



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Engenharia Agrícola

SANDRA LIÉGE RENNER FATORETTO

**A EFICIÊNCIA LOGÍSTICA DAS ROTAS DE EXPORTAÇÃO
DE SOJA: UM INDICADOR BASEADO NA ANÁLISE
ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)**

CAMPINAS
2018

SANDRA LIÉGE RENNER FATORETTO

**A EFICIÊNCIA LOGÍSTICA DAS ROTAS DE EXPORTAÇÃO
DE SOJA: UM INDICADOR BASEADO NA ANÁLISE
ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestra em Engenharia Agrícola, na Área de concentração: Gestão de Sistemas na Agricultura e Desenvolvimento Rural.

Orientador: Prof. Dra. Andrea Leda Ramos de Oliveira

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO SANDRA LIÉGE RENNER FATORETTO E ORIENTADA PELA PROFA. DRA. ANDRÉA LEDA RAMOS DE OLIVEIRA.

CAMPINAS
2018

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s):CNPq, 830527/1999-0

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura
Luciana Pietrosanto Milla – CRB8/8129

F269e	Fatoretto, Sandra Liége Renner, 1979- A eficiência logística das rotas de exportação da soja: um indicador baseado na análise envoltória de dados (DEA) / Sandra Liége Renner Fatoretto. – Campinas, SP : [s.n.], 2018. Orientador: Andrea Leda Ramos de Oliveira. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. 1. Logística. 2. Transporte. 3. Soja. 4. Exportação. I. Oliveira, Andrea Leda Ramos de, 1977-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. III. Título.
-------	---

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Logistics efficacy os soybean exportation routes : an indicador based on date envoltory analysis (DEA)

Palavras-chave em inglês:

Logistics
Transport
Soy
Export

Área de concentração: Gestão de Sistemas na Agricultura e Desenvolvimento Rural

Titulação: Mestra em Engenharia Agrícola

Banca examinadora:

Andrea Leda Ramos de Oliveira [Orientador]
Vanilde Ferreira de Souza Esquerdo
Christiano França da Cunha

Data de defesa: 06-02-2018

Programa de Pós-Graduação: Engenharia Agrícola

Este exemplar corresponde à redação final da **Dissertação de Mestrado** defendida por **Sandra Liége Renner Fatoretto**, aprovada pela Comissão Julgadora em 06 de fevereiro de 2018, na Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas.

FEAGRI

Profa. Dra. Andrea Leda Ramos de Oliveira– Presidente e Orientadora
FEAGRI/UNICAMP

Profa. Dra. Vanilde Ferreira de Souza Esquerdo– Membro Titular
FEAGRI/UNICAMP

Prof. Dr. Christiano França da Cunha– Membro Titular
FCA/UNICAMP

Faculdade de
Engenharia Agrícola
Unicamp

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no processo de vida acadêmica da discente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que esteve presente em todos os momentos em minha caminhada durante o mestrado.

À Professora Dra. Andrea pela paciência, disponibilidade e por incentivar o pensamento crítico, estimular novas ideias e por ser uma grande amiga durante esta jornada de desenvolvimento.

À minha família, em especial meu esposo Júlio Cesar que sempre me incentivou e acreditou em meu potencial, e que esteve sempre ao meu lado.

À Faculdade de Engenharia Agrícola, da Universidade de Campinas, pela infraestrutura durante a pesquisa, ao colega Lucas Cicolin que esteve sempre à disposição.

A CNPq pela bolsa de estudos.

RESUMO

Este trabalho apresenta a configuração de rotas de transporte de soja no Mato Grosso e analisa alternativas em relação a eficiência para a movimentação destes fluxos a vias exportadoras sob a ótica do tripé da sustentabilidade. Uma vez que os principais delimitadores são longas distancias percorridas, predominância do modal rodoviário, e a necessidade de integração a terminais de transbordo. Os resultados apresentados mostram que as rotas de transporte, destinados a portos tradicionais como Santos(SP) e Paranaguá(PR) ainda exercem predomínio quando classificadas em relação a eficiência sob o aspecto econômico e ambiental. Entretanto, novas rotas com destino a portos conhecidos como “Arco Norte” São Luís (MA) e Santarém (PA) aparecem como alternativas.

Palavras-chave: logística, transporte, soja, exportação.

ABSTRACT

This research brings patterns of transportation routes to soybean in the Mato Grosso State and analyze alternatives in terms of efficiency of grain movement of export routes under sustainability tripod approach, since the main barriers are long distances of routes, predominance of the road modal, and reduced intermodal integration via transshipment terminals. The results show that soybean transport routes destined to traditional ports such as Santos (SP) and Paranaguá (PR), still exert a predominance when ranked in relation to efficiency under the economic and environmental aspects. However, new routes to ports known as "Arco Norte" in São Luís (MA) and Santarém (PA) appear as attractive alternatives for soybean export of Mato Grosso State.

Keywords: logistics, transport, soy, export.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	5
RESUMO	6
ABSTRACT	7
Introdução Geral	9
Artigo - A eficiência logística das rotas de exportação de soja: um indicador baseado na análise envoltória de dados (DEA)	15
Introdução.....	16
Metodologia.....	18
a) Definição das DMUs/Rotas de Exportação	19
b) Definição das Variáveis	21
Dimensão Econômica	22
Dimensão Ambiental.....	23
Dimensão Social	23
Resultados e Discussão	24
A. Dimensão Econômica.....	24
B. Dimensão Ambiental.....	27
C. Dimensão Social	31
Considerações Finais	34
Conclusão Geral	35
Referências Bibliográficas	37

INTRODUÇÃO GERAL

A agricultura brasileira experimentou mudanças significativas nos últimos trinta anos contribuindo de forma direta para impulsionar a economia interna do país (SILVEIRA, 2014).

O Brasil passou de produtor coadjuvante na década de 1970 quando produzia em torno de 46,9 milhões de toneladas de grãos, para respeitável protagonista na produção mundial, hoje produzindo quase 200 milhões de toneladas (CONAB, 2017).

A evolução do setor foi possível em decorrência de diversos acontecimentos, como o processo de agroindustrialização, expansão de novas fronteiras agrícolas, adoção de novas tecnologias em sementes e equipamentos, bem como aumento e diversificação da demanda e consumo de alimento no mundo, sobretudo em função do aumento da população mundial e da renda per capita (SILVEIRA, 2014).

A soja permanece como principal cultura, responsável por 57,02% da área total cultivada do país e com sua expansão influenciada para atender a indústria do complexo soja, bem como a demanda internacional pela oleaginosa (CONAB, 2017a), é o principal item agrícola exportado em 2016, US\$ 19 bilhões o que representou 10,41% da participação total, seguido pelos produtos minério de ferro e seus concentrados (2º) e óleos brutos de petróleo (3º), respectivamente (BRASIL, 2017a).

Apesar dos Estados Unidos ser o principal produtor mundial de soja, o Brasil lidera o ranking das exportações mundiais com perspectivas para a safra 2016/2017 em 63 milhões de toneladas (42% do mercado mundial), seguido pelos Estados Unidos e Argentina com 59 milhões e 7 milhões, respectivamente (USDA, 2017).

Entretanto com as transformações no mundo, em relação a aspectos de geração de riquezas, consumo e globalização esbarramos nos impactos ocasionados por esse movimento. Trata-se das emissões antropogênicas de gases de efeito estufa. Um dos setores que contribuem para este aumento nas emissões está diretamente relacionado ao desenvolvimento das nações e suas economias, o setor de transporte (IPCC, 2014).

Apesar de políticas de mitigação em relação a mudança climática, as emissões anuais de GEE cresceram 2,2% por ano de 2000 a 2010, entre as fontes primárias a combustão de combustíveis fósseis e dos processos industriais representa 76% das emissões de GEE (IPCC, 2014).

A partir dessas circunstâncias, a evolução do setor agrícola perpassa por questões relativas a desenvolver uma cadeia agroindustrial concisa que englobe demandas cada vez

mais urgentes, neste caso o desenvolvimento sustentável e que agregue competitividade econômica, aspectos ambientais e sociais.

Um exemplo de utilização da metodologia DEA como forma de medir a eficiência de unidade produtivas, na área de logística de transportes é o trabalho de Reis et al. (2016) em que se adotou além do DEA, método multicritério para escolha de variáveis relevantes e que apresentassem melhores concessionárias ferroviárias, englobando aspectos econômicos para a análise, apresentando 5 das 12 concessionárias eficientes com heterogeneidade entre elas.

No estudo de Ramos et al. (2016) para análise de empresas eficientes em relação ao transporte de carga para pequenas, médias e grandes empresas, também preferiu-se utilizar variáveis de aspectos econômicos para a resolução.

A cadeia produtiva da soja sofreu modificações positivas com o desenvolvimento do campo, desde o seu início nos estados da região Sul que despontaram como os pioneiros no cultivo. A medida que se expandiu o processo produtivo mais intensamente por volta da década de 70 a oleaginosa ganhou espaço em outros estados da região como o centro-oeste e mais recentemente a região conhecida como MATOPIBA¹.

Em razão desta configuração da produção agrícola no trabalho de Gomes et al. (2009) usou um modelo DEA direcionado para a análise da eficiência de produtores agrícolas, empregando variáveis relacionadas ao desenvolvimento econômico, ambiental e social conjuntamente como (custo, mão de obra, área com mata, receita bruta).

No ano de 2016, o complexo soja teve um papel importante no desenvolvimento da economia brasileira, contribuindo com a movimentação de 25 bilhões de dólares apenas nas exportações de grãos, farelo e óleo, atingindo 18,2% das exportações totais do Brasil. Essa relevância foi evidenciada principalmente em momento de desaceleração de outras áreas da economia brasileira como a indústria e serviços de acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (Estatística – ABIOVE, 2017).

O Estado do Mato Grosso é responsável por 26,7% de toda a produção nacional e apresentou um incremento em relação à safra anterior de 17,2 %, o que evidencia sua capacidade e evolução do campo em relação a melhoria na qualidade de produção e aumento da área plantada (CONAB, 2017b). Estes números colocam o Estado do Mato Grosso como o maior produtor de soja do Brasil.

Em termos de escoamento, a participação dos portos brasileiros em 2016 para o recebimento da soja Mato-Grossense começa a ganhar uma nova configuração. A

¹ MATOPIBA: Região localizada no Centro-Nordeste e representada pelos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia.

mesorregião Norte Mato-Grossense tem uma grande influência dos portos localizados na região Sudeste (67% de participação), dividido entre as movimentações para Santos (SP) e Vitória (ES) representando 90% e 10%, respectivamente. Para as movimentações na região Nordeste as movimentações estão concentradas e divididas para duas direções de terminais portuários, Sudeste e Arco Norte com 45% respectivamente. Já a mesorregião Sudeste, apresenta uma particularidade, privilegiada pelos acessos a diversos estados, tem uma concentração dos fluxos para exportação aos portos localizados no Sudeste brasileiro, com 70% de participação, seguido da região Sul e Arco Norte, com 19%, 10% respectivamente (BRASIL, 2017d).

Quando analisamos de que forma é mais viável movimentar a produção até os portos exportadores sob os aspectos de emissões de acordo com os modais rodoviário e ferroviário, Gabriele et al. (2012) realizaram uma comparação da eficiência ambiental na emissão de CO₂ em 41 países, utilizou um modelo híbrido para que fosse possível comparar com os resultados dos dois modelos clássicos, BCC e CCR. O estudo apresentou que países integrantes da União Europeia foram mais eficientes em relação a questão do impacto ambiental e suas emissões pelos modais em questão utilizados.

O predomínio do porto de Santos para o transporte de *commodities* se deve principalmente pela infraestrutura portuária disponível (terminais de recebimento), associado a localização estratégica no estado de São Paulo, disponibiliza acessos pelos modais rodoviário, ferroviário e dutoviário. Tem fundamental importância na economia do país, responsável por cerca de um quarto da participação na Balança Comercial Brasileira em valores, em 2014 movimentou o total de US\$ 116,3 bilhões do comércio internacional brasileiro (CODESP, 2017).

No Brasil, a partir da década de 50, o desenvolvimento e construção de rodovias para promover maior flexibilidade do transporte rodoviário pautou a matriz de transporte brasileira para a movimentação de produtos (OLIVEIRA, 2014). A influência deste modal está presente em todos os setores produtivos e em especial no transporte de *commodities* estimulando o setor agrícola a buscar melhorias para a movimentação de produtos em função do aumento de custos associados às atividades logísticas, caracterizados como custos logísticos. Em relação às *commodities* que apresentam baixo valor agregado, esses custos acabam tendo um impacto mais significativo segundo a Confederação Nacional dos Transportes – CNT (2015). Para Caixeta e Martins (2001) a logística que tem no transporte a principal fonte de despesas, é considerada como a última possibilidade para a redução dos custos das empresas.

A movimentação da produção para exportação tanto para a soja como o milho requerem uma logística eficiente no seu escoamento para atender os mercados. Porém, o que se verifica no caso do Brasil é a grande dificuldade em alcançar o seu destino final, decorrência de uma infraestrutura inadequada e longas distâncias a serem percorridas (CNT, 2015).

Em função da localização na parte central do país, a soja Mato-Grossense precisa vencer um longo processo logístico de escoamento até chegar aos portos e, assim, seguir para o mercado externo (PINHEIRO e CAIXETA FILHO, 2010). Porém este panorama começa a se transformar à medida que novas alternativas de movimentação são introduzidas para melhorar a logística de escoamento da produção.

A utilização de novas rotas, aliada a utilização do transporte intermodal² de transporte pode ser uma alternativa, pois em termos de opções mais sustentáveis no âmbito emissões.

Os modais de transporte, ferroviário e hidroviário por apresentarem uma séria de vantagens, destacando a redução do custo do frete e menor emissões de CO₂ perante ao principal modal da matriz brasileira, rodoviário (BRASIL, 2011f) quando comparado os níveis de emissões, o modal rodoviário é responsável por emitir cerca de 4 vezes mais índices de CO₂ por gCO₂/tku³ em relação aos demais mencionados (Observatório do Clima, 2014).

Somando-se a isso, a questão da idade da frota brasileira de caminhões para o transporte é um problema, a utilização de veículos com idade avançada ocasiona encargos econômicos e ambiental, pelo fato de apresentarem em sua composição elementos tecnológicos defasados, gerando assim maior emissão de poluentes a atmosfera e na própria qualidade de vida da população (CRUVINEL et al., 2012).

O Estado do Mato Grosso com localização central no país, tem a possibilidade de escoar sua produção pelos portos localizados na região Sul, Sudeste e Norte. Contudo, apresenta altos custos logísticos devido a grandes distâncias percorridas no transporte, sobretudo, de produtos agrícolas de baixo valor agregado (OLIVEIRA, 2014).

A hegemonia do transporte rodoviário para a movimentação de várias *commodities* decorre de história de desenvolvimento do Brasil que elegeu as rodovias a partir da década de 50 como modal prioritário (CNT, 2015). Em 2016, a predominância das rodovias no transporte de cargas foi de 61% em detrimento aos demais transportes como ferroviário, hidroviário, dutoviário e aéreo. Este cenário reforça a tendência para uma matriz de transporte

²Transporte Intermodal: Transporte que utiliza duas ou mais modalidades de transporte (rodoviário, ferroviário, hidroviário ou aéreo), desde a origem até o destino.

³ gCO₂/tku: gramas de CO₂ (Dióxido de Carbono) por tonelada-quilômetro útil.

desbalanceada, quando comparado a outros países com extensão continental semelhante (OLIVEIRA, 2014).

O aperfeiçoamento e desenvolvimento dos demais modais de transporte possibilitaria uma redução de cerca de 30% nos custos totais em comparação com os custos por exemplo de outro país exportador, como os EUA. Os ganhos que o produtor no Brasil alcança com altas produtividades, se perdem no momento em que decide comercializar sua produção, em decorrência dos altos custos logísticos (OLIVEIRA, 2014).

Estas perdas tem uma relação direta com a competitividade dos produtos agrícolas do Estado do Mato Grosso, de modo que as características favoráveis observadas no segmento produtivo só se convertem em vantagens competitivas se houver um sistema logístico eficiente que não anule os ganhos conquistados ao longo da cadeia.

Para Oliveira (2014) os ganhos de produção são desperdiçados durante o processo da comercialização. Os custos relacionados com a movimentação são relevantes pois fazem parte da formação do preço final do produto, isto porque os centros produtores estão distantes dos polos processadores e dos terminais portuários para exportação.

Isto posto, um mercado consumidor mundial de alimentos em crescente demanda e extremamente exigente por produtos de alta qualidade e diversidade, os entraves logísticos enfrentados pelo setor do agronegócio brasileiro precisam ser superados. Neste sentido, o presente trabalho pode contribuir para geração de parâmetros para avaliar a eficiência logística de exportação dos produtos agrícola, cujos resultados podem contribuir para a gestão de melhores práticas sob a ótica da sustentabilidade. E com isso verificar qual é o arranjo logísticos para as rotas de transporte do ponto de vista do tripé da sustentabilidade. A hipótese é que a utilização de sistemas intermodais contribui para uma melhor eficiência sob o aspecto econômico ambiental e social. Para isso, o objetivo é verificar se os sistemas intermodais de transporte conseguem contribuir para a redução dos custos de transporte, reduzem as emissões de CO₂ e promovem o desenvolvimento da sociedade. Através da criação de indicador pela metodologia Análise Envoltória de Dados (DEA) para as principais mesorregiões produtoras do Mato Grosso.

Os objetivos específicos do trabalho foram divididos em:

- Analisar as características das principais rotas atuais utilizadas na exportação do produto soja nas mesorregiões Norte, Nordeste e Sudeste Mato-Grossense;

- Examinar que fatores (*inputs*) ou (*outputs*) são considerados limitadores para um melhor desempenho para a eficiência das rotas de escoamento da produção;

- Sugerir possíveis alternativas de melhoria no que tange o desenvolvimento para os processos logísticos de soja das mesorregiões analisadas;
- Verificar dentre os parâmetros do tripé da sustentabilidade, econômico, ambiental e social a influência em relação as rotas de transporte para o escoamento da produção de soja.

ARTIGO - A EFICIÊNCIA LOGÍSTICA DAS ROTAS DE EXPORTAÇÃO DE SOJA: UM INDICADOR BASEADO NA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)

Resumo:

Este trabalho apresenta a configuração de rotas de transporte de soja no Mato Grosso e analisa alternativas em relação a eficiência para a movimentação destes fluxos a vias exportadoras sob a ótica do tripé da sustentabilidade. Uma vez que os principais delimitadores são longas distancias percorridas, predominância do modal rodoviário, e a necessidade de integração a terminais de transbordo. Os resultados apresentados mostram que as rotas de transporte, destinados a portos tradicionais como Santos(SP) e Paranaguá(PR) ainda exercem predomínio quando classificadas em relação a eficiência sob o aspecto econômico e ambiental. Entretanto, novas rotas com destino a portos conhecidos como “Arco Norte” São Luís (MA) e Santarém (PA) aparecem como alternativas.

Palavras-chave: logística, transporte, soja, exportação.

Logistics efficacy of soybean exportation routes: an indicator based on data envelopment analysis (DEA)

Abstract:

This research brings patterns of transportation routes to soybean in the Mato Grosso State and analyze alternatives in terms of efficiency of grain movement of export routes under sustainability tripod approach, since the main barriers are long distances of routes, predominance of the road modal, and reduced intermodal integration via transshipment terminals. The results show that soybean transport routes destined to traditional ports such as Santos (SP) and Paranaguá (PR), still exert a predominance when ranked in relation to efficiency under the economic and environmental aspects. However, new routes to ports known as "Arco Norte" in São Luís (MA) and Santarém (PA) appear as attractive alternatives for soybean export of Mato Grosso State.

Keywords: logistics, transport, soy, export.

Introdução

O desenvolvimento agrícola brasileiro foi marcado por transformações nas últimas décadas contribuindo significativamente para impulsionar a economia interna (SILVEIRA, 2014). O país passou de mero produtor a grande exportador de *commodities*, com destaque para a soja.

Com previsões da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (OECD-FAO, 2017) atingiremos até 2100 cerca de 11,2 bilhões de pessoas, e o Brasil tem papel fundamental entre os países produtores de grãos em contribuir para atender essa expectativa de produção.

A cadeia produtiva da soja sofreu modificações ao longo do desenvolvimento do campo, desde seu início na região Sul, migrando para outras regiões como Centro Oeste. Esse processo iniciou-se na década de 70 Cunha, (2006), alterando também a disposição no que tange a movimentação dos grãos, ou seja, longas distâncias até as vias de exportação segundo (PINHEIRO e CAIXETA-FILHO, 2010) pelo fato dos polos produtores estarem distantes dos centros processadores e terminais portuários.

Entretanto, o panorama para a movimentação de *commodities* começa a se transformar à medida que novas alternativas são incorporadas para melhorar a logística de escoamento da produção. Através da utilização de novas rotas de escoamento aliada a utilização da intermodalidade de transporte, podendo ser uma alternativa mais sustentável de escoamento pelo fato dos grãos serem considerados de baixo valor agregado.

O setor de transportes ao longo do período avaliado de dez anos, foi o setor que apresentou índices de crescimento para o consumo de energia (4,4% a.a. entre 2002 e 2012), e as emissões de CO₂ refletem o comportamento para o consumo energético. O modal rodoviário teve predominância no consumo de energia, 92% seguido pelo modal aéreo, hidroviário e ferroviário com 5%, 2% e 1% respectivamente para o ano de 2012 (Observatório do Clima, 2014).

Desta forma, em um Estado que produziu e movimentou cerca de 30,5 milhões de toneladas de soja na safra 2016-17 (CONAB, 2017b) com escoamento predominantemente via modal rodoviário, poderia ser altamente beneficiado ao adotar uma estratégia de intermodalidade como uma alternativa mais eficiente para o transporte de longas distâncias para a exportação da soja. Deste modo, com este trabalho pretende-se analisar qual é o arranjo logísticos para as rotas de transporte do ponto de vista do tripé da sustentabilidade. A hipótese é que a utilização de sistemas intermodais contribui para uma melhor eficiência sob o aspecto

econômico ambiental e social. Para isso, o objetivo é verificar se os sistemas intermodais de transporte conseguem contribuir para a redução dos custos de transporte, reduzem as emissões de CO₂ e promovem o desenvolvimento da sociedade. Através da criação de indicador pela metodologia Análise Envoltória de Dados (DEA) para as principais mesorregiões produtoras do Mato Grosso.

Os objetivos específicos do trabalho foram divididos em:

- Analisar as características das principais rotas atuais utilizadas na exportação do produto soja nas mesorregiões Norte, Nordeste e Sudeste Mato-Grossense;
- Examinar que fatores (*inputs*) ou (*outputs*) são considerados limitadores para um melhor desempenho para a eficiência das rotas de escoamento da produção;
- Sugerir possíveis alternativas de melhoria no que tange o desenvolvimento para os processos logísticos de soja das mesorregiões analisadas;
- Verificar dentre os parâmetros do tripé da sustentabilidade, econômico, ambiental e social a influência em relação as rotas de transporte para o escoamento da produção de soja.

Fundamentação teórica

Considerando a importância do setor do agronegócio na econômica brasileira através da contribuição para balança comercial e, conseqüente superávit para o país, fatores ligados à infraestrutura para movimentação de produtos agrícolas podem afetar diretamente a eficiência econômica. Em razão desse mercado agrícola cada vez mais importante, o país vem enfrentando adversidades, em relação as questões de como transportar toda esta produção, crescente a cada ano do interior para os terminais portuários localizados no litoral (AMARAL et al., 2016).

Neste sentido, se faz necessário uma análise das ineficiências para mapear e propor opções que sejam economicamente viáveis no que tange as rotas de transporte para exportação.

No processo de análise de eficiência logístico, a literatura traz diversas abordagens para sua medição, dentre elas a Análise Envoltória de Dados (*Envelopment Analysis* – DEA). Trata-se de ferramenta matemática utilizada para a medição da eficiência de unidades produtivas nas empresas. Oposto a outros modelos paramétricos que tem o objetivo de otimizar um plano de regressão a partir das observações, o modelo DEA utiliza da observação individual para encontrar a fronteira de eficiência, definida pelas unidades que são Pareto

eficientes, ou aquelas que não conseguem melhorar alguma de suas características sem piorar as demais (AZEVEDO et al., 2012; REIS et al., 2017; SOARES DE MELLO et al., 2005;).

A metodologia DEA para o cálculo da eficiência pode ser orientada a maximização da saída (norteado ao produto), e também pela minimização da entrada (norteado ao insumo). A orientação a *inputs* objetiva produzir a mesma quantidade de produtos minimizando a utilização dos recursos. Já a orientação a *outputs* visa maximizar a produção mantendo constante a quantidade de recursos consumidos.

Esta técnica teve início nos anos 50 por Debreu, 1951 e Farrell, 1957 em relação a medida de eficiência de unidades produtivas (CONSTANT et al., 2017). Através deste método procurou verificar-se a eficiência de unidades produtivas que utilizavam os mesmos recursos *inputs* e produtos *outputs* para realizarem tarefas semelhantes e comparar seus desempenhos por intermédio das DMUs⁴ (AZAMBUJA et al., 2015). O método recebeu aprimoramento através de outros estudos por Charnes et al., 1978, Banker, Charnes e Cooper em 1984. Tem ampla utilização em diversas áreas, como setor portuário e de contêineres, transportes em geral, terminais intermodais, setor educacional, sistema financeiro dentre outros.

O método está em consonância com os objetivos propostos pelo trabalho, de medir a eficiência através da utilização de rotas de transporte com a combinação de elementos do tripé da sustentabilidade nas dimensões econômica, ambiental e social. Portanto, através da perspectiva do produtor agrícola/tradings, poder apresentar alternativas em relação aos processos logísticos de transporte, aliando práticas sustentáveis ao processo e não somente sob a ótica de redução de custos logísticos e operacional.

Metodologia

O modelo adotado foi o BCC orientado a *output* (saídas), o qual possibilita que as DMUs operem com baixos valores de entradas (*inputs*) e tenham retornos crescentes de escala. Este modelo proporciona uma análise de um conjunto de DMUs que podem apresentar variáveis com amplitudes diversas, neste caso seja produtividade de soja, custos logísticos, emissão de CO₂, número de empregos que geram, dentre outros. Segundo Soares de Mello et al. (2005), o modelo matemático BCC orientado a *output* como em (1), em que h_o é a eficiência e λ_k é a contribuição da DMU k na formação do alvo da DMU₀.

⁴ DMU: Uma unidade produtiva de tomada de decisão, caracteriza-se por efetuar tarefas semelhantes a outras DMUs utilizarem os mesmos insumos para produzir um mesmo produto (RAMOS et al. 2016).

$$\text{Max } h_0 \quad (1)$$

Sujeito a:

$$x_{i0} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \cdot \lambda_k \geq 0, \forall i \quad (2)$$

$$- h_0 \cdot y_{j0} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \cdot \lambda_k \geq 0, \forall j \quad (3)$$

$$\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1 \quad (4)$$

$$\lambda_k \geq 0, \forall k \quad (5)$$

Os outputs utilizados nas dimensões econômica e ambiental, representados pelas variáveis “Custo Logístico” e “Emissão de CO2” não seguem regra de maximização do modelo clássico de output. Por esta razão essas variáveis, necessitam de tratamento para que viabilize sua utilização.

Na literatura diversas abordagens tratam a questão de “outputs indesejáveis”, para este trabalho foi utilizado a abordagem multiplicativa inversa (MLT) elaborado por Golany e Roll (1989), transformando o “output indesejável” em output, através da Equação 1.

$$f(U) = \frac{1}{u} \quad \text{Equação (1)}$$

Outra questão na pesquisa foi a melhoria da discriminação das melhores DMUs/rotas apresentadas pelo modelo DEA, que foi feito utilizando a metodologia da fronteira invertida. Nessa metodologia a eficiência das DMUs/rotas é mensurada com base nos resultados da eficiência padrão, e após calculada a ineficiência do modelo através da inversão dos inputs com os outputs, se determina a eficiência final do modelo (LETA et al., 2005; OLIVEIRA; CICOLIN, 2016), através da Equação 2.

$$\text{Eficiência da Fronteira Invertida} = \frac{\text{Eficiência Padrão} + (1 - \text{Ineficiência})}{2} \quad (\text{Equação 2})$$

a) Definição das DMUs/Rotas de Exportação

A escolha da amostra ocorreu de acordo com as principais mesorregiões produtoras do Mato Grosso, sendo adotadas 7 DMUs/rotas⁵ de transporte que abrangessem a utilização de um ou

⁵ DMUs/rotas: Unidades produtivas que se caracterizam por efetuarem tarefas semelhantes, utilizarem os mesmos insumos para produzir um mesmo produto (RAMOS et al. 2016). Neste caso as unidades produtivas representam as rotas de escoamento da produção.

mais modais de transporte para o escoamento da soja para cada mesorregião. A estratégia para a escolha dos terminais portuários (destino) está relacionada com os fluxos de movimentação das mesorregiões. Assim, foram traçados portos localizados na região Sudeste, (Santos-SP), (Paranaguá-PR), Norte, (Santarém-PA) (Itacoatiara/Manaus-AM) e Nordeste (Itaqui-MA). A definição das DMUs/rota é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. DMUs/ Rotas Tipo Modal definidos para a pesquisa.

Mesorregião	DMU	Características da rota*	Terminal de Transbordo	Destino
Norte Mato-Grossense	DMU 1	MT-SP (rodo)	nenhum	Santos-SP
	DMU 2	MT-SP (rodoferro)	Rondonópolis-MT	Santos-SP
	DMU 3	MT-PR (rodo)	nenhum	Paranaguá-PR
	DMU 4	MT-PR (rodoferro)	Maringá-PR	Paranaguá-PR
	DMU 5	MT-AM (rodohidro)	Porto Velho-RO	Itacoatiara-AM
	DMU 6	MT-PA (rodohidro)	Miritituba-PA	Santarém-PA
	DMU 7	MT-MA (rodoferro)	Porto Nacional-TO	São Luís-MA
Nordeste Mato-Grossense	DMU 8	MT-SP (rodo)	nenhum	Santos-SP
	DMU 9	MT-SP (rodoferro)	Rondonópolis-MT	Santos-SP
	DMU 10	MT-PR (rodo)	nenhum	Paranaguá-PR
	DMU 11	MT-PR (rodoferro)	Maringá-PR	Paranaguá-PR
	DMU 12	MT-AM (rodohidro)	Porto Velho-RO	Itacoatiara-AM
	DMU 13	MT-PA (rodohidro)	Miritituba-PA	Santarém-PA
	DMU 14	MT-MA (rodoferro)	Porto Nacional-TO	São Luís-MA
Sudeste Mato-Grossense	DMU 15	MT-SP (rodo)	nenhum	Santos-SP
	DMU 16	MT-SP (rodoferro)	Rondonópolis-MT	Santos-SP
	DMU 17	MT-PR (rodo)	nenhum	Paranaguá-PR
	DMU 18	MT-PR (rodoferro)	Maringá-PR	Paranaguá-PR
	DMU 19	MT-AM (rodohidro)	Porto Velho-RO	Itacoatiara-AM
	DMU 20	MT-PA (rodohidro)	Miritituba-PA	Santarém-PA
	DMU 21	MT-MA (rodoferro)	Porto Nacional-TO	São Luís-MA

* Tipo de Rota: rodo – rodoviária; rodoferro – rodoferroviária; rodohidro – rodohidroviária.

Deste modo, foram definidas 21 rotas, sendo 6 são caracterizadas como unimodal apenas do modal rodoviário e 15 caracterizadas como intermodais, utilizando a combinação dos modais rodoviário/ferroviário e rodoviário/hidroviário. Para os terminais de transbordo foram definidas 5 localidades: Porto Velho (RO), Rondonópolis (MT), Maringá (PR), Miritituba (PA) e Porto Nacional (TO), de acordo com as possibilidades de utilização das origens das mesorregiões do Mato Grosso, a Figura 1 apresenta as principais informações.

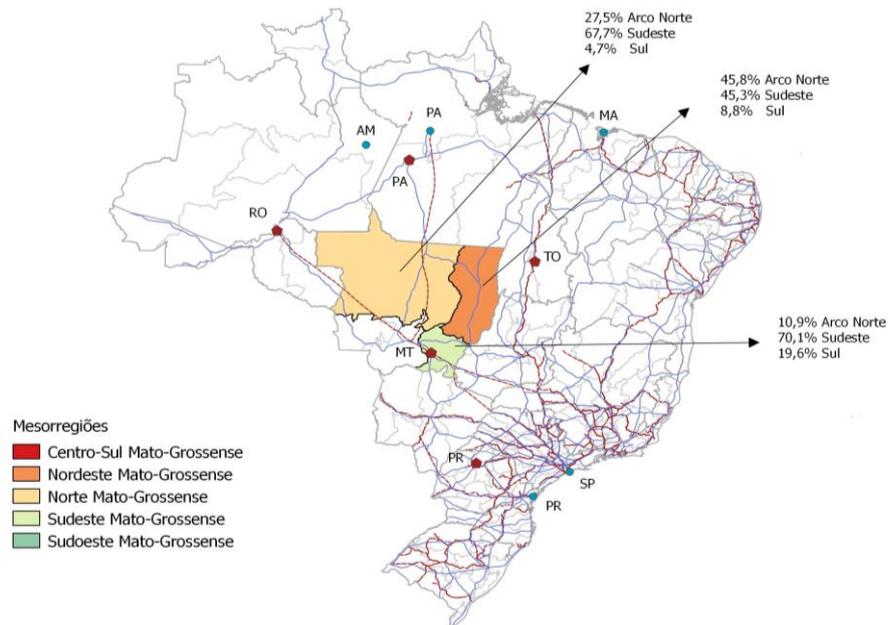


Figura 1. Rotas de Exportação - Mesorregiões Mato Grosso.

b) Definição das Variáveis

Como forma de estruturar as variáveis, a avaliação da eficiência das DMUs se apoiou no tripé da sustentabilidade, avaliando-se três dimensões: econômica, ambiental e social. Para as dimensões econômicas e ambientais a escolha das variáveis se deu com base no estudo de Oliveira e Cicolin (2016). Para a dimensão social as variáveis utilizadas foram construídas em função de aspectos de renda per capita e desenvolvimento econômico. A Tabela 2 apresenta as diferentes dimensões e os objetivos estratégicos de cada análise.

Tabela 2. Variáveis adotadas para o estudo considerando as dimensões do Tripé da Sustentabilidade.

Dimensão	Output	Input	Objetivos Estratégicos
Econômica	- Custo logístico	- Consumo de Combustível - Custos de Produção - Capacidade de Armazéns	Nesta perspectiva, esta dimensão busca englobar os principais indicadores que estão relacionados com o custo logístico para o transporte do produto soja. Engloba importante indicadores que estão diretamente relacionados e que influenciam o produtor/ tradings (donos da carga) a tomada de decisão para a exportação da <i>commoditie</i> .
Ambiental	- Emissão CO ₂	- Condições da Frota x km percorrido - Consumo de Combustível	Esta dimensão busca apresentar como a medição de emissões de CO ₂ por modal de transporte impactam no transporte da <i>commoditie</i> até a via de exportação.
Social	PIB Ajustado	- Índice de Gini - Índice de Desenvolvimento Humano extrapolado por Mesorregião - Composição da Matriz de Transporte	Esta dimensão busca apresentar como indicadores econômicos e sociais podem contribuir e estar associado as demais dimensões do tripé da sustentabilidade, pelo fato de poder contribuir para o desenvolvimento dessas mesorregiões.

c) Descrição das Variáveis

Dimensão Econômica

Custo logístico: corresponde ao valor referente ao custo de transporte de 1 tonelada do produto soja na rota da DMU determinada de acordo com as mesorregiões do modelo, até o destino de exportação. (SIFRECA, 2016).

Consumo de combustível: custo do consumo total de combustíveis no transbordo de 1 tonelada de soja do estado produtor ao porto pela rota; através de estimativas utilizando dados de consumo de combustível de cada modal, rodoviário, hidroviário e ferroviário (BRASIL, 2017e; SILVA et al., 2014).

Custo de produção: custo de produção de 1 tonelada de soja em fazendas do Estado, referente a safra 2017/18 (IMEA, 2017).

Capacidade de armazéns: Capacidade estática dos armazéns no estado por mesorregião de produção, de acordo com informações da CONAB, 2017c.

Dimensão Ambiental

Emissão de CO₂ corresponde ao total de emissões de CO₂ emitidas de acordo com cada modal de transporte utilizado para as DMUs (SEGG, 2015).

Condições da Frota: idade média ponderada da frota dos modais (rodoviário, ferroviário e aquaviário) utilizados para o escoamento da produção a partir de dados da ANTT (2017), ANTAQ (2017), Revista Ferroviária (2013).

Consumo de combustível: custo do consumo total de combustíveis no transbordo de 1 tonelada de soja do estado produtor ao porto pela rota; através de estimativas utilizando dados de consumo de combustível de cada modal rodoviário, hidroviário e ferroviário. (BRASIL, 2017e; SILVA et al., 2014).

Dimensão Social

PIB ajustado: corresponde ao produto interno bruto a preços correntes praticados em 2010, valor adicionado bruto a preços correntes total (em mil R\$), divulgados pelo órgão (IBGE, 2017b). PIB ajustado de acordo com a utilização do índice de referência para o melhor custo logístico entre as DMUs da dimensão econômica.

Índice de Desenvolvimento Humano para Mesorregiões: corresponde ao índice de desenvolvimento humano dos municípios (IDHM), neste caso extrapolado para as mesorregiões analisadas neste trabalho referentes ao ano de 2010 (Atlas Brasil, 2017), em relação a produção agrícola dos municípios pelo relatório de produção agrícola municipal referente ao ano de 2010, (IBGE, 2017a) das mesorregiões estudadas. Índice de Desenvolvimento Humano para Mesorregiões ajustado com a utilização o índice de referência para o melhor custo.

Índice de Gini por renda domiciliar: corresponde ao índice utilizado para medir o grau de concentração de renda dos municípios de cada mesorregião. O relatório considera como renda domiciliar per capita a soma dos rendimentos mensais dos moradores do domicílio, em reais, dividida pelo número de seus moradores de acordo com o ano base 2010, (IBGE, 2017c), em relação a produção agrícola dos municípios pelo relatório de produção agrícola municipal referente ao ano de 2010, (IBGE, 2017a) das mesorregiões estudadas.

Composição da matriz de transporte: participação do modal rodoviário em cada DMU. (ANTAQ, 2017; CNT,2015a). De acordo com a predominância na matriz de transporte, a composição que o modal rodoviário exerce na rota, que direciona os indicadores ambientais e os impactos dos mesmos.

Resultados e Discussão

A. Dimensão Econômica

Para as primeiras dez melhores rotas classificadas houve predominância da intermodalidade (rodo ferro) seguido pela unimodalidade pelo modal rodoviário (Tabela 3).

O destaque foi a mesorregião Sudeste (MT-SP (rodoferroviária) que utiliza o terminal ferroviário de Rondonópolis (MT), atingindo índice de eficiência geral de 82%, sendo a mais eficiente, com menor custo logístico entre todas as demais rotas (Tabela 3). A seguir, foram as rotas (MT-SP (rodoferroviária) para o porto de Santos (SP), e a rota (MT-MA (rodoferroviária) até o porto de Itaqui (MA), pertencentes a mesorregião Nordeste (Tabela 3), que apresentaram índices de eficiência relativa muito semelhantes, 87% e 86% respectivamente, em relação a rota de referência MT-SP (rodoferroviária). Para essas rotas verificou-se, também, o uso da intermodalidade no transporte, diferenciando-se em relação a menor utilização do modal rodoviário e maior predomínio do modal ferroviário para a rota MT-SP em relação a rota (MT-MA).

Pela localização da mesorregião Sudeste, a perspectiva é que o modelo priorizaria as rotas dessa mesorregião em função dos acessos a outros estados com infraestrutura e malha rodoviária e ferroviária mais ampla. Entretanto, na análise global do ranking das melhores rotas, verificou-se o predomínio da mesorregião Nordeste com 6/7 rotas entre as dez melhores classificadas (Tabela 3). As rotas consideradas com menor eficiência apresentaram índice de eficiência relativa inferior a 35%, com o predomínio da mesorregião Norte. O detalhamento dos resultados da eficiência das DMUs/ rotas são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Eficiência Final – Modelo Dimensão Econômica/custos logísticos.

Mesorregião	DMU	Eficiência	Ineficiência	Eficiência da Fronteira Invertida	Eficiência Final
Sudeste	DMU16	1,0000000	0,340143	0,829929	1,0000000
Nordeste	DMU9	1,0000000	0,549736	0,725132	0,873728
Nordeste	DMU14	1,0000000	0,565853	0,717074	0,864018
Norte	DMU2	0,686235	0,551949	0,567143	0,683363
Nordeste	DMU13	0,744407	0,738489	0,502959	0,606027
Nordeste	DMU8	0,744398	0,738498	0,50295	0,606016
Nordeste	DMU11	0,680776	0,807514	0,436631	0,526107
Sudeste	DMU15	0,519891	0,654258	0,432816	0,521510
Nordeste	DMU10	0,672085	0,817956	0,427065	0,514580
Sudeste	DMU18	0,486254	0,699516	0,393369	0,473979
Norte	DMU6	0,516279	0,733647	0,391316	0,471506
Sudeste	DMU17	0,478823	0,710372	0,384225	0,462962
Sudeste	DMU21	0,473949	0,717678	0,378135	0,455624
Norte	DMU5	0,490042	0,772926	0,358558	0,432035
Sudeste	DMU19	0,401998	0,84613	0,277934	0,334889
Sudeste	DMU20	0,400529	0,849233	0,275648	0,332135
Nordeste	DMU12	0,549736	1,0000000	0,274868	0,331195
Norte	DMU1	0,394324	0,960546	0,216889	0,261335
Norte	DMU4	0,393646	0,962201	0,215722	0,259929
Norte	DMU3	0,385906	0,9815	0,202203	0,243639
Norte	DMU7	0,378767	1,0000000	0,189383	0,228192

Os principais resultados para a dimensão econômica são apresentados na Figura 2.

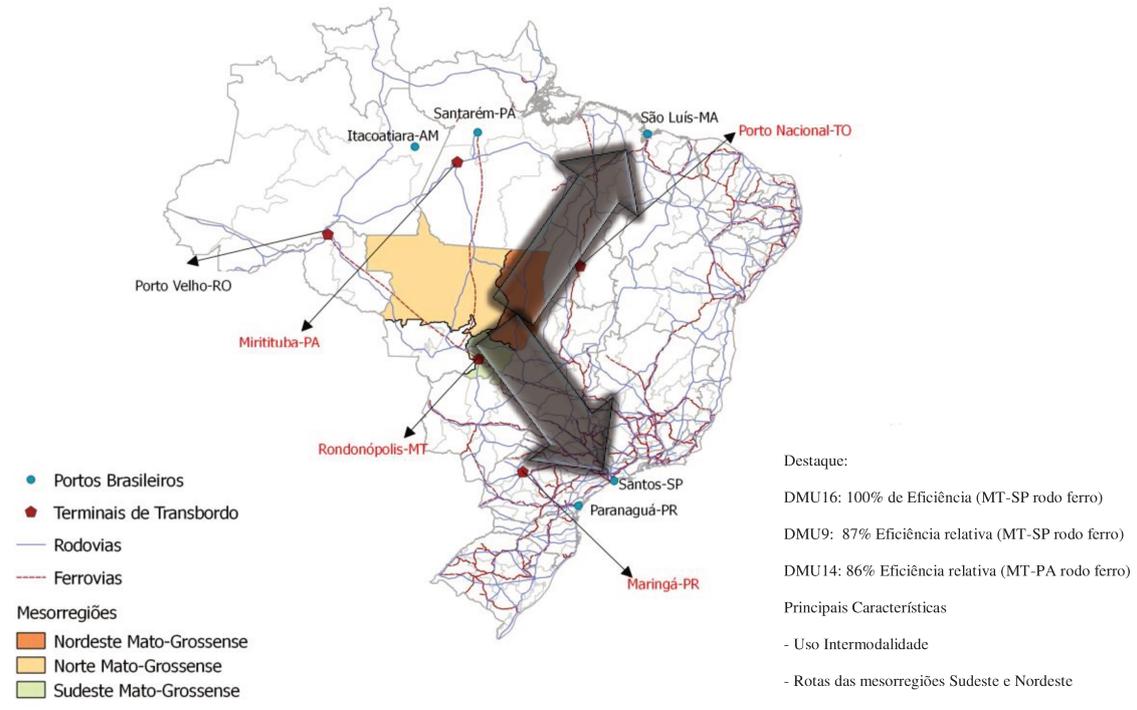


Figura 2. Destaque Dimensão Econômica.

De acordo com o objetivo da dimensão econômica que prezava pela redução de custos logísticos o modelo gerou como sendo a rota mais eficiente há que está localizada na mesorregião Sudeste (DMU16) e de acordo com suas características, tem a seu favor a utilização de dois modais de transporte (rodo e ferro). Este aspecto ajuda a explicar esta opção de rota de transporte, próxima ao terminal de transbordo, em Rondonópolis com a utilização da ferrovia ALL/Rumo (malha norte) até o Porto de Santos (SP).

Entretanto no trabalho de Oliveira e Cicolin (2016) sob o mesmo aspecto de objetivo da dimensão analisada, a rota com melhor eficiência usou porto localizado na região do arco norte, (MT-PA-AM) rodo-hidro, apresentou 76% de eficiência geral, mesmo utilizando um longo trecho de participação do modal rodoviário para o trajeto. A utilização de rotas com destino a terminais exportadores mais consagrados como Santos (SP), Paranaguá (PR) e Vitória (ES) de certa forma mais próximos as origens das rotas e, por conseguinte de terminais de transbordo apresentaram-se em segundo plano como eficientes.

Para o meu trabalho o modelo priorizou a proximidade aos terminais de transbordo com o objetivo de apresentar as melhores rotas sob a ótica de minimização de custos logísticos.

Uma questão a ser discutida diz respeito aos altos custos para se transportar *commoditie* de polos produtores como o Mato Grosso, por não dispor de infraestrutura adequada para o escoamento da produção nacional, desde alternativas de modais, terminais de transbordo, etc os valores desse custo em geral apresentam-se em geral 30% maior em comparação com outros países produtores (Oliveira,2014).

Quando se possui grandes volumes a serem transportados estes não são absorvidos pelo fato da utilização dos mesmos modais de transporte para outras culturas como milho, açúcar, algodão, dentre outros. Ocasionalmente uma oferta menor de transporte (falta e migração de caminhões para outras regiões, e indisponibilidade de vagões), em períodos de escoamento de safra.

O resultado da dimensão econômica demonstrou que não apenas a intermodalidade é um dos mecanismos para aumentar a eficiência das rotas sob o aspecto econômico, como também a proximidade das rotas (produção) aos terminais de transbordo (ferroviário ou hidroviário). Desta forma, para as rotas mais eficientes estão relacionadas a combinação de mais de um modal de transporte seja (rodo, ferro ou hidro,) sendo os dois últimos mais indicados para o transporte de longas distancias, além da possibilidade de movimentar volumes expressivos, diferente do uso do caminhão. Um exemplo disso, é a região Médio Norte MT, que mesmo longe de terminais portuários apresenta uma predominância pelo uso do modal rodoviário para grandes distâncias no transporte de mercadoria com baixo valor agregado neste caso a soja (CNT, 2015).

Isso ficou evidenciado quando analisamos as características da rota identificada como a mais eficiente para esta dimensão a rota tem uma proximidade ao terminal de transbordo ferroviário (Rondonópolis-MT). Diferentemente disso, a rota mais eficiente da região Norte, a qual apresenta também o uso da intermodalidade em sua composição, localiza-se a cerca de (aproximadamente 700 Km) do terminal de transbordo mais próximo, desfavorecendo a eficiência da rota no transporte mesmo usando a intermodalidade.

B. Dimensão Ambiental

O principal fator que contribuiu para eficiência das rotas na dimensão ambiental foi a taxa de emissão de CO₂, das diferentes rotas de transporte estudadas e dos principais modais utilizados para a movimentação. Para esta dimensão e não diferente da dimensão econômica, o destaque foi também para a DMU16, MT-SP (rodoferroviária) a qual compreende o escoamento de soja da região Sudeste, até o terminal ferroviário de transbordo em

Rondonópolis-MT, para então utilizar a ferrovia até o porto de Santos (SP) – Tabela 4. A eficiência geral dessa rota foi de 90%, seguido da rota (rodo hidro) DMU6 Norte até o porto de Santarém (PA) com eficiência relativa de 81% e a rota DMU15 localizada no Sudeste, com destino ao porto de Santos (SP) obteve 72% de eficiência relativa (Tabela 4).

Dentre as dez melhores rotas classificadas, o modelo apresentou uma distribuição das melhores eficiências com predominância das “mesos” Sudeste e Nordeste. Em relação aos tipos de modais, ocorreu uma combinação do uso da intermodalidade, (rodo ferro), (rodo hidro) e também a presença de rotas unimodal (rodoviárias).

Em razão dos objetivos desta dimensão, quando verificado as rotas com os menores índices de eficiência, que também utilizam a intermodalidade, entretanto através de terminais de transbordo não habitual em função da própria localização da mesorregião ao terminal, dessa forma apresentam longas distâncias até os portos de escoamento, conseqüentemente maior índice de emissão de CO₂. O detalhamento dos resultados da eficiência das DMUs/ rotas são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4. Eficiência Final – Modelo Dimensão Ambiental/Emissão CO₂.

Mesorregião	DMU	Eficiência	Ineficiência	Eficiência da Fronteira Invertida	Eficiência Final
Sudeste	DMU16	1,0000000	0,189703	0,905148	1,0000000
Norte	DMU6	1,0000000	0,49141	0,754295	0,833338
Sudeste	DMU15	1,0000000	0,610013	0,694994	0,767823
Sudeste	DMU17	0,796117	0,67834	0,558888	0,617455
Nordeste	DMU13	0,711848	0,606629	0,552609	0,610518
Sudeste	DMU18	0,613314	0,514616	0,549349	0,606916
Norte	DMU2	0,477475	0,419811	0,528832	0,584249
Nordeste	DMU8	0,679119	0,730817	0,474151	0,523838
Nordeste	DMU9	0,405581	0,503216	0,451182	0,498462
Nordeste	DMU14	0,384639	0,493426	0,445607	0,492302
Sudeste	DMU20	0,531809	0,723245	0,404282	0,446647
Norte	DMU5	0,396889	0,602851	0,397019	0,438623
Nordeste	DMU11	0,424433	0,666052	0,379191	0,418927
Nordeste	DMU10	0,533466	0,829529	0,351968	0,388852
Norte	DMU4	0,382482	0,714997	0,333742	0,368715
Norte	DMU1	0,494159	0,863692	0,315233	0,348267
Norte	DMU3	0,470184	0,886605	0,291789	0,322366
Sudeste	DMU21	0,282334	0,704007	0,289164	0,319466
Sudeste	DMU19	0,274072	0,787957	0,243057	0,268528
Norte	DMU7	0,210609	1,0000000	0,105305	0,11634
Nordeste	DMU12	0,194278	1,0000000	0,097139	0,107318

Os principais resultados para a dimensão ambiental são apresentados na Figura 2.

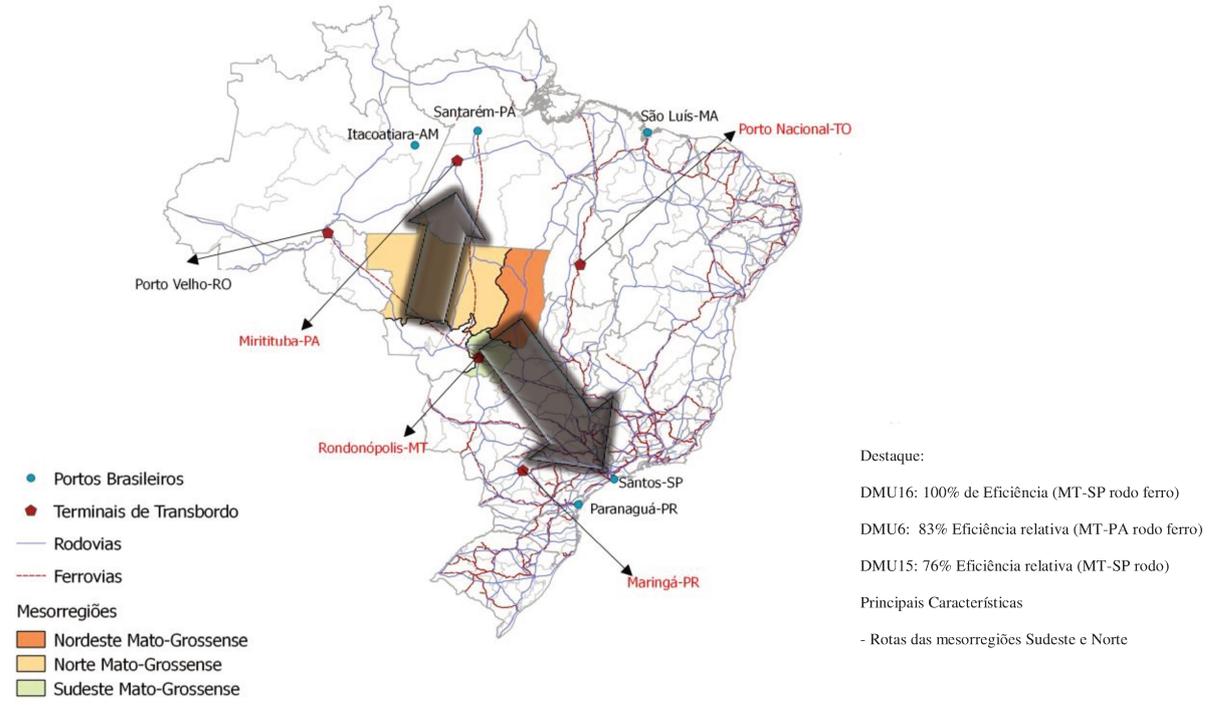


Figura 2. Destaque Dimensão Ambiental.

Por se tratar de uma dimensão relacionada as emissões de gases do efeito estufa e que gera impactos ambientais pelo uso de combustíveis fósseis o modelo apresentou em torno de 60% das DMUs com índice de eficiência relativa final (<50%) mesmo com algumas rotas dispondo da intermodalidade para o transporte. A baixa eficiência mencionada pode ser explicada através das variáveis utilizadas, que contemplam longas distâncias percorridas dos polos produtores aos portos exportadores, influenciados também pela composição da frota brasileira de transporte, que ao longo das décadas evoluiu especificamente na área de desenvolvimento tecnológico para caminhões, entretanto na questão de renovação de frota e manutenção especificamente para o setor rodoviário está aquém do ideal.(procurar alguma coisa para justificar).

Quando analisado as melhores posições para as rotas as origens que foram favorecidas foram as rotas das “mesos” Sudeste e Nordeste, com a predominância da intermodalidade.

No modelo para esta dimensão no trabalho de Oliveira e Cicolin (2016) privilegiou rotas intermodais localizada próximas a terminais de transbordo e vias exportadoras, como é o

caso da rota PR-PR (rodo ferro) com 97% de eficiência final. Nenhuma das rotas originárias do Mato Grosso para este modelo apresentou significativa relevância. Diferentemente disso, em meu trabalho ao menos duas rotas estavam entre as melhores classificadas, sendo a DMU6 MT-PA rodo hidro como a segunda melhor em eficiência relativa com 83%.

A rota DMU15 sendo, possivelmente, favorecida pela localização mais próxima às vias de exportação da região do Sudeste do país dentre as rotas analisadas, o fator que contribuiu está associado a rotas mais próximas a terminais exportadores e a utilização da unimodalidade neste caso o modal rodoviário que em relação aos demais apresenta menor média de idade da frota.

C. Dimensão Social

Como resultado do modelo de eficiência para a dimensão social verificou-se uma predominância de rotas originárias das “mesos” Norte e Sudeste, ocupando posições de destaque na classificação, entre as 10 primeiras posições. O destaque foi a rota DMU21 com 90% de eficiência final, as características desta rota é a presença da intermodalidade com participação de 87% para o rodoviário, e 13% modal hidroviário, utiliza o terminal de transbordo de Miritituba (PA) seguindo o escoamento até o porto de Santarém (PA). Verificou-se também que em razão da disposição das melhores classificadas sob o aspecto social, os fluxos de destinos das DMUs/rotas dividiram-se proporcionalmente entre os portos do Norte/Nordeste e Sul/Sudeste. Por outro lado, as rotas da região Nordeste apresentaram os piores índices de eficiência (<22%) em sua grande maioria. O detalhamento dos resultados da eficiência das DMUs/ rotas são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5. Eficiência Final – Modelo Dimensão Social/PIB Ajustado.

Mesorregião	DMU	Eficiência	Ineficiência	Eficiência da Fronteira Invertida	Eficiência Final
Sudeste	DMU21	1,0000000	0,191299	0,90435	1,0000000
Sudeste	DMU19	1,0000000	0,192592	0,903704	0,999286
Sudeste	DMU20	1,0000000	0,201231	0,899385	0,994509
Norte	DMU7	1,0000000	0,212397	0,893802	0,988336
Sudeste	DMU18	0,982657	0,210607	0,886025	0,979736
Norte	DMU3	0,97302	0,229713	0,871653	0,963845
Norte	DMU4	0,945283	0,221101	0,862091	0,953271
Norte	DMU1	0,942922	0,230955	0,855983	0,946517
Norte	DMU5	0,855773	0,223836	0,815969	0,90227
Norte	DMU2	1,0000000	0,502778	0,748611	0,827789
Norte	DMU6	0,840221	0,377046	0,731588	0,808965
Nordeste	DMU17	0,983675	0,692051	0,645812	0,714117
Nordeste	DMU12	1,0000000	0,818489	0,590755	0,653237
Nordeste	DMU9	1,0000000	1,0000000	0,500000	0,552883
Sudeste	DMU16	1,0000000	1,0000000	0,500000	0,552883
Sudeste	DMU15	0,977079	1,0000000	0,488539	0,54021
Nordeste	DMU11	0,235598	0,918803	0,158398	0,175151
Nordeste	DMU10	0,245938	0,955405	0,145267	0,160631
Nordeste	DMU13	0,206113	0,972961	0,116576	0,128906
Nordeste	DMU8	0,206108	1,0000000	0,103054	0,113954
Nordeste	DMU14	0,204765	1,0000000	0,102382	0,113211

Os principais resultados para a dimensão social são apresentados na Figura 3.

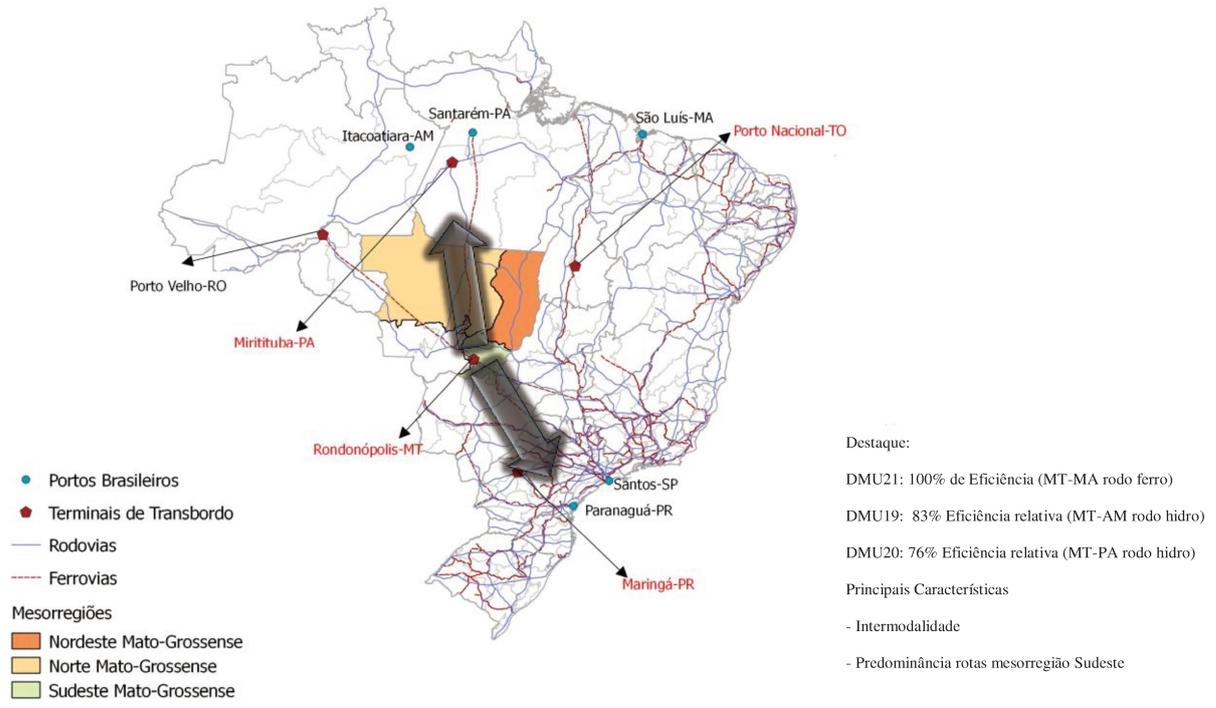


Figura 3. Destaque Dimensão Social.

Esta dimensão por utilizar variáveis relacionadas ao desenvolvimento das mesorregiões sob aspectos econômicos e sociais e ponderado pelo menor custo logístico apresentado na dimensão econômica, demonstrou pelo modelo que as DMUs/rotas considerada com melhor eficiência tiveram uma predominância por mesorregiões que apresentam algum desenvolvimento econômico e social melhor que as demais.

Em razão disso, as melhores classificações de eficiência das DMUs/rotas tiveram um domínio das mesorregiões Sudeste e Norte, tal afirmação está apoiada pelas características utilizadas para a construção das variáveis desta dimensão.

Evidencia-se que, as rotas mais eficientes nesta dimensão também estão caracterizadas pela predominância da intermodalidade no transporte de soja, possivelmente em função da eficiência econômica desta modalidade, que quando associado a um grande volume de soja produzido na mesorregião, contribui para uma economia significativa no custo final, favorecendo o reinvestimento deste recurso na própria região.

As rotas da região Norte, também apresentaram índices de eficiências altos em sua maior parte (>95%) entretanto existe um trade-off pois e uma região com altos índices de

desenvolvimento econômico e de produção em contra partida apresenta altos custos de movimentação para as commodities pela falta de rotas alternativas para escoamento eficientes, o que promoveria ainda mais para a região uma economia nos custos logísticos e favorecendo reinvestimento dos recursos na própria comunidade.

Em relação as rotas da região Nordeste apresentaram os piores índices de eficiência (<20%) em sua grande maioria, possivelmente por outros componentes como PIB e IDHM exercer uma influência maior ao invés do índice calculado para a eficiência final calculada pelo modelo.

Considerações Finais

Neste trabalho é proposto a construção de um modelo que avalie dentro do tripé da sustentabilidade a eficiência das DMUs/rotas a eficiência das rotas logísticas, através de indicador de desempenho.

O destaque com melhor índice de eficiência para as dimensões econômicas e ambiental a rota DMU16, localizada na mesorregião Sudeste Mato-Grossense, rodo ferroviária, via terminal de transbordo em Rondonópolis (MT) com destino ao Porto de Santos (SP).

É uma rota consagrada de movimentação, o fator determinante para este melhor índice se dá pelo fato da DMU/rota possuir localização privilegiada, ser limítrofe a outros estados da federação, deter alternativas de movimentação para os fluxos de exportação por diversos portos, além dos utilizados neste modelo. Quando verificado as rotas pertencentes a mesorregião Norte não apresentou índices relevantes sob estas dimensões.

Os resultados demonstram que além das rotas tradicionais de transporte para os portos do Sudeste e Sul do país, os quais se encontram em situação de saturação, nos momentos de grandes fluxos de movimentação, o modelo apresenta uma nova disposição de movimentação. A utilização de rotas alternativas acompanhado por modais que agreguem maior capacidade de escoamento (ferrovias e hidrovias) e em direção aos portos localizados no Norte do país, como Itaqui (MA) e Santarém (PA).

Entretanto, quando analisado os aspectos da eficiência para as rotas sob o ponto de vista da dimensão ambiental, o modelo prioriza DMUs/rotas mais próximas e com a utilização de terminal de transbordo, e que neste caso rotas habituais aos fluxos de exportação como (porto de Santos-SP, e Paranaguá-PR) tem um maior predomínio.

Em relação a dimensão social, as variáveis que correspondem ao desenvolvimento econômico, como PIB Ajustado tiveram impacto direto nos resultados dessa dimensão. Pelo fato que as DMUs/rotas que apresentaram melhor eficiência estão localizadas nas mesorregiões Sudeste e Norte, uma vez que possuem características que as privilegiem em relação a mesorregião Nordeste.

Por fim, os resultados apresentados neste trabalho permitem uma análise específica de acordo com o tripé da sustentabilidade na análise da eficiência das rotas logísticas de transporte no Mato Grosso, e assim possibilitar ações para o desenvolvimento eficiente e sustentável.

Outros estudos futuros podem ser feitos para complementar a análise dos resultados de cada dimensão apresentada em apenas um ranking de classificação baseados em alguns critérios para a utilização.

CONCLUSÃO GERAL

O presente trabalho destaca como a DMU/Rota mais eficiente para o transporte de soja a rota DMU16 sob a ótica do tripé da sustentabilidade. É uma rota que se diferencia das demais pela proximidade maior a terminal de transbordo e acesso a intermodalidade para o transporte até Santos(SP), neste caso com 100% de eficiência final para as dimensões econômica e ambiental. Diferentemente quando comparado a dimensão social na qual o modelo prioriza rotas com melhor desenvolvimento econômico, neste caso no Sudeste e Norte Mato-Grossense.

O trabalho atingiu seu objetivo, permitindo descrever e detalhar as principais rotas atuais utilizadas na exportação da soja do Mato Grosso, foi possível identificar os fatores limitantes para o escoamento da soja, como para DMUs/rotas localizadas no Norte a limitada oferta de terminais de transbordo, contribuiu para reduzida participação em relação as melhores DMUs/rotas com eficiência sob o ponto de vista econômico e ambiental.

Além disso, os resultados demonstraram que rotas tradicionais de transporte com destinos aos portos localizados no Sudeste e Sul do país ainda detém influencia, entretanto a utilização de rotas alternativas acompanhando por modais de transporte que agreguem maior capacidade de escoamento e utilização de portos localizados no “Arco Norte” ganham importância.

Dessa forma, a pesquisa conseguiu responder de maneira afirmativa sobre qual é o arranjo logísticos para as rotas de transporte sob a ótica da sustentabilidade.

Os objetivos do trabalho foram atendidos, e a contribuição do trabalho é uma avaliação sustentável sob o tripé da sustentabilidade das rotas de transporte e que até o momento não encontramos referências;

Com isso, evidencia-se a necessidade de investimentos, e planejamento para toda as mesorregiões que são contempladas por DMUs/rotas que exercem importância econômica, através da discussão de políticas públicas de acordo com as necessidades específicas de cada região, na qual poderia trazer grandes benefícios econômicos, aliar alternativas para o transporte de demais produtos, qualidade das vias, perdas no transportes como também medidas que atendam aspectos associados a menor emissão de poluentes, e reinvestimento de recursos na comunidade.

Referências Bibliográficas

ABIOVE. Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. Estatística. **Brasil Exportações Complexo Soja**. Disponível em < <http://www.abiove.org.br/site/index.php?pagina=estatistica&area=NC0yLTE=/>>. Acesso em: 01 set. 2017.

AMARAL, M.; ALMEIDA, M. S.; MORABITO, R. Um modelo de fluxos e localização de terminais intermodais para escoamento da soja brasileira destinada à exportação. *Gestão & Produção* (UFSCAR. Impresso), 2012.

ÂNGULO MEZA, L.; BIONDI NETO, L.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; GOMES, E. G.; COELHO, P. H. SIAD – Sistema Integrado de Apoio à Decisão: Uma Implementação Computacional de Modelos de Análise Envoltória de Dados **Relatório de Pesquisa em Engenharia de Produção**, v. 3, n. 20. Niterói: Universidade Federal Fluminense - Mestrado em Engenharia de Produção, 2003. Disponível em <http://www.producao.uff.br/rpep/relpesp_303_20.doc/>. Acesso em 01 set.2017.

ANTAQ. Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Distancias Portuárias**. Disponível em < <http://antaq.gov.br/Portal/Anuarios/Portuario2004/Tabelas/DistanciaEntrePortos.pdf/>>. Acesso em 01 jul. 2017.

ANTAQ. Agência Nacional de Transportes Aquaviários. Relatório Gerencial. Navegação interior. Frota, 2017. Disponível em < <http://web.antaq.gov.br/Portal/Frota/ConsultarFrotaGeral.aspx?tipoNav=interior>>. Acesso em 01 jul. 2017.

ANTT. Agência Nacional de Transportes Terrestres. Relatório. Idade Média dos Veículos, 2017. Disponível em < http://portal.antt.gov.br/index.php/content/view/20272/Idade_Media_dos_Veiculos.html/>. Acesso em 05.Abr. 2017.

ATLAS BRASIL. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. **Indicadores**. Disponível em < <http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/consulta/>>. Acesso em: 10.jun. 2017.

AZAMBUJA, A. M. V.; OLIVEIRA, M. S.; LIMA, M. L. P. Aplicação do Modelo de Análise de Janelas DEA em Terminais de Contêineres Brasileiros. **Journal of Transport Literature**, v. 9, n. 4, p. 25-29, 2015.

AZEVEDO, G. H. I.; ROBOREDO, M. C.; AIZEMBERG, L.; SILVEIRA, J. Q.; MELLO, J. C. C. B. S. Uso de análise envoltória de dados para mensurar eficiência temporal de rodovias federais concessionadas. **Journal of Transport Literature**, v. 6, n. 1, p. 37-56, 2012.

BANKER, R.D.; CHARNES, A.; COOPER, W.W. Some models for estimating technical scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.

BRASIL. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Hidroviás no Brasil: Perspectiva Histórica, Custos e Institucionalidade**.2014. Disponível em: < http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&id=21597/>. Acesso em 01 abr.2017. 2017e.

BRASIL. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Gargalos e Demandas da Infraestrutura Rodoviária e os Investimentos do PAC: Mapeamento de Obras Rodoviárias.2011. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1637/1/TD_1592.pdf/>. Acesso em 10 fev.2017f.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio. Brasil 2016/2017 a 2026/27**. Disponível em < <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agrone-agronegocio-2017-a-2027-versao-preliminar-25-07-17.pdf/view/>>. Acesso em 01 abr. 2017. 2017b.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Balança Comercial**. Acumulado Ano. JAN-DEZ 2016. Disponível em: < <http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/balanca-comercial-brasileira-acumulado-do-ano?layout=edit&id=2205/>>. Acesso em: 01 abr.2017. 2017a.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Comércio Exterior Alice Web**. Disponível em:< <http://aliceweb.mdic.gov/> >. Acesso em: 01 abr.2017. 2017d.

CAIXETA FILHO, J. V.; MARTINS, R. S. Evolução histórica da gestão logística do transporte de cargas. In: CAIXETA-FILHO, J.V.; MARTINS, R.S. (eds.). **Gestão Logística do Transporte e Cargas**. São Paulo: Atlas, 2001.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision-making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, p. 429-444, 1978.

CNT. Confederação Nacional do Transporte- **Entraves logísticos ao escoamento de soja e milho**. – Brasília.: CNT,.155p., 2015.Acesso em: 01 fev 2017.

CNT. Confederação Nacional dos Transportes. **Boletim Estatístico**. 2016. Brasília. Disponível em:< <http://cms.cnt.org.br/Imagens%20CNT/BOLETIM%20ESTAT%20C3%8DSTICO/BOLETIM%20ESTAT%20C3%8DSTICO%202016/Boletim%20Estat%20C3%ADstico%20-%202001%20-%202016.pdf/>>. Acesso em 01 fev.2017.

CNT. Confederação Nacional dos Transportes. **Pesquisa CNT de Ferrovias 2015**. – Brasília CNT, 2015.Acesso em:10 fev. 2017. 2015a.

CODESP Companhia Docas do Estado de São Paulo – SP. Disponível em: <http://www.portodesantos.com.br/>

CONAB Companhia Nacional de Abastecimento.SeriesHistoricas.Brasil. Disponível em:/>http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&ordem=produto&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos/>.Acesso em 10 jul.2017.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento. safra bras. grãos**, v. 12 Safra 2015/16 - Décimo Segundo levantamento. Brasília p. 1-182, setembro 2016. Disponível em:<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_09_09_15_18_32_boletim_12_setembro.pdf/>. Acesso em: 10 abr.2017. 2017a.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento. safra bras. grãos**, v. 4 Safra 2016/17 - Décimo segundo levantamento, Brasília, p. 1-158 setembro 2017. Disponível em:<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos//17_09_12_10_14_36_boletim_graos_setembro_2017.pdf/>. Acesso em: 10 abr.2017. 2017b.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Capacidade estática**. Disponível em: <<http://sisdep.conab.gov.br/capacidadeestatica/>>. Acesso em: 10 abr.2017. 2017c.

CONSTANT, R. S.; MACHADO, L. G.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B. Análise da Eficiência de Trens Metropolitanos através de um Modelo DEA Não Radial. In: XLIX Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2017, Blumenau. **Pré Anais do Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, 2017. Disponível em: <<http://www.sbpo2017.iltc.br/trabalhos-completos-dea.html>>. Acesso em 01 jul. 2017.

CUNHA, J. M. P. D. Dinâmica migratória e o processo de ocupação do Centro-Oeste brasileiro: o caso de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Estudos de População**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 87-107, jan./jun. 2006.

CRUVINEL, R. R. S.; PINTO, P. V. H.; GRANEMANN, S. R. Mensuração econômica da emissão de CO₂ da frota dos transportadores autônomos de cargas brasileiros. *Journal of Transport Literature*, vol. 6, n. 2, pp. 234-252. 2012.

DEBREU, G. *Theory of value: an axiomatic analysis of economic equilibrium*. New Haven: Yale University Press, 1959.

FARRELL, M. J. The Measurement of Productive Efficiency. **Journal of Royal Statistical Society Series A**. v. 120, n. 3, p. 253-281. 1957.

GABRIELE, P. D.; BRANDÃO, L. C., TREINTA, F. T.; MELLO, J. C. C. B. S.; CARVALHAL, R. Comparação internacional da eficiência ambiental dos modos de transporte rodoviário e ferroviário. **Journal of Transport Literature**, v. 7, n. 1, p. 212-229, 2013.

GOLANY, B.; ROLL, Y. An application Procedure dor DEA. **Omega. The International Journal of Management Science**, vol 17, n. 3 pp 237-250. 1989.

GOMES, E. G.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B. ; SOUZA, G. S.; MEZA, L. A.; MANGABEIRA, J. A. C. Efficiency and sustainability assessment for a group of farmers in the Brazilian Amazon. **Annals of Operations Research**, v. 169, p. 167-181, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em < <http://www2.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&c=1612/>> Acesso em 10 abr. 2017. 2017a.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **Produto Interno Bruto**. Disponível em < <http://www2.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&c=5938/>> Acesso em 10 abr. 2017. 2017b.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **Censos Demográficos**. Disponível em < <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/ibge/censo/cnv/ginimt.def/>>. Acesso em 10 abr. 2017. 2017c.

IMEA. Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária. **Relatório Mercados. Custos de Produção. Soja**. Disponível em: <<http://www.imea.com.br/imea-site/relatorios-mercado-detalle?c=4&s=3/>>. Acesso em 01 maio. 2017.

IPCC Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido e Nova York, NY, EUA. 2014.

LETA, F. R.; MELLO, J. C. C. B. S.; GOMES, E. G.; MEZA, L. A. Métodos de melhora de ordenação em DEA aplicados à avaliação estática de tornos mecânicos. **Investigação Operacional**, v. 25, n.2, p. 1, 2005.

OBSERVATORIO DO CLIMA. Análise da evolução das emissões de GEE no Brasil (1990-2012) setor de energia / Instituto de Energia e Meio Ambiente (Iema) – São Paulo. Disponível em <<http://www.observatoriodoclima.eco.br/analise-da-evolucao-das-emissoes-de-gee-no-brasil-1990-2012-setor-de-energia/>>. Acesso em 10 mar. 2017.

OECD-FAO. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Perspectivas Agrícolas 2015-2024. **Capítulo 2**.

Agricultura brasileira: perspectivas e desafios pg.64.Paris.Disponível em :http://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2015_agr_outlook-2015-en/. Acesso em: 05 fev.2017.

OLIVEIRA, A. L. R. **A logística do agronegócio: para além do “apagão logístico**. In: O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. **Capítulo 6**. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

OLIVEIRA, A. L. R.; CICOLIN, L. Evaluating the logistics performance of Brazil's corn exports: a proposal of indicators. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11 n. 8, p. 693-700, 2016.

PINHEIRO, M. A.; CAIXETA FILHO, J. V. O escoamento da soja em grão do Mato Grosso para exportação pelos portos de Santos, Paranaguá e Itaquí: Uma aplicação de programação linear. In: XLVIII CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL. Campo Grande: 2010. **Apresentação Oral, Comercialização, Mercados e Preços**. 2010.Disponível em:<www.sober.org/palestra/15/307.pdf>. Acesso em 01 jun. 2017.

RAMOS, T. G.; ALVES, A. M.; CALDAS, M. A. F.; MELLO, J. C. S.; PEREIRA, E. R. Um modelo híbrido incorporando preferências declaradas e envoltória de dados aplicado ao transporte de cargas no Brasil. **Journal of Transport Literature**, v. 10, n. 1, 10-14., 2016.

REIS, J. C.; SACRAMENTO, K. T.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; ANGULO MEZA, L. Avaliação de eficiência das ferrovias brasileiras: Uma aplicação do método multicritério para seleção de variáveis em DEA e representação Gráfica bidimensional. **Espacios**, v. 38 n. 14, p. 15, 2017.

REVISTA FERROVIÁRIA: Estudo de Mercado. Frota nacional ganha 149 locomotivas.DEZ-JAN 2013. Disponível em:<<http://www.revistaferroviaria.com.br/upload/Todas%20as%20Locomotivas%202012.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

SEEG. Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa. **Documento de Análise. Evolução das Emissões de gases de efeito estufa no Brasil (1990-2013)** Setor de Energia e processos industriais.pg.20.2015. Acesso em 10 jul 2017.

SIFRECA. Sistema de Informações de Fretes. Fretes Rodoviários e Ferroviários – Soja 2016. Disponível em: <<http://sifreca.esalq.usp.br/sifreca/pt/index.php>>. Acesso em: Set 2017.

SILVA, R. J. M.; ANDRADE, P. F. L.; BARTHOLOMEU, D. B.; CUNHA, C. B. Potencial de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa através de Intermodalidade no Transporte de Soja. In: XXVIII Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET, 2014, Curitiba. **Anais Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET**, 2014. Disponível em: <<http://www.anpet.org.br/xxviii/anpet/anais/documents/AC292.PDF/>>. Acesso em 10 jul.2017.

SILVEIRA, J. M. F. J.; **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 1182 p.

SOARES DE MELLO, J. C. C. B; MEZA, L. A.; GOMES, E. G. & BIONI NETO, L. Curso de Análise de Envoltória de Dados, In: XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO). Gramado, 2005. **Anais XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO)**, 2005.

USDA. United States Department of Agriculture. **Commodities and Products**. Disponível em: <<http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf/>>. Acesso em 01 maio. 2017.