

ESTUDO DE CASO: ESCOLHA DO SISTEMA MODAL PARA O ESCOAMENTO DA SOJA COM ORIGEM EM LUCAS DO RIO VERDE (MT) E DESTINO NO PORTO DE SANTOS (SP) MINIMIZANDO OS IMPACTOS AMBIENTAIS

Carolinne de Moraes Gonçalves

Maria Helena Stagi Hossmann

Tássia Faria de Assis

Marcelo de Miranda Reis

José Carlos Cesar Amorim

Instituto Militar de Engenharia –IME

RESUMO

Este artigo visa apresentar os resultados do emprego de um estudo de caso para o escoamento da soja pelo município de Lucas do Rio Verde no Mato Grosso, conhecido como centro de distribuição do grão, com destino porto de Santos em São Paulo. A soja tem grande importância econômica para o país e tem necessidade de rápido escoamento. Um dos principais meios de transporte utilizado é o rodoviário e enfrenta uma série de problemas como trânsitos intensos e alta emissão de gases e uso de combustíveis. O modal ferroviário tem como característica alto volume de carga e seguir longos trajetos. O transporte para o escoamento gera principalmente impactos ambientais que podem ser emitidos em proporções diferentes dependendo do sistema de transporte utilizado.

ABSTRACT

This article presents the results of the use of a case study for the transportation of soybeans by the municipality of Lucas do Rio Verde in Mato Grosso known as distribution center of the grain, with destination port of Santos in Sao Paulo. Soy has great economic importance for the country and is in need of fast flowing. One of the main means of transport is by road and faces a number of problems such as transits intense and high greenhouse gas emissions and fuel use. The railroad is characterized by high volume and load following long commutes. Transportation to the flow primarily generates environmental impacts may be issued in different proportions depending on the transport system used.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a EMBRAPA (2011), o Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, atrás apenas dos EUA. Produz cerca de 75 milhões de toneladas da oleaginosa, tendo o estado de Mato Grosso como principal produtor, com 20,4 milhões de toneladas. As principais cidades produtoras são: Sorriso, Sapezal, Nova Mutum, Campo Novo do Parecis, Diamantino, Nova Ubiratã. Lucas do Rio Verde, Querência, Primavera do Leste, Itiquira, Ipiranga do Norte, Campo Verde e Campos de Júlio.

Sabendo a importância que a soja tem no mercado nacional e internacional, é necessário que seu escoamento seja o mais rápido possível, além de minimizar qualquer impacto no meio ambiente. Atualmente a produção é escoada até os portos em sua grande maioria por rodovias, muitas delas em péssimo estado de conservação. Ocorre, principalmente, entre os meses de janeiro e maio, época da colheita. Em Mato Grosso, a BR-163 é a principal rota da soja em direção ao Porto de Santos, localizado no litoral do estado de São Paulo e um dos mais importantes portos do Brasil.

Para o desenvolvimento desse artigo, escolhemos a cidade de Lucas de Rio Verde por sua importância na produção da soja no Mato Grosso. Desta localidade partem rotas para os

portos de Santarém-PA, Santos-SP, Vitória-ES e Paranaguá-PR, utilizando tanto a rodovia, quanto a ferrovia e hidrovia.

Será feito um estudo de caso para o trajeto Lucas do Rio Verde x Santos, analisando as rotas que escoam a produção de soja, atualmente feitas por rodovias e pela integração rodovia-ferrovia. O objetivo é fazer um comparativo entre as trajetórias utilizadas e os impactos ambientais que elas acarretam, propondo novas alternativas minimizadoras.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A importância da soja para o Brasil e para o estado do Mato Grosso

A soja é a espécie vegetal de maior importância para a exportação de grãos brasileira, tanto que ela coloca o país em segundo lugar entre os produtores mundiais da oleaginosa (EMBRAPA, 2011). De acordo com o IMEA (2013), a época de plantio ocorre entre setembro a novembro e a de colheita entre janeiro e abril.

Na década de 50, houve um incentivo do governo em produzir a soja juntamente com a cultura do trigo. Graças a isso, o país se firmou como produtor do grão a partir da década de 70 (LAVORENTE, 2011).

Inicialmente a cultura fixou-se na região sul entre as décadas de 50 e 60 para posteriormente ser implantada na região centro-oeste, entre as décadas de 80 e 90. Alguns fatores foram importantes para que isso acontecesse:

- semelhança do ecossistema do sul do Brasil com aquele predominante no sul dos EUA, favorecendo o êxito na transferência e adoção de variedades e outras tecnologias de produção;
- estabelecimento da “Operação Tatu” no RS, em meados dos anos 60, cujo programa promoveu a calagem e a correção da fertilidade dos solos, favorecendo o cultivo da soja naquele estado, então o grande produtor nacional da oleaginosa;
- incentivos fiscais disponibilizados aos produtores de trigo no anos 50, 60 e 70 beneficiaram igualmente a cultura da soja, que utiliza, no verão, a mesma área, mão de obra e maquinaria do trigo cultivado no inverno;
- mercado internacional em alta, principalmente em meados dos anos 70, em resposta à frustração da safra de grãos na Rússia e China, assim como da pesca da anchova no Peru, cuja farinha era amplamente utilizada como componente proteico na fabricação de rações para animais, para que os fabricantes do produto passaram a utilizar-se do farelo de soja;
- substituição das gorduras animais (banha e manteiga) por óleos vegetais, mais saudáveis ao consumo humano;
- estabelecimento de um importante parque industrial de processamento de soja, de máquinas e de insumos agrícolas, em contrapartida aos incentivos fiscais do governo, disponibilizados tanto para o incremento da produção, quanto para o estabelecimento de agro-indústrias;
- facilidades de mecanização total da cultura;
- surgimento de um sistema cooperativista dinâmico e eficiente, que apoiou fortemente a produção, a industrialização e a comercialização das safras;

- estabelecimento de uma bem articulada rede de pesquisa de soja envolvendo os poderes públicos federal e estadual, apoiada financeiramente pela indústria privada (Swift, Anderson Clayton, Samrig, etc.); e
- melhorias nos sistemas viário, portuário e de comunicações, facilitando e agilizando o transporte e as exportações;
- construção de Brasília na região, determinando uma série de melhorias na infra-estrutura regional, principalmente vias de acesso, comunicações e urbanização;
- incentivos fiscais disponibilizados para a abertura de novas áreas de produção agrícola, assim como para a aquisição de máquinas e construção de silos e armazéns;
- estabelecimento de agro-indústrias na região, estimuladas pelos mesmos incentivos fiscais disponibilizados para a ampliação da fronteira agrícola;
- baixo valor da terra na região, comparado ao da Região Sul, nas décadas de 1960/70/80;
- desenvolvimento de um bem sucedido pacote tecnológico para a produção de soja na região, com destaque para as novas cultivares adaptadas à condição de baixa latitude da região;
- topografia altamente favorável à mecanização, favorecendo o uso de máquinas e equipamentos de grande porte, o que propicia economia de mão de obra e maior rendimento nas operações de preparo do solo, tratamentos culturais e colheita;
- boas condições físicas dos solos da região, facilitando as operações da maquinaria agrícola e compensando, parcialmente, as desfavoráveis características químicas desses solos;
- melhorias no sistema de transporte da produção regional, com o estabelecimento de corredores de exportação, utilizando articuladamente rodovias, ferrovias e hidrovias;
- bom nível econômico e tecnológico dos produtores de soja da região, oriundos, em sua maioria, da Região Sul, onde cultivavam soja com sucesso previamente à sua fixação na região tropical; e
- regime pluviométrico da região altamente favorável aos cultivos de verão, em contraste com os frequentes veranicos ocorrentes na Região Sul, destacadamente no RS (EMBRAPA, 2004).

Nos dias atuais, o principal estado produtor é o Mato Grosso, destacando-se os municípios de Sorriso, Primavera do Leste e Sapezal. A soja que sai do estado segue para o exterior através dos portos de Santos-SP, Manaus-AM, Paranaguá-PR, Santarém-PA, Vitória-ES e São Francisco do Sul-SC (LAVORENTE, 2011).

2.2. Modais de transporte utilizados para o escoamento da produção

A produção de soja, assim como de outros grãos, é transportada através de rodovia, hidrovias ou ferrovia.

O transporte rodoviário é o mais utilizado no país, como o principal meio de transporte de cargas. De baixo custo de manutenção e maior flexibilidade em relação aos outros modais, esse modal de transporte é deficiente em relação à quantidade de carga transportada, indicado para distâncias curtas e conexões multimodais – rodo-ferroviário e rodo-hidroviário. Por transportar menos, é necessário um grande número de veículos para atender a demanda, ocasionado um maior gasto de combustível (CORREA; RAMOS 2010; LAVORENTE, 2011).

O modal ferroviário é indicado para o transporte de cargas volumosas percorrendo grandes distâncias. Com alto custo de manutenção, faz com que sua infraestrutura seja deficitária no país, tornando uma opção menos frequente para transporte de soja da Região Centro-Oeste. Ainda assim em relação aos impactos ambientais, esse modal contribui menos do que o rodoviário (CORREA; RAMOS 2010).

O transporte hidroviário é o menos utilizado no Brasil e o é o que mais beneficia o transporte de cargas. Transportam grande quantidade de carga ao longo de grande percurso com baixo uso de combustível, sendo o que menos polui entre os modais mais utilizados para transportar cargas (LAVORENTE, 2011).

2.3. Os impactos ambientais ocasionados pelos modais de transporte

Conforme Resolução Conama nº 001/86, o impacto ambiental é definido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986).

O transporte de cargas é considerado um dos setores que emitem mais gases contribuintes com o efeito estufa em nosso país. O modal rodoviário é o principal emissor. Os combustíveis utilizados pelos veículos emitem óxido de nitrogênio e monóxido de carbono, capazes de provocar a chuva ácida e causar prejuízos ao sistema respiratório. (GONÇALVES; MARTINS 2009).

O modal ferroviário também contribui com a poluição do ar, porém de maneira reduzida em relação ao modal rodoviário. Além disso, deve-se levar em consideração a emissão de ruídos pelos trens, pois apesar de serem altos não causam o mesmo impacto do que uma rodovia. (CRUZ, 2004)

Para o transporte hidroviário, além de consideramos a poluição atmosférica, devemos destacar outros mais relevantes como: implantação, operação e área de influência indireta. De todos os modais utilizados para transportar carga, o modal aquaviário é o que gera menor impacto no meio ambiente (SANTANA; TACHIBANA 2004).

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para o trabalho proposto é o estudo de caso, porque visa proporcionar certa vivência da realidade, tendo por base a discussão, a análise e a busca de solução de um determinado problema extraído da vida real.

Os resultados do trabalho foram alcançados através de análise de dados obtidos por fontes da internet, artigos científicos, legislação e notícias publicadas em revistas e jornais relacionados ao tema.

4. ESTUDO DE CASO

4.1. Formulação e delimitação do problema

O transporte de soja pode ser realizado por meio de diferentes modais, rotas, para diferentes destinos acarretando uma série de impactos. Há meios utilizados que podem causar impactos menores, porém, precisa ser analisada a existência ou potencial de infraestrutura e mobilidade que os possibilitem.

Este estudo tem sido realizado com intuito de contribuir para a eficiência da tomada de decisão no processo de seleção do modal de transporte onde consiste na escolha da alternativa com melhor resultado sobre os impactos.

Neste Estudo de Caso analisamos a trajetória da soja com origem no município de Lucas do Rio Verde em Mato Grosso com destino ao Porto de Santos em São Paulo em dois diferentes modais e integração como indicado pelas figuras 1 e 2, por ser conhecido com distribuidor do grão devido a sua localização estratégica entre grandes municípios produtores e ser sugestivo a integrações entre modais incluindo também o hidroviário.

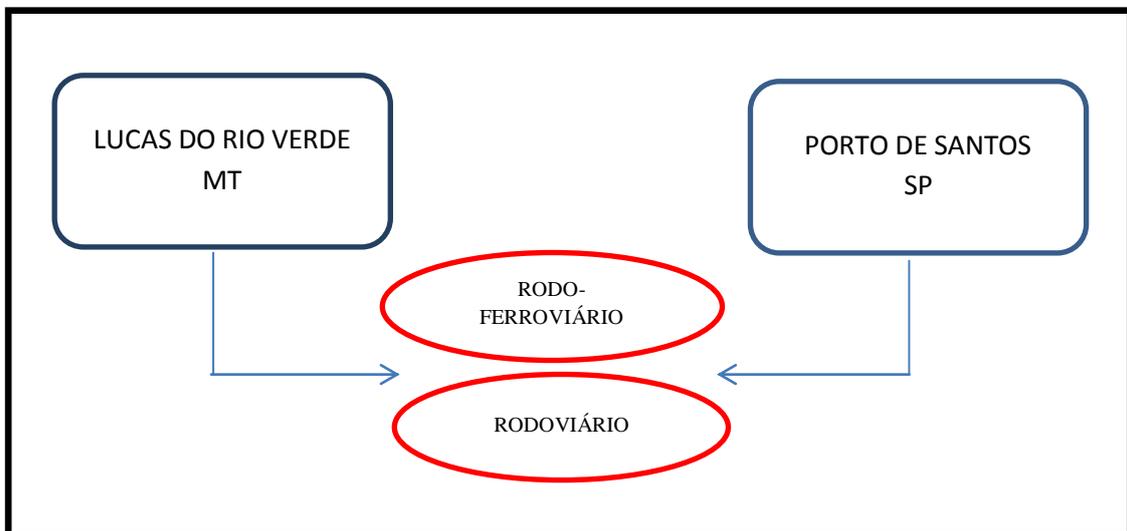


Figura 1: Sistemas de modais utilizados atualmente.

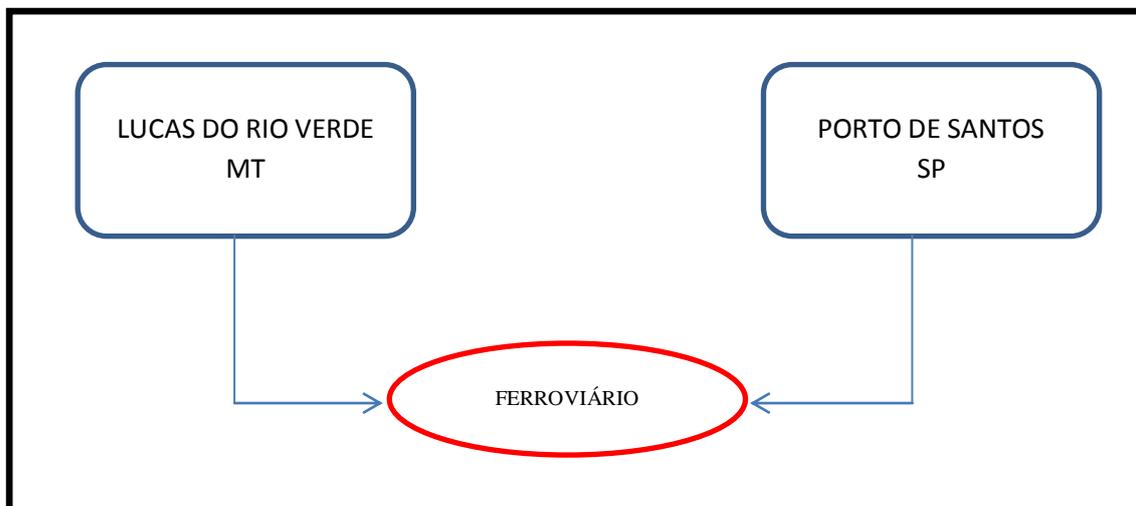


Figura 2: Sistema modal com potencial de uso.

O percurso rodoviário foi baseado principalmente na BR 163 e BR 364, o rodo-ferroviário teve origem em Lucas do Rio Verde até Alto do Araguaia pela BR 163 no modal rodoviário, deste ponto em diante pelo modal ferroviário pela Ferronorte em Mato Grosso e Ferroban em São Paulo, e como potencialidade após extensão ferroviária do Alto do Araguaia até o município de Lucas do Rio Verde é proposto como alternativa o uso total do modal ferroviário pela Ferronorte e Ferroban.

Com base no GOOGLE MAPS (2013) e NORTE COMPETITIVO (2011), a distância percorrida pelos modais rodoviário, ferroviário e a integração modal rodo-ferroviário foram estimadas, e estão representadas pela tabela 1.

Tabela 1: Distância percorrida pelos sistemas de transporte.

Rodoviário (Km)	Rodo-Ferroviário (Km)	Ferroviário (Km)
2093	2083	1925

Fonte: Norte Competitivo (2011).

Para analisar os impactos principalmente ambientais ocasionados pelos modais e a integração há a realização de um comparativo, onde as variáveis observadas são: emissão de CO₂, consumo de combustível, capacidade de carga, e tempo médio de viagem nas opções de modais escolhidas. Os valores das variáveis podem ser observados na tabela 2.

Tabela 2: Valores referentes as variáveis utilizadas para análise

Modal/Variável	Emissão de CO₂ (Kg/1000 TKU)	Consumo de Combustível (L/1000 TKU)	Capacidade de Carga (Ton)	Velocidade média (Km/h)
Rodoviário	116	96	35	80
Ferroviário	34	10	70	25

Fonte: Ministério do Transporte, elaborado pelos autores.

Como referência para capacidade de carga em termos comparativos para 86 vagões no sistema ferroviário são necessárias 172 carretas no sistema rodoviário.

A estimativa de produção de soja da safra 2012/2013 esta explicitada na tabela 3, para melhor detalhar a quantidade da carga transportada. Por meio de pesquisa em outras fontes foi estimado que cerca de 50% da produção é escoada pelo Porto de Santos.

Tabela 3: Plantio e Colheita de soja Lucas do Rio Verde (MT) safra 2012/2013

Área Plantada (ha)	Produtividade (Kg/ha)	Produção (Ton)
266.389	3000	799.167

Fonte: IMEA, elaborada pelos autores.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No comparativo entre os sistemas modais e a integração atual e em potencial com base nos dados das tabelas 1 e 2, realizasse a análise da emissão de CO₂, consumo de combustível, e o tempo médio de viagem. Estes resultados podem ser observados nas tabelas 4 e 5.

Tabela 4: Análise das variáveis para o sistema de transporte atualmente utilizado.

Modal/Variável	Emissão de CO ₂ (Kg/ T)	Consumo de Combustível (L/ T)	Tempo médio de viagem (h)
Rodoviário	242,8	200,9	26
Rodo-Ferrovário	148,7	102,5	57,2

Tabela 5: Análise das variáveis para o sistema de transporte em potencial.

Modal/Variável	Emissão de CO ₂ (Kg/ T)	Consumo de Combustível (L/ T)	Tempo médio de viagem (h)
Ferrovário	65,5	19,3	77

Os valores acima demonstram que a emissão de CO₂ diminui a medida que o sistema rodoviário passa a ser integrado a outro modal, e quando há uso total deste outro modal. Comparando os dados com os valores do modal rodoviário pode-se observar que na integração houve queda de emissão em torno de 39%, e no uso total de ferrovias a queda passa a ficar em torno de 73%.

No consumo de combustível ocorre a mesma relação, onde no sistema de integração a queda do consumo apresenta aproximadamente 49%, e no uso total de outro modal uma queda aproximada de 90%.

O tempo médio de viagem calculado foi estimado a partir da distancia percorrida e da velocidade média, porém, há entraves que modificam consideravelmente esta situação. No modal rodoviário, como previsto na lei nº 12.619/2012, os caminhoneiros tem tempo de descanso de trinta minutos a cada quatro horas de viagem que nem sempre cumprem, enfrentam trânsito, grandes filas provocadas pelos atrasos nos embarques e estradas em más condições de conservação que reduzem a velocidade e aumenta o tempo médio de viagem. Um percurso que duraria um dia e meio passa a durar até quatro dias. A infraestrutura das estradas não comporta o volume de veículos principalmente caminhões durante o período de safra. Na integração rodo-ferroviária ocorre dois transbordos, além de enfrentar o mesmo problema do modal rodoviário na estrada até Alto do Araguaia, o que aumenta o tempo médio de viagem. No modal ferroviário com extensão da malha ferroviária o tempo tende a variar menos, pois não enfrenta o problema de transito, porém pode ocorrer fila para carga e descarga e encontrar trechos com uso de transporte de passageiros e ter que dividir o tempo de utilização da via.

A quantidade de modais para a capacidade de carga (tabelas 1 e 2) com base na produção (tabela 3), neste estudo de caso tem previsão de 50% de escoamento para o destino proposto e pode ser observado na tabela 6.

Tabela 6: Quantidade de modais necessários para o transporte de carga

Quantidade de transporte (unidade)			
Rodoviário	Rodo-Ferroviário		Ferroviário (vagão)
	Rodoviário	Ferroviário (vagão)	
11.417	11.417	5.708	5.708

No sistema rodoviário o número de carretas utilizadas para o escoamento da soja é o dobro do número de vagões necessários, além disso, um trem acomoda cerca de 80 vagões o que diminui ainda mais o número de viagens, o que acarreta menos emissão de CO₂, consumo de combustível, menos gastos com frete, devido ao menor número de viagens. O que justifica o investimento na ampliação do trecho ferroviário, o custo inicial passa a ser recompensado a longo prazo.

O modal ferroviário, embora ainda seja um potencial, por inúmeros motivos demonstra ser um meio mais favorável ao escoamento da soja, mesmo que para sua implantação entre os municípios Alto Araguaia e Lucas do Rio Verde cause impactos negativos como geração de resíduos e interferência com as comunidades, que são amenizados com o término da implantação. Depois de implantado os impactos negativos amenizam e surgem alguns impactos positivos como desenvolvimento das cadeias produtivas existentes e potenciais, diminuição do tráfego e conservação das rodovias existentes.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No estudo de caso observou-se que com a implantação da extensão da malha ferroviária do município de Alto Araguaia a Lucas do Rio Verde em Mato Grosso a redução de emissão de CO₂, consumo de combustível e o número de viagens são bastante significativos o que ameniza os impactos atualmente gerados pelo uso em maior proporção do sistema rodoviário.

Em consequência do uso do modal ferroviário mesmo em sistema de integração alivia a formação de tráfego e proporciona melhores condições para a movimentação dos veículos na cidade portuária de Santos.

Com base no estudo proposto e as circunstâncias em que o sistema de transporte e a situação atual do escoamento da safra de soja se encontram, é de extrema importância realizar outros estudos sobre sistema de integração com outros modais como o hidroviário em possíveis rotas viáveis para minimizar inúmeros impactos negativos, e permitir o acesso a um sistema que proporcione maior competitividade para o setor que se encontra com vários gargalos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL (1986). Resolução Conama nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 fev. 1986, p. 2548-2549.
- BRASIL (2012). Lei nº 12.619, de 30 de abril de 2012. Dispõe sobre o exercício da profissão de motorista; altera a Consolidação das Leis de Trabalho – CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e as Leis nºs 9.503, de 23 de setembro de 1997, 10.233, de 5 de junho de 2001, 11.079, de 30 de dezembro de 2004, e 12.023, de 27 de agosto de 2009, para regular e disciplinar a jornada de trabalho e o tempo de direção do motorista profissional; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 2 de mai. 2012. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12619.htm>. Acesso em: 15 mai. 2013

- CORREA, Vivian Helena Capacle; RAMOS, Pedro (2010). A Precariedade do Transporte Rodoviário Brasileiro para o Escoamento da Produção de Soja do Centro-Oeste: situação e perspectivas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 48, n. 2, p. 447-472.
- CRUZ, Isolina (2004). **Gestão Ambiental da Operação de Transporte Ferroviário de Carga**. Rio de Janeiro, 2004. 115f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes), Instituto Militar de Engenharia.
- EMBRAPA (2004). **Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil**. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>>. Acesso em: 08 mai. 2013.
- EMBRAPA (2011). **Soja em números (safra 2010/2011)**. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?cod_pai=2&op_page=294>. Acesso em: 08 mai. 2013.
- GONÇALVES, José Manoel Ferreira; MARTINS, Gilberto (2009). Raio X da Produção, Investimento e Participação dos Modais de Transportes. **Engenharia**, São Paulo, n. 591, p. 136-141.
- GOOGLE MAPS (2013). Disponível em: <<https://maps.google.com.br>>.
- IMEA (2013). **Informe Plantio**. Disponível em: <<http://www.imea.com.br/>>. Acesso em: 07 mai. 2013.
- LAVORENTE, Gabriela Basseti (2011). **Caracterização das Vias de Exportação de Soja do Estado do Mato Grosso**. Piracicaba, SP. Originalmente apresentado como trabalho de iniciação científica, Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://esalqlog.esalq.usp.br/files/biblioteca/arquivo3871.PDF>>. Acesso em: 07 mai. 2013.
- MACROLOGÍSTICA CONSULTORIA (2010). Projeto Norte Competitivo. In: **II Fórum Estadual sobre a Infraestrutura dos Transportes em Mato Grosso**, 2010, Cuiabá.
- SANTANA, Walter Aloisio; TACHIBANA, Toshi-ichi (2004). Caracterização dos Elementos de um Projeto Hidroviário, Vantagens, Aspectos e Impactos Ambientais para a Proposição de Metodologias Técnicos-Ambientais para o Desenvolvimento do Transporte Comercial de Cargas nas Hidrovias Brasileiras. **ENGEVISTA – Revista da Escola de Engenharia da UFF**, Niterói, v. 6, n. 3, p. 75-85.

Carolinne de Moraes Gonçalves (carolinneuff@gmail.com)

Maria Helena Stagi Hossmann (mhstagi@hotmail.com)

Tássia Faria de Assis (tassiafa@hotmail.com)

José Carlos César Amorim (jcamorim@ime.eb.br)

Marcelo de Miranda Reis (marceloreis@ime.eb.br)