os objetivos propostos pela pesquisa foram alcançados, uma vez que, foi esclarecido que no setor mineral tanto na Amazônia, como no Estado do Pará grande parte dos locais onde há a extração do minério são definidos como opacos, já que se caracterizam pela pouca infraestrutura e distância dos mercados consumidores.

Sendo assim, o aprofundamento de estudos que abordem a logística da mineração no estado do Pará é de grande relevância estratégica, prática e acadêmica, tendo que em vista que o Pará, com sua expressiva produção mineral, desempenha um papel fundamental no mercado internacional, sendo um grande produtor de minério de ferro, bauxita, manganês, entre outros.

Além disso, esse setor impacta não apenas a economia, mas também a sociedade e o meio ambiente, bem como, analisar os impactos econômicos e logísticos no setor mineral é fundamental para avaliar o desenvolvimento econômico do estado. E com isso, um estudo aprofundado sobre a logística da mineração na região de Carajás permitirá uma compreensão mais detalhada do papel desempenhado por essa atividade econômica naquela região.

Para tanto, a investigação dos principais desafios logísticos que impactam no setor mineral paraense pode fornecer contribuições significativas para o entendimento e aprimoramento das relações comerciais relacionadas à mineração na região. Ou seja, representa uma oportunidade significativa para contribuir com o conhecimento acadêmico e atender às demandas específicas da região, estabelecendo-se como uma pesquisa relevante e impactante para a Universidade e para o setor mineral. Em síntese, um estudo sobre a mineração no Pará é de extrema importância, pois contribui significativamente para a compreensão, aprimoramento e desenvolvimento da região amazônica e desse setor essencial para o desenvolvimento local.

REFERÊNCIAS

- ABREU, V. et al. A importância da alimentação na hipertrofia. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, 2021.
- AMANCIO, Eduardo. et al. **Estratégia em Logística: Vale SA**. Projeto Integrado, 2023.
- BALLOU, Ronald. **Logística Empresarial: Transporte, Administração de Materiais e Distribuição Física**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 1993.
- BALLOU, Ronald. **Logística empresarial: importância e algumas oportunidades de pesquisa**. *Gestão & Produção*, v. 4, p. 117-129, 1997.
- BARRETO, Roberto Carlos Pessanha; RIBEIRO, Antonio José Marinho. Logística no Brasil: uma análise do panorama dos modais rodoviários e ferroviários no cenário nacional demonstrando as vantagens e desvantagens das referidas modalidades. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 5, n. 3, p. 145-176, 2020.
- BARBOSA, Weverthon Felipe Cavalcante et al. Recuperação ambiental de áreas degradadas pela mineração de ferro: uma revisão sobre técnicas e possibilidades. **Revista Científica Famap**, v. 2, n. 02, 2022.
- BARROS, Izabelle Jennifer Romualdo Caetano; DE MORAIS, Gustavo Rodrigues; DE VASCONCELLOS, Victor Portugal. Técnicas de otimização aplicadas ao problema de escoamento de minerais em diferentes modais. **Revista Caribeña de Ciencias Sociales**, v. 12, n. 7, p. 3428-3443, 2023.
- BOLZAN MEDEIRO, Flaviani Souto et al. Uso da dinâmica de sistemas para comparativo entre os modais ferroviário e rodoviário no transporte de resíduos sólidos urbanos. **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 20, n. 3, 2020.
- CAMPOS, Flávia Rezende; DE ALMEIDA MOTA, Bruna Pereira; DOS REIS, Matheus Ferreira. A Ferrovia Norte-Sul e sua influência no desempenho econômico dos municípios goianos. **Desenvolvimento em Questão**, v. 21, n. 59, p. e13112-e13112, 2023.
- CRISTIANO, Gilberto et al. Perspectivas para o transporte ferroviário de cargas no Brasil: Perspectives for railroad cargo transportation in Brazil. **Studies In Engineering And Exact Sciences**, v. 3, n. 4, p. 688-702, 2022.
- COSTA, Rytney Santos; FERNANDEZ, Oscar Jesus Choque. Tratamento de minérios. **Rede e-Tec Brasil**, Cuiabá, p. 1-166, 2015.
- COSTA, João Borges. **Panorama dos Estudos de Aproveitamento de Rejeitos de Mineração do Estado do Pará de 2010 a 2020**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Alfenas. Alfenas. 2022

DE ALMEIDA, Gerlândia Rosana et al. Contribuição do modal ferroviário no escoamento da produção da soja em grão no estado do Paraná. **Advances in Global Innovation & Technology**, v. 1, n. 3, 2023.

DE CASTRO ALVES, Edgard Gomes; DA SILVA RAMOS, Rebeca Barbosa; SILVA, Carolina Rosa. Transporte ferroviário no Brasil: Desafios e oportunidades. **Revista Conecta**, v. 3, p. 15-27, 2020.

DE OLIVEIRA BATISTA, Fernanda; MOREIRA JR, Hermes. As exportações de minério de ferro brasileiro para a China: Atração de investimentos externos e impactos para o território e sociedade paraense. **Fronteira: revista de iniciação científica em Relações Internacionais**, v. 21, n. 41, p. 179-203, 2022.

DE SOUZA, Roberta Teixeira Rezende et al. Transporte ferroviário de cargas e atividade econômica: uma análise a partir dos multiplicadores de produção, renda e emprego. **Revista de Desenvolvimento e Políticas Públicas**, v. 5, n. 1, p. 3-24, 2021.

DOS SANTOS, Giovana Emanuelle de Moraes; PENA, Lucas Carvalho Estácio; PIRES, Marconi Lacerda. Impacto econômico da infraestrutura de transporte brasileira na cadeia de suprimentos. **PARAMÉTRICA**, v. 14, n. 2, 2022.

FERIGATO, Evandro; DA SILVA, Djalma Donizetti C. Os modais de transporte de carga no Brasil. **RECIMA - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 2, n. 2, p. 278-298, 2021.

LANZA, João Felipe Rodrigues; SPENCIERE, Pedro Daniel. **Desafios e perspectivas do setor ferroviário brasileiro: novos corredores e a proposta de shortlines**. Editora Labrador, 2022.

NEVES DOS SANTOS, Antônio Douglas. A influência da infraestrutura logística da Amazônia oriental para o dimensionamento do grupo funcional transporte. **PADECEME**, v. 8, n. 16, p. 117, 2016.

NOGUEIRA, Amarildo de Souza. **Logística Empresarial: Um guia prático de operações logísticas**. Editora Atlas. 2ª edição, 2018.

PASSOS, Luís Henrique Santos. A logística de transporte na Amazônia ocidental: desafios, limitações e importância para o desenvolvimento do estado de Roraima. **Revista de Administração de Roraima**, v. 2, n. 3, p. 4- 18, 2 dez. 2013.

PASQUOTTO, Geise Brizotti et al. Sistema Integrado de Transporte Intermunicipal: uma proposta para a conexão do modal ferroviário na Região de Bauru, Brasil. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, v. 10, n. 28, 2022.

PINTO, Eduardo costa; FIANI, Ronaldo. **Dimensões da abordagem da cadeia global de valor: upgrading, governança, políticas governamentais e propriedade intelectual**. Texto para discussão IPEA, Brasília, p. 07-45, 2015.

PINTO, Bianca Hoffman Teixeira. A dinâmica do mercado global de minério de ferro e a importância da logística na cadeia de valor da Vale. 2013.

RIBEIRO, André Florêncio Andrade; RÁO, Eduardo Martins. Os efeitos pandêmicos no gerenciamento do setor ferroviário e a sua viabilidade financeira comparada ao setor rodoviário. **18º Caderno de resumos de práticas administrativas**, v. 2, p. 5, 2021.

SALOMÃO, Bárbara Heliodora Negreiros et al. Logística dos macroprocessos em uma processadora de minério de ferro atuante no estado do Pará. **Revista Gestão Industrial**, v. 15, n. 4, 2019.

SANTOS, Savio Montovaneli; BARRUECO FILHO, Valter; RIBAS, Eduardo Barreto. Análise da infraestrutura no transporte ferroviário brasileiro: a viabilidade da estrada de ferro Minas a Espírito Santo. **PARAMÉTRICA**, v. 15, n. 1, 2023.

SILVA, João Manuel Vasconcelos; DA SILVA LEÃO, Airton Pereira; DE VASCONCELOS SILVA, Milene Cristine. **Logística industrial: Uma integração dos modais na região tocantina do Maranhão industrial**. Seven Editora, 2023.