

Eficiência do transporte ferroviário de carga brasileiro em perspectiva internacional: uma análise comparativa

RESUMO

O Brasil é um dos principais produtores mundiais de commodities tendo, em 2023, batido recordes de exportação de produtos agrícolas e exportação de bens industriais; com uma produção distribuída entre diferentes regiões, as exportações da agroindústria compõem de forma significativa a formação do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro. Assim, observando a distribuição logística que ocorre principalmente através do modal rodoviário e a extensa área geográficas do país, o transporte ferroviário aparece como economicamente mais vantajoso. Nesse sentido o objetivo desse trabalho é realizar uma análise do modal ferroviário no Brasil quanto a sua importância para o escoamento da produção interna e comparar, do ponto de vista da eficiência, com países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) no ano de 2018. Como metodologia, foi conduzida uma Análise Envoltória de Dados (DEA) que apresentou a Rússia como país mais eficiente dentre os trinta e dois países analisados e o Brasil apareceu como terceiro país mais eficiente, a frente de países como Estados Unidos e diversas potências europeias.

PALAVRAS-CHAVE: ferrovias; análise envoltória de dados; eficiência.

Matheus Santos de Oliveira
matheussantosdeoliveira2022@gmail.com
Universidade Federal de Campina Grande.
Campina Grande. Paraíba. Brasil.

Johnatan Rafael Santana de Brito
johnatan.rafael@professor.ufcg.edu.br
Universidade Federal de Campina Grande.
Campina Grande. Paraíba. Brasil.

1 INTRODUÇÃO

A matriz produtiva brasileira é composta por setores que vão desde a produção agrícola até a indústria de alta tecnologia. Observa-se que, no decorrer de 2023, o país experimentou um crescimento nas suas exportações, alcançando um recorde histórico. Em relação ao ano precedente, o aumento registrado no volume exportado foi de aproximadamente 8,7%, acompanhado também por um incremento na quantidade de empresas exportadoras, este avanço foi impulsionado, em grande medida, pelos setores da agropecuária, com uma expansão de 9%, e pela indústria extrativa, que viu um crescimento de 3,5% (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, 2024).

No decorrer do primeiro trimestre de 2024, as exportações do agronegócio brasileiro atingiram cifras recordes, somando US\$ 37,44 bilhões, representando um acréscimo de 4,4% em comparação aos US\$ 35,85 bilhões exportados no mesmo período de 2023. Esse aumento foi principalmente impulsionado pelo crescimento nas vendas externas de açúcar – onde o Brasil se destaca como líder mundial na produção, tendo mais de um terço da produção mundial sendo gerada em terras brasileiras –, algodão e de café verde (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA, 2024). A produção agrícola é distribuída em diversas regiões do país, com destaque para o Centro-Oeste, Sul e Sudeste.

Quanto ao setor industrial, este desempenha um papel significativo na produção de bens e serviços para os mercados interno e externo. Caracterizada por ser bastante diversa, abrangendo desde a indústria extrativista até setores de alta tecnologia, com segmentos intermediários, como a indústria automobilística, têxtil, alimentícia, química, papel e celulose, metalúrgica, máquinas e equipamentos. Em 2023, o setor industrial apresentou recorde na exportação de bens de capital, sendo US\$ 18,2 bilhões, um aumento de 18,3% em relação ao ano anterior (PORTAL DA INDÚSTRIA, 2024).

Apesar desses números quanto à atividade produtiva, a matriz brasileira enfrenta desafios logísticos devido à vasta extensão territorial do país, resultando em custos elevados no transporte de mercadorias, afetando a competitividade global. O modal rodoviário é predominante, ocasionando gargalos em períodos de alta demanda, como safras agrícolas e datas comemorativas. No entanto, optar por modal ferroviário ou sistema logístico intermodal para distâncias superiores a 500 km pode reduzir custos entre 20% e 30% (WORLD BANK, 2017 e BOZOKY et al., 2014), conferindo vantagens competitivas, impulsionando empregos e renda nos centros urbanos.

Observa-se também que o modal ferroviário apresenta benefícios ao meio ambiente, já que emite 2,2 g de CO₂ por KM enquanto ônibus, carros e aviões emitem, respectivamente, 30 g, 115 g e 153g por KM (BARBOZA; OLIVEIRA, 2022). Existem também benefícios ocultos, já que maior frota levaria a redução da circulação de caminhões ocasionando a diminuição das emissões de gás carbônico, ao passo que a presença de ferrovias amplia as oportunidades de emprego para os habitantes das regiões onde estas estão estabelecidas (BARBOZA; OLIVEIRA, 2022).

Em comparação com ônibus, carros e transportes com produtos químicos, as ferrovias apresentam um risco de mortalidade significativamente reduzido, sendo duas vezes menor do que o primeiro, sete vezes menor do que os dois últimos e seis vezes menor do que em rodovias federais (BARBOZA; OLIVEIRA, 2022). Além

A concentração do transporte ferroviário nas regiões Centro-Sul do Brasil é uma característica histórica e estratégica que reflete tanto o desenvolvimento econômico quanto a distribuição espacial das atividades industriais e agrícolas predominantes no país. As ferrovias surgiram no Brasil principalmente como um meio de transportar commodities, especialmente café durante o século XIX e, posteriormente, soja e minério de ferro, da região interiorana para os portos de exportação.

A configuração predominante da matriz de transporte brasileira evidencia uma inclinação para o modal rodoviário, uma vez que, em 2019, cerca de 61% das cargas no país foram transportadas por este meio, conforme dados de tonelada por quilômetro útil (TKU) movimentados e no mesmo ano, apenas 21% das cargas foram transportadas por ferrovias. Em comparação, nos Estados Unidos, o transporte rodoviário teve participação de 43% e o transporte ferroviário representou 27% do total de cargas movimentadas no mesmo ano, enquanto na União Europeia, o percentual alcançado pelo modal rodoviário foi de 50% e o transporte ferroviário transportou 11% (ALVARENGA, 2024).

No contexto da presente pesquisa, o objetivo geral é realizar uma análise do modal ferroviário no Brasil quanto à sua importância para o escoamento da produção interna do país e comparar, do ponto de vista da eficiência, com países 31 países que constam na base de dados da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) no ano de 2018. Esta abordagem será apoiada pela análise envoltória de dados (DEA). A investigação será orientada para identificar e interpretar eventos e fatores determinantes que exerceram influência direta sobre o ecossistema ferroviário brasileiro.

Dentro destes aspectos, os objetivos específicos do trabalho são comparar a eficiência da malha ferroviária brasileira 31 países da base de dados da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) que possuem dados suficientes para análise, identificar qual o potencial da malha ferroviária brasileira e analisar a evolução da sua malha ferroviária. Ademais, a estrutura desta pesquisa se desdobra em outras quatro sessões: revisão empírica, metodologia, análise e considerações finais.

Ademais, o presente estudo se expande em quatro seções distintas após esta introdução inicial. A segunda seção, intitulada revisão empírica, serão abordados os estudos e as pesquisas preexistentes que são relevantes para o tema, procurando compreender o estado atual do conhecimento e identificar lacunas que possam existir na literatura. Na terceira seção, dedicada à metodologia, será descrito o procedimento e técnicas adotados para a coleta e análise dos dados, elucidando como estes métodos contribuem para a validade e a confiabilidade dos resultados. A quarta seção será a análise, onde será discutido os dados obtidos à luz da metodologia empregada, interpretando-os de maneira a construir uma argumentação coerente e respaldada pelas evidências coletadas. Por fim, a quinta seção conta com as considerações finais, com os principais tópicos levantados e suas implicações, além de sugerir direções para pesquisas futuras no campo investigado.

2 REVISÃO EMPÍRICA

A capacidade das ferrovias de proporcionar uma variedade de benefícios socioeconômicos está presente em diversos estudos que evidenciam a relevância da construção e expansão da malha ferroviária.

Lean, Huang e Hong (2014) constroem uma análise empregando um modelo estrutural dinâmico para examinar a relação entre desenvolvimento logístico e crescimento econômico a curto e longo prazo na China. Os resultados mostraram que existe uma correlação entre o desenvolvimento econômico e o sistema logístico implementado, além de ressaltar a importância das ferrovias no sistema multimodal.

No caso brasileiro, a implementação de infraestrutura ferroviária desencadeou a integração de Goiás na dinâmica capitalista brasileira, resultando no surgimento de várias cidades ao longo das vias, descritas como ilhas de prosperidade (BORGES, 1990). Esse processo também impulsionou o desenvolvimento de uma fronteira agrícola no Centro-Oeste, contribuindo para a composição da pauta de exportação brasileira, especialmente no setor pecuário (BORGES, 1990).

A nova fronteira agrícola do MATOPIBA, região com forte crescimento de produção agrícola que compõe os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia têm adotado técnicas de cultivo agrícola tecnologicamente mais avançadas e em segmentos importantes, como soja, milho, algodão e cana-de-açúcar, mesmo com baixos índices socioeconômicos (BECKMANN; SANTANA, 2019).

Tal região ainda apresenta uma complicada realidade agrária e social, com baixa densidade populacional e forte concentração de produção, ainda que a análise do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), que mede a longevidade, educação e renda dos municípios tenha apresentado melhoria nas últimas décadas para a maioria dos municípios que compõe o MATOPIBA; a região se beneficiaria de investimentos em infraestrutura e a criação de um sistema multimodal ligando os quatro estados (BOLFE et al., 2016).

Nesse sentido, o modal ferroviário é um componente importante para o desenvolvimento econômico de um país. Sua capacidade de transportar grandes volumes de carga ao longo de distâncias substanciais, com custos inferiores e um impacto ambiental reduzido em comparação a modalidades como o rodoviário e estabelece conexões entre regiões produtoras de bens e matérias-primas e centros consumidores por meio de portos, propiciando a criação de novos polos de crescimento (FALCÃO, 2013).

A introdução das ferrovias no Brasil ocorreu em consonância com a expansão da economia primário-exportadora regionalizada, impulsionada pelos interesses dos latifundiários cafeicultores, a implementação das linhas férreas visava superar os obstáculos ao crescimento econômico representados pelo transporte por tropas (BORGES, 1990 e BUZZO, 2021). Essas ferrovias foram estrategicamente construídas para conectar os centros produtores de bens primários do interior aos portos de exportação, alinhando a produção local às demandas globais (BORGES, 1990 e BUZZO, 2021).

O declínio desse processo teve início na década de 1950 quando a Lei 2.698 de 1955 foi sancionada, autorizando a substituição de linhas férreas

antieconômicas por rodovias. Esse cenário resultou na deterioração das linhas ferroviárias e na perda de participação no mercado de transporte de cargas. O critério de viabilidade das malhas ferroviárias, estabelecido como o transporte mínimo de 420 mil toneladas Km/ano, levou à consideração de malhas como deficitárias e antieconômicas, desconsiderando impactos sociais e futuro custo-benefício (DE PAULA, 2001 e BUZZO, 2021)

O processo de desativação de ferrovias no Brasil resultou na perda de quase 10 mil quilômetros de malha ferroviária. Essas linhas foram desativadas sem quaisquer perspectivas de retomada no uso ou implementação de um sistema logístico multimodal (DE PAULA, 2001).

Nesse contexto, é perceptível o rápido processo de expansão das ferrovias no Brasil, promovendo significativas transformações na dinâmica econômica. Contudo, esse setor experimentou uma decadência completa, cedendo espaço para a construção de rodovias (BUZZO, 2021). Vale destacar que essa transição pode resultar em custos até 26% mais elevados no transporte de commodities, os quais constituem o principal produto da pauta de exportação brasileira (BOZOKY et al., 2014).

No governo de Fernando Henrique Cardoso, ocorreu uma significativa mudança de paradigma na gestão da logística ferroviária. Anteriormente sob responsabilidade do Estado, as ferrovias foram transferidas para a iniciativa privada, introduzindo uma nova lógica administrativa ao setor (DE PAULA, 2001).

A retirada da responsabilidade estatal, apesar dos desafios pós-concessões, como a falta de integração e o sucateamento, foi importante para o sucesso relativo. As privatizações foram essenciais para o desenvolvimento do transporte ferroviário, evidenciado por indicadores pós-privatizações, em sua maioria, satisfatórios (BUZZO, 2021).

Apesar do crescimento modesto da malha ferroviária, outros indicadores apresentaram resultados positivos. As metas de redução de acidentes e aumento do volume transportado, estabelecidas nos contratos de concessão, foram alcançadas de forma superior à antiga RFFSA. O aumento expressivo no volume transportado, de 1997 a 2011, representando 87,6%, revela resultados positivos após décadas de negligência e sucateamento (BUZZO, 2021 e DE PAULA, 2001).

Barboza e Oliveira (2022) descrevem como as ferrovias têm capacidade de transportar 80.000 T/h, sendo oito vezes maior que o transporte rodoviário e com um custo menor de locomoção para grandes distâncias.

Assim, no setor ferroviário, a mensuração da eficiência é importante, uma vez que o transporte exerce uma influência direta no custo final do produto. A partir disso, diversos autores têm se dedicado a construir análises robustas e abrangentes para compreender a eficiência das operações ferroviárias.

Na pesquisa conduzida por Pereira, Rosa e Lunkes (2015), foi examinada a eficiência das empresas concessionárias ferroviárias no Brasil durante o intervalo de 2009 a 2013, com uma abordagem voltada para as dimensões financeiras, mediante a avaliação dos gastos como insumo e da receita como produto. Dentre as onze ferrovias objeto de análise, quatro destacaram-se ao exibir uma eficiência máxima ao longo dos cinco anos investigados.

Em um contexto semelhante, Jitsuzumi e Nakamura (2010) empregaram a Análise Envoltória de Dados (DEA) para identificar as principais causas relacionadas à ineficiência em 53 ferrovias no Japão. Além disso, os autores desenvolveram estratégias de incentivo específicas, adaptadas às características socioeconômicas, com o objetivo de mitigar essa ineficiência.

Kutlar, Kabasakal e Sarikaya (2012), por sua vez, conduziram estudos abrangentes envolvendo 31 ferrovias em todo o mundo durante o período de 2000 a 2009. Seus resultados destacaram a Análise Envoltória de Dados como a abordagem mais adequada para avaliar simultaneamente diversas variáveis. As conclusões revelaram a existência de cinco ferrovias que mantiveram um alto nível de eficiência ao longo de toda a década, bem como a mesma quantidade de empresas que enfrentaram ineficiência ao longo desses dez anos.

Cantos, Pastor e Serrano (2012) realizaram uma avaliação de eficiência utilizando o método DEA em 23 ferrovias europeias durante o período de 2001 a 2008. Os resultados indicaram que quatro dessas ferrovias alcançaram o nível máximo de eficiência. Além disso, a pesquisa destacou que os países que já haviam implementado reformas significativas, como a separação vertical e a introdução de novos operadores, apresentavam os sistemas ferroviários mais eficientes.

Silva, Macambira e Rocha (2019) fazem uma análise da eficiência produtiva das ferrovias de carga brasileiras de 2006 a 2011, utilizando modelos DEA e Tobit. Os autores investigaram como os parâmetros de produção de transporte influenciam na eficiência das concessionárias ferroviárias, comparando aquelas especializadas em minerais e commodities agrícolas com as que atuam em outros segmentos de carga. Os resultados mostram que as ferrovias especializadas no transporte de minério de ferro, soja e milho apresentaram níveis mais elevados de eficiência produtiva em comparação com as ferrovias que lidam com carga geral ou containerizada.

Reis e Mello (2016) trazem uma análise da eficiência das concessionárias de transporte de cargas ferroviárias no Brasil, utilizando o Método Multicritério para Seleção de Variáveis e a Análise Envoltória de Dados (DEA). Os resultados mostraram uma eficiência média relativamente alta, com boa capacidade discriminatória, e identificaram algumas concessionárias eficientes, embora heterogêneas em termos de região, tamanho e produtos transportados.

Pereira e Mello (2014) buscam analisar o desempenho operacional das concessionárias ferroviárias brasileiras nos anos de 2009 a 2011 utilizando como base de dados a quantidade de carga transportada, a receita anual e a extensão de cada malha. Os autores constataram que, no ano de 2011, cinco das doze concessionárias ferroviárias eram eficientes.

O emprego da Análise Envoltória de Dados (DEA) nos trabalhos citados ressalta a relevância e aceitação dessa metodologia na análise de eficiência no setor ferroviário, principalmente pela ausência da necessidade de expressar os inputs em termos monetários. A escolha consistente da DEA entre tais pesquisadores de diferentes regiões geográficas reforça sua robustez como ferramenta analítica para avaliar as variáveis propostas.

Entretanto, percebe-se que as investigações anteriores se concentram sobretudo na análise interna das operações ferroviárias, examinando as práticas, eficiências e ineficiências dentro do contexto brasileiro, sem ampliar a visão para

um comparativo internacional. Observando essa lacuna na literatura este trabalho pretende abordar essas métricas em um contexto mais amplo.

3 METODOLOGIA

Dada a necessidade de, no contexto brasileiro, realizar uma revisão histórica para explicar a situação atual da malha ferroviária e a proposta de comparar a eficiência dessa malha ferroviária com os países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) que disponibilizam dados suficientes para a análise, este estudo adotará uma abordagem predominantemente quantitativa, com a inclusão de dados qualitativos na fase de análise. Essa abordagem segue uma estratégia explanatória sequencial, que visa aprofundar a compreensão dos dados quantitativos através da utilização de múltiplos métodos de coleta e análise de dados (CRESWELL; CRESWELL, 2018).

A triangulação dos dados qualitativos com os resultados quantitativos obtidos por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA) visando compreender as características históricas e atuais do desenvolvimento da malha ferroviária brasileira será fundamental para uma interpretação mais robusta e abrangente dos dados. Essa abordagem permitirá a integração dos insights obtidos por meio da análise qualitativa, fornecendo uma visão mais completa da eficiência das ferrovias brasileiras em relação aos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) (CRESWELL; CRESWELL, 2018).

3.1 Base de dados

As bases de dados utilizadas têm origem no IPEADATA e OECD Data, que condensam dados sobre o Brasil e países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). O ano selecionado é 2018 pois marca o último registro na base de dados de alguns países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), sendo que não houve alteração significativa no tamanho das malhas ferroviárias nos anos subsequentes.

Ambos são bancos de dados oficiais, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) vinculado ao Ministério do Planejamento e Orçamento e a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) sendo uma organização econômica intergovernamental com 38 países membros, e possuem os dados necessários para o desenvolvimento da pesquisa.

3.2 Eficiência e aspectos de aplicação da Análise Envoltória de Dados:

Uma vez definido o método, o ponto de partida do trabalho foi observar o conceito de eficiência e como pode ser aplicado neste trabalho, tendo em vista que é um conceito fundamental nas ciências econômicas.

O primeiro conceito desenvolvido nas ciências econômicas é feito por Adam Smith² (1776) que entende eficiência como a capacidade de um sistema

² Uma Investigação sobre a Natureza e as Causas da Riqueza das Nações

econômico de alocar seus recursos de forma a maximizar a produção de bens e serviços, utilizando os recursos de forma ótima e minimizando o desperdício. Assim, a eficiência técnica envolve a minimização dos insumos para uma determinada produção ou maximização da produção com uma quantidade fixa de insumos (DA CONCEIÇÃO; ARAÚJO, 2019).

Essa perspectiva leva em consideração as curvas da função de produção e seus retornos crescentes de escalas, constantes ou decrescentes tendo como restrição a fronteira de possibilidade de produção, assim é possível analisar a eficiência em um quadro comparativo dado o nível de produção que poderia se alcançar em um mercado específico (VARIAN, 1990³). Portanto, se o objetivo é comparar o desempenho de uma unidade com outras em termos de uso otimizado de recursos, o cálculo da produtividade média por insumo que é a base das teorias econômicas neoclássicas não é apropriado.

Uma maneira de avaliar essa relação é por meio da isoquanta, uma curva que ilustra a relação entre a produção e o uso de fatores de produção. Ela mostra todas as combinações de fatores que geram o mesmo nível de produção, sendo uma ferramenta fundamental para compreender a eficiência na produção (MARINHO, 2023). A isoquanta representa as combinações mínimas de fatores necessárias para alcançar um certo nível de produção e pode ser usada como uma fronteira para definir o conjunto eficiente de combinações que atendem a esse nível de produção estabelecido previamente (MARINHO, 2023).

Considerando que o objetivo da pesquisa é avaliar a operação de uma unidade em comparação com outras unidades semelhantes, usando um conjunto particular de recursos (inputs) e resultados alcançados (outputs), a metodologia de Análise Envoltória de Dados (DEA) permite a avaliação da eficiência relativa dessas unidades tomadoras de decisão (DMU). Ao contrário do primeiro método de cálculo de eficiência, o DEA dispensa a necessidade de expressar insumos e produtos em termos monetários.

A técnica DEA parte da premissa de que, se uma DMU produz uma quantidade Y de produto com X unidades de insumo, outras DMUs podem alcançar essa mesma produção operando de forma eficiente. Quando duas DMUs são eficientes, podem ser combinadas para formar uma DMU composta (DMU virtual). A análise DEA visa encontrar a melhor DMU virtual para cada DMU na amostra (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978).

Existem dois modelos clássicos no DEA: o modelo de Retorno Constante à Escala (CRS) que presume que quando os inputs dobram, os outputs também podem dobrar e o modelo de Retorno Variável à Escala (VRS), que não presume uma relação proporcional entre inputs e outputs (JI; LEE, 2010). O modelo CRS procura maximizar a relação entre uma combinação linear dos outputs e uma combinação linear dos inputs. Por outro lado, o modelo VRS lida com eficiência de produção que permite variação de escala e não presume uma proporção fixa entre inputs e outputs (Ji & Lee, 2010).

Se a DMU virtual (ou composta) superar a DMU original, esta última será considerada ineficiente. Assim, a fronteira eficiente de produção representa as unidades avaliadas que maximizam a utilização dos insumos para produzir outputs

ou produzem uma quantidade maior de outputs com uma quantidade menor de insumos (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978).

Neste estudo será empregado o modelo de Retornos Constantes de Escala (CRS) desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes, com foco no output (toneladas por km útil). Esse modelo permite determinar o nível de produção viável com base nos inputs (extensão da malha ferroviária) disponíveis.

A Formulação 1 descreve o Problema de Programação Linear (PPL) para o Modelo DEA CCR (Charnes, Cooper e Rhodes) com retornos constantes de escala (CRS). Esse problema, resolvido para cada unidade na amostra, envolve os 32 países estudados (DMU) que produzem m quantidades de produtos TKU (x) com n quantidades de insumos extensão da malha ferroviária (y). Um país qualquer produz y_{r0} produtos usando x_{i0} insumos.

A solução requer a determinação dos valores de v_i e u_r , que representam os pesos específicos do insumo i e produto r , de modo a maximizar a medida de eficiência para a unidade analisada, sujeita à restrição de que todas as unidades tenham medidas de eficiência menores ou iguais a um. Portanto, devido a essa restrição, a eficiência relativa da unidade analisada, definida como a soma ponderada dos produtos dividida pela soma ponderada dos insumos, sempre estará entre 0 e 1 (PEÑA, 2008).

$$Max h_o = \frac{\sum_{r=1}^m u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^n v_i x_{io}} \quad (1)$$

Com restrição de

$$\frac{\sum_{r=1}^m u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^n v_i x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, \dots, o, \dots, N \quad (2)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad r = 1, \dots, m; \quad i = 1, \dots, n$$

Assumindo que existe correlação entre as variáveis, é possível explicar como o tamanho da malha ferroviária implica um efeito na quantidade de toneladas transportada.

Além disso, utilizou-se a linguagem R através do software Rstudio com o pacote MultiplierDEA para estimar o modelo.

4 ANÁLISE

Essa seção aborda os resultados e as análises da comparação das eficiências das ferrovias dos países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), caracterizada pelo método DEA tendo como variável de entrada a extensão (em km) da malha ferroviária e a variável de saída tonelada por km útil (TKU).

A tabela 1 apresenta os dados de entrada (extensão da malha ferroviária, em KM) e saída (tonelada por quilômetro útil – TKU), bem como resultado consolidado do modelo com os índices de eficiência para cada DMU e o TKU que maximizaria aquela ferrovia para o ano de 2018.

A análise da eficiência, conforme a tabela 1, destaca uma perceptível disparidade entre os países examinados, saindo de 0,12% no caso menos eficiente (Irlanda), a uma eficiência máxima de 100% no caso mais eficiente (Federação Russa) e a média de eficiência das 32 ferrovias foi de 13,88%. Este amplo espectro reflete diferentes níveis de desempenho nas unidades de produção, indicando que alguns países estão operando mais próximos de seu potencial máximo do que outros.

Tabela 1 - Dados consolidados e resultado do modelo para o ano de 2018

Países	KM	TKU	Eficiência da DMU	TKU que maximiza DMU
Albânia	334	20,40	0,20%	10.017,55
Azerbaijão	2.133	4.492,00	7,02%	63.974,34
Bielorrússia	5.459,2	52.574,00	32,11%	163.735,91
Bósnia e Herzegovina	1.018	1.187,90	3,89%	30.532,52
Brasil	30.129	506.800,00	56,08%	903.648,76
Bulgária	5.470	3.792,00	2,31%	164.059,83
Croácia	3.940	2,743.00	2,32%	118.171,07
República Tcheca	15.488	16,564.19	3,57%	464.526,27
Estônia	2.140	2.594,00	4,04%	64.184,29
Finlândia	8.525	11.175,00	4,37%	255.687,40
França	27.594	33.835,60	4,09%	827.617,38
Hungria	11.336	10.584,08	3,11%	339.996,76
Irlanda	2.468,5	89,00	0,12%	74.036,87
Israel	1.462	1.235,10	2,82%	43.849,26
Itália	24.502	22.070,00	3,00%	734.880,08
Cazaquistão	16.060,8	283.117,80	58,77%	481.706,07
Letônia	2.217	17,859.00	26,86%	66.493,72
Lituânia	2.335,1	16.885,00	24,11%	70.035,85
Luxemburgo	622	223,16	1,20%	18.655,43
Moldávia	1.149,6	1.012,00	2,94%	34.479,56
Macedônia do Norte	907	305,00	1,12%	27.203,34
Noruega	4.177	3.970,00	3,17%	125.279,33
Polônia	37.087	59.388,00	5,34%	1.112.337,67
Portugal	3.244,1	2.863,00	2,94%	97.299,18
Romênia	20.104	13.076,00	2,17%	602.972,38
Rússia	86.613,8	2.597.778,00	100,00%	2.597.778,00
Eslováquia	3.627	8.691,00	7,99%	108.783,37
Eslovênia	2.178	5.151,00	7,89%	65.324,01
Espanha	21.882	10.792,00	1,64%	656.299,32
Suécia	15.571	22.794,31	4,88%	467.015,66
Ucrânia	19.765	186.344,00	31,43%	592.804,87
Estados Unidos	256.806	2.523.408,00	32,76%	7.702.294,29

Fonte: Os autores.

Nesse panorama, o Brasil se destaca apresentando uma eficiência de 56,08%. Este valor revela um desempenho relativamente elevado em relação à média dos países da amostra. A posição destacada sugere que o país apresenta práticas relativamente eficientes em suas ferrovias, mas também indica que existem áreas passíveis de otimização. A compreensão desses resultados oferece uma base sólida para explorar estratégias de melhoria e maximização da eficiência produtiva.

Os Estados Unidos, país comumente tido na literatura brasileira como modelo a ser emulado, é o quarto país mais eficiente com 32,76%, pouco mais de 20% menos eficiente que o Brasil. É importante destacar que, dentro de alguns aspectos, como a bitola (largura prevista para distanciar as faces interiores das cabeças dos trilhos) nos Estados Unidos ser universalizada e no Brasil não tornam esse discurso relativamente válido, pois evidencia pontos de gargalo no desenvolvimento das ferrovias brasileiras, porém, ao tomar o TKU como balizador dessa comparação, vemos um equívoco.

Cada percentual de eficiência representa não apenas um indicador de desempenho atual, mas também aponta para oportunidades de aprimoramento. A análise desses dados permite uma abordagem mais direcionada na identificação de áreas específicas para intervenção, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias personalizadas de otimização da eficiência em cada país.

Apesar disso, o modelo desconsidera os desafios únicos ou implementação de estratégias distintas que cada nação enfrenta em relação ao transporte ferroviário de carga. Isso é notável no caso da Noruega que apresenta uma geografia com terrenos montanhosos e climas extremos que torna a construção e manutenção desse modal desafiador.

Países com baixa eficiência e extensas malhas ferroviárias, como os Estados Unidos, podem considerar investimentos em infraestrutura para melhorar a eficiência do transporte ferroviário e países com alta eficiência, como a Federação Russa, oferece a oportunidade de realizar estudos de benchmarking para entender e adaptar as melhores práticas operacionais.

Apesar dos resultados positivos apresentados, é essencial observar a disparidade ainda existente entre a malha ferroviária brasileira e a russa. Essa diferença é atribuída principalmente à extensão da malha, sendo a brasileira aproximadamente oito vezes menor que a russa. Contudo, é importante ressaltar que essa disparidade não é apenas quantitativa; ela também reflete as distintas abordagens na implementação e operação dessas malhas ao longo do tempo.

Além disso, é interessante destacar que os países membros da extinta União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), como Cazaquistão, Bielorrússia, Ucrânia, Lituânia e Letônia, que também se destacam com desempenho elevado comparado a média.

Essa discrepância pode ser atribuída a vários fatores, incluindo investimentos em tecnologia, práticas operacionais, manutenção da infraestrutura e políticas governamentais. A compreensão desses elementos é importante para orientar estratégias direcionadas ao aprimoramento da eficiência do sistema ferroviário brasileiro.

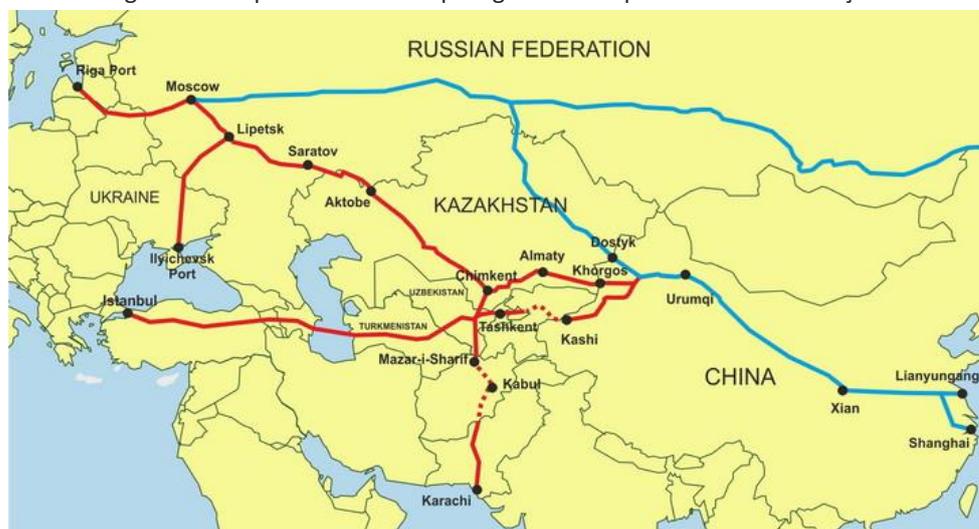
Enquanto o Brasil passou por um processo de sucateamento da malha ferroviária seguido da desestatização que, apesar de ter definido regras para um bom funcionamento das vias que trouxeram resultados positivos, não incentivou a expansão das malhas e nem estabeleceu regras claras para o constante aumento dos investimentos.

O Cazaquistão destaca-se como um bom exemplo a ser estudado, com a segunda maior eficiência segundo o DEA, é uma nação estrategicamente posicionada entre a Eurásia e o Oriente Médio. Devido à sua localização geográfica privilegiada, historicamente, tem funcionado como um corredor para as dinâmicas

geopolíticas envolvendo os países vizinhos. Rodeado por cinco nações da Ásia Central, além da Rússia e do Mar Cáspio, o Cazaquistão vê suas opções de tráfego externo limitadas principalmente às ferrovias e ao transporte rodoviário internacional.

Este país desenvolveu uma infraestrutura ferroviária extensa que não apenas facilita conexões diretas com a China e Moscou, mas também estende suas linhas até diversos países europeus. Além disso, mantém contato com os vizinhos Turcomenistão, Quirguistão, Uzbequistão e Tadjiquistão e alcança regiões mais distantes como o Afeganistão e o Irã. Essa ampla rede de transportes é um fator que influencia positivamente o desenvolvimento econômico do Cazaquistão, pois potencializa sua capacidade de atuar como um importante eixo de comércio e intercâmbio cultural entre significativas regiões geopolíticas.

Figura 2 – Mapa das ferrovias que ligam o Cazaquistão as demais nações



Fonte: VIPUTRANS⁴ (2022)

É possível observar que o país é cortado por duas das principais malhas ferroviárias asiáticas, em azul, a ferrovia transiberiana – maior ferrovia contínua do mundo – e, em vermelho, ocorre a ligação com a importante ferrovia chinesa.

A Rússia optou por um caminho onde ainda no século XIX desenvolvia pesquisa e desenvolvimento no setor afim de melhorar a infraestrutura. Assim, as preocupações sobre a implementação de uma ferrovia envolviam sua resistência ao rigoroso inverno. A aprovação para a construção da Transiberiana, a maior malha ferroviária do mundo, ocorreu após a observação positiva da primeira ferrovia. O país monitorou seu desenvolvimento antes de investir pesado em outras malhas, resultando em uma expansão gradual do sistema ferroviário, que culminou na construção da Transiberiana em 1891 (SANTOS et al., 2022).

A Transiberiana ultrapassa os limites territoriais russos, estendendo-se para além das fronteiras nacionais. Seu traçado atravessa países da Eurásia e atinge Pequim, capital da China, estabelecendo uma conexão estratégica e econômica significativa entre esses países (SANTOS et al, 2022).

⁴ <https://www.viputrans.com/railway-freight-to-cis>

Essa extensão fortalece a integração regional, promovendo o comércio, a conectividade e o intercâmbio cultural ao longo de uma das mais longas e importantes rotas ferroviárias do mundo. Assim, a Transiberiana tem grande impacto além das fronteiras russas, desempenhando um papel fundamental na promoção das relações regionais e no impulsionamento do desenvolvimento econômico.

Partindo nesse mesmo sentido, o Ministério da Infraestrutura planeja, através do Plano Nacional de Logística 2035 integrar um ciclo de planejamento logístico e desenvolver a infraestrutura de transporte no Brasil levando em consideração possíveis alterações legais e tecnológicas.

Nele, são apresentados 10 cenários de projeção no que tange os indicadores logísticos e a matriz de transporte, sendo um deles o cenário contrafactual que considera a rede existente em 2017 com as demandas de 2035 para servir como base de comparação com os demais cenários. Em todos os casos, há uma previsão de diminuição do percentual que compõe o modal rodoviário na matriz logística e aumento no modal ferroviário, assim como preveem aumento do desenvolvimento regional (PLANO NACIONAL DE LOGÍSTICA, 2021).

Assim, o novo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) pretende investir R\$349,1 bilhões no setor de logística – rodovias, ferrovias, hidrovias, portos e aeroportos – para integrar a malha de transporte e o mercado, reduzindo os custos de transporte e, conseqüentemente, do produto final. Desse valor, R\$94,2 bilhões serão destinados a promover a expansão da malha ferroviária e elevar a capacidade desse modal (NOVO PAC, 2023).

Dentre os empreendimentos, estão contempladas medidas como a continuidade na construção da Transnordestina que liga o porto de Suape, em Recife, a Salgueiro no interior de Pernambuco; construção de uma ferrovia que integra o Centro-Oeste; construção de ferrovia que integra o oeste e o leste da Bahia e a adequação das linhas férreas de Juiz de Fora e Barra Mansa, no Rio de Janeiro.

A continuidade de projetos estratégicos, como a Transnordestina que pode lidar com a demanda reprimida existente no sertão pernambucano e estados vizinhos, e a implementação de novas ferrovias conectando regiões-chave do país sinalizam um compromisso com a coesão regional e o desenvolvimento integrado.

Assim, é possível ver um esforço governamental de longo prazo para integrar o mercado brasileiro através de investimentos em infraestrutura que pode potencializar a eficiência logística e promover um desenvolvimento mais equitativo em todo o território nacional, dando respostas as questões logísticas que perduram por tanto tempo no Brasil.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A matriz produtiva do Brasil consolida o país como um dos principais atores globais em commodities. Em 2023, bateu recordes tanto na exportação agropecuária, onde já está consolidado como uma das maiores exportadoras do mundo quanto na industrial, através da exportação de bens de capital, com os maiores índices desde 2001. Além de notar um aumento na demanda por

exportação, visto no aumento de empresas exportando seus produtos em 2023 quando comparado com 2022.

Entretanto, essa matriz produtiva enfrenta desafios logísticos consideráveis devido à vasta extensão territorial do país, resultando em custos elevados no transporte de mercadorias, afetando a competitividade global e os preços internos. O modal rodoviário prevalece, gerando gargalos em momentos de alta demanda. Contudo, estratégias como a adoção do modal ferroviário ou sistemas logísticos intermodais podem mitigar esses desafios, conferindo vantagens competitivas, impulsionando empregos e renda nos centros urbanos.

Assim, o objetivo geral desta pesquisa consistiu em realizar uma análise do modal ferroviário no Brasil quanto à sua importância para o escoamento da produção interna do país e comparar, do ponto de vista da eficiência, com países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) por meio de uma análise de eficiência baseada no modelo de análise envoltória de dados (DEA) que mediu a eficiência da malha ferroviária de 31 outros países da base de dados da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e identificou o potencial de produzir o output ideal (TKU) dado as características do input (extensão da malha).

Partindo desse objetivo, definiu-se que o modelo de DEA mais adequado para o que foi proposto no trabalho é o desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes (CCR) com retornos constantes de escala (CRS) pois dentro dos aspectos delimitados no objetivo geral é necessário presumir uma relação proporcional onde uma quantidade X de input pode produzir uma quantidade Y de output e se a quantidade de inputs for dobrada a quantidade de output também poderá dobrar.

Os resultados obtidos por meio do modelo de análise revelaram uma considerável disparidade nas eficiências dos países, com uma média estabelecida em 13,88%. Assim, apenas uma ferrovia atingiu o nível máximo de eficiência dentro do conjunto amostral: a Federação Russa; e vale o destaque para o Cazaquistão, país que figura na segunda posição com 58,77% de eficiência.

O Cazaquistão está hoje na chamada “Nova Rota da Seda”, que é um ponto estratégico na Eurásia que liga os principais países da Ásia com a Europa, além de fazer ponte entre Rússia e China; por isso, acaba sendo cortada por ferrovias que ligam diversos países, a maior ferrovia contínua do mundo, a transiberiana, corta o país e as ferrovias internas são ligadas a importantes pontos no Oriente Médio e Europa.

A Rússia, com sua vastidão territorial, estabeleceu e integrou de forma bastante eficiente uma extensa malha ferroviária. O aprendizado com a Rússia envolve compreender como essa extensa rede ferroviária não apenas impulsiona o desenvolvimento econômico, mas também contribui para a coesão regional e a eficiência logística em um ambiente geográfico diversificado.

Dentro desse panorama, o Brasil posiciona-se como o terceiro país mais eficiente, superando os Estados Unidos e ficando atrás do Cazaquistão; esses dados colocam em xeque a ideia debatida em diversos trabalhos acadêmicos que colocam os Estados Unidos como um modelo eficiente que deve servir como emulador para o Brasil.

Contudo, a diferença substancial em relação a DMU que atingiu nível máximo de eficiência indica a necessidade de uma reavaliação das estratégias e políticas direcionadas ao desenvolvimento do modal ferroviário por parte dos países, visando otimizar suas operações e aumentar a eficiência sistêmica.

Esses dados apresentam sinergia com a pesquisa conduzida por Pereira, Rosa e Lunkes (2015) que analisaram internamente as ferrovias brasileiras, concluindo que dentre as onze ferrovias do conjunto amostral apenas quatro obtiveram o melhor desempenho possível, ou seja, 36% das ferrovias analisadas se mostraram eficientes.

Além disso, Bolfe et al (2016) descreve que a região do MATOPIBA poderia se beneficiar de investimentos em infraestrutura que poderia resultar em uma melhor dinâmica socioeconômica e a implantação de um sistema multimodal que interligasse a região aos principais portos alavancando a base de escoamento de produtos agropecuários da região.

O modelo desenvolvido atendeu bem aos objetivos propostos e a incorporação de 32 países oferece uma base sólida para a comparação internacional, permitindo uma análise mais robusta sobre o desempenho relativo do sistema ferroviário brasileiro. A utilização de métricas como extensão da malha ferroviária (KM) e tonelada por km útil (TKU) como inputs e outputs, respectivamente, contribui para uma abordagem clara e mensurável na análise de eficiência.

Dessa forma, as limitações do trabalho incluem o modelo desconsiderar questões que podem ser importantes no direcionamento das políticas voltadas ao desenvolvimento da logística ferroviária em cada país. É possível que alguns países tenham priorizado o a utilização da sua malha ferroviária para o transporte de passageiros e, por isso, apresentam baixo volume de mercadorias transportadas.

Assim, agendas de pesquisas futuras poderiam incluir uma análise dos países que tiveram baixo índice de eficiência levando em consideração a hipótese da utilização desse modal como forma de transporte de passageiros ou peso de outras formas de transporte; uma análise das práticas de gestão e políticas públicas que levaram a Federação Russa a alcançar eficiência máxima dentro desse grupo de países; ou uma comparação entre os diversos períodos da história brasileira que tiveram impacto direto na formação e desenvolvimento da malha ferroviária que temos hoje.

Efficiency of Brazilian rail freight transport in an international perspective: a comparative analysis

ABSTRACT

Brazil is one of the world's main producers of commodities having, in 2023, broken records for exports of agricultural products and exports of industrial goods; with production distributed between different regions, agroindustry exports significantly make up the formation of the Brazilian Gross Domestic Product (GDP). Thus, observing the logistical distribution that occurs mainly through road transport and the extensive geographic area of the country, rail transport appears to be economically more advantageous. In this sense, the objective of this work is to carry out an analysis of the railway modal in Brazil regarding its importance for the flow of internal production and compare, from the point of view of efficiency, with countries of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) in the year 2018. As a methodology, a Data Envelopment Analysis (DEA) was conducted, which presented Russia as the most efficient country among the thirty-two countries analyzed and Brazil appeared as the third most efficient country, ahead of countries such as the United States and several European powers.

KEYWORDS: railways; data envelopment analysis; efficiency.

REFERÊNCIAS

BARBOZA, L. D. A. D. A.; OLIVEIRA, L. R. D. Vantagens econômicas e sustentáveis da logística ferroviária brasileira. *Revista Cesumar - Ciências Humanas e Sociais Aplicadas*, 27, 30 Junho 2022. DOI: <https://doi.org/10.17765/2176-9176.2022v27n1.e10368>

BECKMANN, E.; SANTANA, A. C. D. MODERNIZAÇÃO DA AGRICULTURA NA NOVA FRONTEIRA AGRÍCOLA DO BRASIL: MAPITOBA E SUDESTE DO PARÁ. *Revista em agronegócio e meio ambiente - RAMA*, 11 Fevereiro 2019., p. 80-102. DOI: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2019v12n1p81-102>

BOLFE, E. L.; VICTÓRIA, D. C.; CONTINI, E.; BAYMA-SILVA, G.; SPINELLI-ARAÚJO, L.; GOMES, D.. Matopiba em crescimento agrícola Aspectos territoriais e socioeconômicos. *Revista de Política Agrícola*, 25, Abr. 2016. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1202>.

BORGES, B. G. O despertar dos dormentes. Goiânia: UFG, 1990.

BOZOKY, M. J.; OLIVEIRA, A. A. P.; DELIBERADOR, L. R.; FORMIGONI, A.; JACUBAVICIUS, C. ANÁLISE DO MODAL FERROVIÁRIO NO TRANSPORTE DE SOJA DO CENTRO OESTE AOS PORTOS. *INOVAE - Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation*, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 50-61, 16 maio 2014. Disponível em: <https://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/inovae/article/view/349>. Acesso em: 7 mar. 2023.

BUZZO, R. S. As políticas desestatizantes da malha ferroviária no governo fernando henrique cardoso e o seu impacto na competitividade do modal ferroviário brasileiro no cenário internacional. Orientador: Patricia Tendolini Oliveira de Melo. 2021. Monografia (Bacharelado em Relações Internacionais) - Unicuritiba, [S. l.], 2021. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/items/c492c5ae-093b-4f7c-802f-85592af21f2e>. Acesso em: 15 ago. 2023.

CANTOS, P.; PASTOS, J.M.; SERRANO, L. (2012). Evaluating European railway deregulation using different approaches. *Transport Policy*, v. 24, p. 67-72. DOI: 10.1016/j.tranpol.2012.07.008

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 1978., p. 429-444. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. A importância da Indústria para o Brasil. Portal da indústria, 2023. Disponível em:

<https://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/importancia-da-industria/#:~:text=A%20import%C3%A2ncia%20da%20Ind%C3%BAstria%20para,empresarial%20em%20pesquisa%20e%20desenvolvimento>. Acesso em: 28 Outubro 2023.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. 5ª. ed. Los Angeles: SAGE, 2018.

DA CONCEIÇÃO, J. C. P. R.; ARAÚJO, P. F. C. D. FRONTEIRA DE PRODUÇÃO ESTOCÁSTICA E EFICIÊNCIA TÉCNICA NA AGRICULTURA. Revista de Economia e Sociologia Rural, 2019., p. 45-64. Disponível em: <https://www.revistasober.org/journal/resr/article/5de93c040e88252376e31d43>

DE PAULA, D.A. As ferrovias no Brasil: análise do processo de erradicação de ramais. In: Siglo y medio de ferrocarriles en Madrid: actas do II Congreso de Historia Ferroviaria, Aranjuez, 7-9 Fev. 2001.

EMBRAPA. Ciência e tecnologia tornaram o Brasil um dos maiores produtores mundiais de alimentos. Embrapa, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/75085849/ciencia-e-tecnologia-tornaram-o-brasil-um-dos-maiores-produtores-mundiais-de-alimentos>. Acesso em: 12 Maio 2023.

FALCÃO, V. e. A importância do transporte ferroviário de carga para a economia brasileira e suas reais perspectivas de crescimento. Revista de Engenharia Civil, 2013., p. 51-63

JI, Y.-B.; LEE, C. Data envelopment analysis. The Stata Journal, 2010., p. 267–280

JITSUZUMI, T.; NAKAMURA, A. Socio-economic causes of inefficiency in Japanese railways: application of DEA for managers and policymakers. Socio-Economic Planning Sciences, 2010., p. 161-173. Disponível em: https://catalog.lib.kyushu-u.ac.jp/opac_detail_md/?lang=1&amode=MD100000&bibid=26065

KUTLAR, A. . K. A. . S. M. Determination of the efficiency of the world railway companies by method of DEA and comparison of their efficiency by Tobit analysis. Quality & Quantity, 13 Julho 2012., p. 3575-3602. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11135-012-9741-0>

LEAN, H. H.; HUANG, W.; HONG, J. Logistics and economic development: Experience from China. Transport Policy, 2014., p. 96-104. DOI:10.1016/j.tranpol.2014.01.003

MAPA ferroviário. Brasil, ca. 2023. Disponível em:
<https://www.antf.org.br/mapa-ferroviario/>. Acesso em: 19 jun. 2023.

MARINHO, A. ENTENDENDO OS CONCEITOS DE EFICIÊNCIA EM SAÚDE. In: (IPEA), I. D. P. E. A. SUS: AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO GASTO PÚBLICO EM SAÚDE. 1. ed. Brasília: [s.n.], v. I, 2023. Cap. 2, p. 60-81.

NOVO PAC. [S. I.], 2023. Disponível em:
<https://www.gov.br/casacivil/novopac/transporte-eficiente-e-sustentavel/ferrovias>. Acesso em: 13 nov. 2023.

PLANO Nacional de Logística 2035. [S. I.], 2021. Disponível em:
https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/planejamento-integrado-de-transportes/politica-e-planejamento/RelatorioExecutivoPNL_2035final.pdf. Acesso em: 14 nov. 2023.

PEÑA, C. R. Um modelo de avaliação da eficiência da administração pública através do método Análise Envoltória de Dados (DEA). Revista de Administração Contemporânea, Curitiba, 2008., p. 83-106. DOI:10.1590/S1415-6552008000100005

PEREIRA, M. A.; DA ROSA, F. S.; LUNKES, R. J. Análise da eficiência ferroviária no Brasil nos anos entre 2009 a 2013. Transportes, 23 Dezembro 2015., p. 56-63. DOI: <https://doi.org/10.14295/transportes.v23i3.909>

SANTOS, A. B. D. S.; BOMFIM, C. S.; COSTA NETO, J. P. D.; SILVA, R. C. Transiberiana: a maior malha ferroviária do mundo. 2022. Trabalho de conclusão de curso (Tecnólogo em Logística) - ETEC da Zona Leste, São Paulo, 2022.

SÃO JOSÉ, P. V. T. D. MODAL FERROVIÁRIO BRASILEIRO: DA DESCONTINUIDADE DOS INVESTIMENTOS AOS DESAFIOS GOVERNAMENTAIS. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Administração Pública) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

WORLD BANK. Railway Reform: Toolkit for Improving Rail Sector Performance. Washington, DC: [s.n.], v. II, 2017.

Recebido: 19 jul. 2024.

Aprovado: 27 ago. 2024.

DOI: 10.3895/rbpd.v13n3.17847

Como citar: OLIVEIRA, M. S.; BRITO, J. R. S. Eficiência do transporte ferroviário de carga brasileiro em perspectiva internacional: uma análise comparativa. **R. Bras. Planej. Desenv.** Curitiba, v. 13, n. 03, p.668-689, set./dez. 2024. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbpd>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Matheus Santos de Oliveira

R. Aprígio Veloso, 882 - Universitário, Campina Grande - PB

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença CreativeCommons-Atribuição 4.0 Internacional.

