

REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE CO₂ POR MEIO DA LOGÍSTICA COLABORATIVA: UMA ANÁLISE DO TRANSPORTE DE SOJA E FERTILIZANTES NOS PORTOS DE SANTOS E PARANAGUÁ

Rodrigo Duarte Soliani - rdsoliani@hotmail.com
Murilo Daniel de Mello Innocentini - muriloinnocentini@yahoo.com.br
Mariana Coralina do Carmo - mari.coralina@gmail.com

* Submissão em: 06/09/2019 | Aceito em: 04/12/2019

RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo investigar a utilização da logística colaborativa entre as operações de exportação de soja e importação de fertilizantes nos principais corredores logísticos do estado de Mato Grosso para os portos de Santos e Paranaguá, visando identificar e analisar os impactos ambientais dessa prática. Para tanto, foram analisados dois cenários, sendo eles: base e ideal. No cenário ideal, toda a carga de fertilizante importado participa da logística colaborativa. Já o cenário base foi definido por meio da aplicação de um questionário junto a 96 motoristas atuantes nos portos estudados. Comparando-se o cenário base com o cenário ideal, observa-se a potencial redução da emissão de CO₂ de aproximadamente 4.480.309,03 toneladas durante o ano de 2018.

Palavras-chaves: Logística Colaborativa. Commodities Agrícolas. Redução na Emissão de GEE.

REDUCTION OF CO₂ EMISSIONS THROUGH COLLABORATIVE LOGISTICS: AN ANALYSIS OF THE TRANSPORT OF SOY AND FERTILIZERS AT SANTOS AND PARANAGUÁ PORTS

ABSTRACT

This research aims to investigate the use of collaborative logistics between soy export and fertilizer import operations in the main logistics corridors of the state of Mato Grosso to the ports of Santos and Paranaguá, aiming to identify and analyze the environmental impacts of this practice. Therefore, two scenarios were analyzed, being: base and ideal. In the ideal the entire imported fertilizer load participates in collaborative logistics. The base scenario was defined by applying a questionnaire to 96 drivers working in the ports studied. Comparing the base scenario with the ideal scenario, one observes the potential reduction in CO₂ emissions of approximately 4,480,309.03 kg during 2018.

Key Words: Collaborative Logistics. Agricultural Commodities. GHG Emission Reduction.

1 INTRODUÇÃO

Cada vez mais o cenário econômico tem sido definido por ações de um mercado globalizado, com intensidade das organizações na valorização da competitividade, do maior avanço tecnológico, da ampliação das ofertas de produtos e serviços indicados a suprir as necessidades e desejos dos consumidores. Essa situação reflete em uma dinâmica de cobrança quanto ao trabalho em conjunto, no sentido de colaboração das empresas envolvidas na cadeia de suprimentos para elevar o nível de desenvolvimento humano, social e ambiental (VITORINO FILHO *et al.*, 2016).

A expansão dos mercados intercontinentais e a elevação da concorrência tem impulsionado as companhias a migrarem dos trabalhos puros e exclusivos particulares, avançando seus limites para uma atuação de parcerias com outras organizações, repercutindo assim em significativa flexibilidade para potencializar a competitividade e atingir interesses em comum. Essa visão é entendida como colaboração e evidência, portanto, um instrumento capaz de proporcionar vantagem competitiva e possibilitar que todos os negócios conjugados das empresas prevaleçam e prosperem, pois apresenta benefícios como a redução de custos, flexibilização operacional, precisão de previsões, entre outros (FERREIRA; FERREIRA; PALHARES, 2015).

Um fator de sustentabilidade nas cadeias de suprimentos é o transporte. Na maioria dos países desenvolvidos, o transporte rodoviário é o principal modo de transporte; portanto, representa uma parte significativa do impacto ambiental global da logística. Assim, otimizar o uso dos veículos é uma melhoria muito eficaz visando a sustentabilidade, criando tanto benefícios ambientais quanto econômicos (MCKINNON; BROWNE; WHITEING, 2012).

Destaca-se, assim, a participação da logística que empreende ações, sob forte desafio, para constituir novos conceitos e estratégias que, de modo simples ou arrojados, procuram atender as demandas dos clientes com valores atraentes e integrados à realidade de mercado. Esse procedimento tem como objetivo disponibilizar produtos e serviços de elevada qualidade e custo acessível (BULLER, 2012).

Os resultados ambientais advindos da melhor utilização de veículos estão reduzindo as emissões de gases de efeito estufa (GEE), os níveis de tráfego, o ruído e também o congestionamento urbano. O compartilhamento de veículos, como forma de realizar o

transporte colaborativo, pode aumentar a taxa de utilização dos caminhões, reduzindo o número de viagens que um veículo realizaria vazio, gerando vantagens ambientais (MCKINNON; BROWNE; WHITEING, 2012).

É nesse contexto que surge a Logística Colaborativa que, pela essência de seu fundamento, representa a colaboração entre os parceiros da cadeia logística (fornecedores, cliente, consumidores ou outros participantes). Todos envolvidos trabalham e colaboram com o projeto ou serviço em pauta. Trata-se de um desempenho conjunto, caracterizado pelo alto grau de comprometimento formalizado entre todos os integrantes, transparecendo sempre o objetivo maior de ser eficaz nas ações executadas, mitigando as perdas e otimizando os recursos utilizados (BOWERSOX *et al.*, 2014).

Como recorte de pesquisa, esta investigação busca a analisar a utilização da logística colaborativa nos portos brasileiros de Santos e Paranaguá, maior porto exportador de soja e maior importador de fertilizantes, respectivamente, de modo a comparar e investigar as possibilidades e oportunidades de utilização dessa prática, visando também quantificar os impactos em termos de emissão de gases poluentes.

Dada a importância do setor de transporte nas emissões de gases de efeito estufa e a possibilidade de aplicar o conceito de logística colaborativa buscando reduzir as emissões de CO₂ e do custo de transporte, o propósito desta pesquisa é estimar os benefícios ambientais, com enfoque na redução do consumo de combustíveis fósseis e das emissões de gases de efeito estufa, a partir da colaboração logística entre os fluxos de exportação pelos portos de Santos e Paranaguá da soja produzida no estado do Mato Grosso e importação de fertilizantes pelos mesmos portos com destino ao estado matogrossense, implicando assim na otimização do uso dos veículos empregados na operação. Para tanto, é avaliada a hipótese que a colaboração entre estes dois fluxos de produtos possibilitaria ganhos ambientais gerados a partir da redução de gases de efeito estufa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 LOGÍSTICA COLABORATIVA

A Logística Colaborativa, dentre suas propostas de atuação, busca empreender ações para diminuir os custos do processo no sentido de reduzir o preço final do produto. Por este

aspecto, é preciso que ocorra o compartilhamento de informações, conhecimentos, competências e tecnologias entre as companhias para elevar sua competitividade frente à concorrência. Assim, a colaboração, em sua prática, é considerada um tema de elevada complexidade em função da blindagem que as empresas sustentam devido à desconfiança e foco em obter vantagem competitiva (SILVA; MACOWSKI; BARROS; PRADO, 2013).

A logística apresenta notável relevância no cenário atual, em especial, no contexto das grandes organizações, quando se refere aos benefícios da gestão da logística, a fim de gerar redução nos custos e no tempo das movimentações de materiais, e consequente aumento do lucro total (BOWERSOX *et al.*, 2013).

De maneira geral, a Logística Colaborativa atua no sentido de estabelecer vínculo de ajuda mútua entre fornecedores, clientes e outros participantes da cadeia logística. Assim, age na integração dos processos com o uso de tecnologias da informação e comunicação, para desenvolver estratégias e planos de trabalhos conjuntos, visando dispor aos clientes produtos mais qualificados e serviços agregados. Trata-se de uma situação que favorece os participantes por meio da troca de informações e compartilhamento de recursos físicos, sistêmicos e humanos (SILVA; BARROS; PRADO, 2013).

Portanto, a Logística Colaborativa destaca-se como uma concepção diferente de atuação das organizações, seja pelo modo de desempenho das atividades em que a união de forças potencializa a competitividade, como fortalecendo a cadeia de suprimentos, de maneira a disponibilizar aos consumidores vantagens pela agregação de valor aos produtos. Esta situação consiste em oportunizar benefícios a todos que participam do processo logístico, no entanto, é necessário que ocorra um alinhamento dos propósitos estratégicos junto aos parceiros para que se alcance sucesso.

Nesse contexto, a logística de transporte representa um aspecto estratégico, com o intuito de avaliar o valor agregado na aplicação de cada modal de transporte na movimentação de carga, analisando a confiabilidade, a composição de custos e realizando as adequações necessárias ao objetivo da logística da empresa. Para tanto, é importante a formulação de estratégias de otimização do transporte, refletindo em economia e diminuição dos valores finais do produto (BASSAN; WITTMANN; LORENZI JUNIOR, 2018).

O Transporte Colaborativo tem o foco para a consolidação da carga, procurando concentrar diversos produtos de variados fornecedores que fazem uso da mesma rota, reduzindo a movimentação do veículo com capacidade ociosa. O propósito que move a otimização do espaço no veículo é conseguir taxas de transporte mais interessantes por meio de um melhor aproveitamento da capacidade do equipamento. O conceito de consolidação vem de vários anos e as práticas são intensamente empregadas no processo de transporte (FERREIRA; FERREIRA; PALHARES, 2015).

2.2 PANORAMA E PERSPECTIVAS DA SOJA E FERTILIZANTES NO BRASIL

O crescimento das exportações de soja nos últimos anos e também sua conquista como principal produto agrícola brasileiro, somado à distância das áreas de plantio aos portos, destacam-se os desafios ao analisar os principais problemas logísticos encontrados no fluxo da soja brasileira para o mercado externo (LOPES; FERREIRA; LIMA, 2015).

O transporte pelas rodovias, mesmo tendo sua predominância no cenário atual, revela em sua infraestrutura dificuldades provenientes de ineficiências no planejamento, na execução e na manutenção. Analisando as estatísticas do transporte de cargas no Brasil, apresentadas no Anuário CNT do Transporte (2017), pode-se identificar que a qualidade e o crescimento da malha rodoviária brasileira não acompanham a demanda de infraestrutura para o escoamento da produção do país, nem para o deslocamento de pessoas.

Ao analisar o panorama de soja no Brasil, nota-se que o país é o principal exportador e o segundo maior produtor mundial, ficando atrás somente dos EUA. O cultivo da soja está presente em todas as regiões do país, porém com maior representatividade no Centro-Oeste, que detém aproximadamente 50% da produção nacional, sendo o estado do Mato Grosso o maior produtor, seguido pelo Paraná e Rio Grande do Sul (COÊLHO, 2018).

A produção de soja no Nordeste ocorre nos cerrados devido à topografia plana e pouco ondulada, o que contribui para a mecanização, e também pelo valor da terra ser menor, fatores que estimularam a migração dos produtores em busca novas oportunidades frente às áreas já definidas. A localização geográfica privilegiada para se chegar aos portos também favoreceu a expansão para esta região (BRAINER, 2013).

Os registros estatísticos apurados do Conab (2018) consolidam a soja como o principal produto no desempenho do agronegócio do Brasil. Essa cultura, que de maneira tradicional motiva o incremento da produção nacional de grãos, apresentou na safra 2018/19 conforme dados da Tabela 1.

Tabela 1: Cenário comparativo da sojicultura

INDICADOR	SAFRA		VARIACÃO	
	2017/18	2018/19	Absoluta	%
Área (ha x 1.000)	35.149	36.125	976	2,78
Produção (t x 1.000)	119.282	119.267	- 15	- 0,01
Produtividade (kg/ha)	3.394	3.302	- 92	- 2,71

Fonte: Adaptado de Conab (2018).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) divulgou que as exportações do complexo soja para o mês de outubro de 2018 aumentaram 78,8% quando comparadas ao mesmo mês do ano anterior, representado US\$ 2,62 bilhões. Grande parte desse valor tem como fator gerador as exportações de soja em grãos, que registraram o volume recorde considerando todos os meses de outubro, com 5,35 milhões de toneladas, o que repercutiu em valor também recorde para o mês de outubro de US\$ 2,11 bilhões (BRASIL, 2018).

A perspectiva para a soja é sustentada pelos dados informativos das séries históricas que revelaram uma evolução crescente do complexo dessa cultura no Brasil. Nesse sentido, com base nas estimativas de oferta e demanda agropecuária para a safra 2018/19 divulgadas pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2018), têm-se a previsão de que o Brasil vai ser o maior produtor de soja do mundo, superando os EUA, que, acompanhados da Argentina e Paraguai juntos, vão concentrar quase 85% da produção mundial de soja.

De acordo com a projeção feita pelo Conab (2018) para o mercado nacional, a estimativa para a safra 2018/19 é bem próximo das quantidades registradas na safra anterior, com um pouco mais de área plantada. Caso não haja nenhum problema climático no decorrer do desenvolvimento da safra e da colheita, o resultado final pode ser maior. Desta forma, dos quase 120 milhões de toneladas de grãos de soja, 76 milhões serão destinados para exportações, com expectativa de aumento em função do aquecimento internacional,

principalmente da China. Já com relação ao consumo interno, é estimado em 44 milhões de toneladas. São quantidades expressivas, que demandam estruturas adequadas e consistentes para o escoamento não apenas para o mercado interno como para as exportações.

Apesar de grande produtor de *commodities* agrícolas, o Brasil apresenta solos com baixas taxas de nutrientes, tornando-o assim, dependente da aplicação de fertilizantes para garantir a qualidade da produção agrícola. Porém, o país não é autossuficiente na produção de adubos, dependendo da importação desses produtos, fazendo com que fique vulnerável às variações de preço do mercado internacional, o que impacta diretamente os custos da produção agrícola nacional (TEIXEIRA, 2010).

A importação de fertilizantes no país cresceu de aproximadamente 21 milhões de toneladas no ano de 2015, para mais de 27 milhões de toneladas no ano de 2018, levando em consideração apenas os portos de Santos e Paranaguá como receptores desses produtos, conforme exposto na Figura 1.

Ao analisar-se todo o cenário nacional, a taxa de aumento no consumo chega a 4% ao ano (CEPEA, 2018). Apesar do crescente aumento na necessidade desses insumos, advinda do potencial agrícola que o país apresenta, o Brasil apresenta um baixo índice de fabricação, o que abre espaço cada vez mais para a importação, visto que não há políticas em âmbito nacional para o setor.

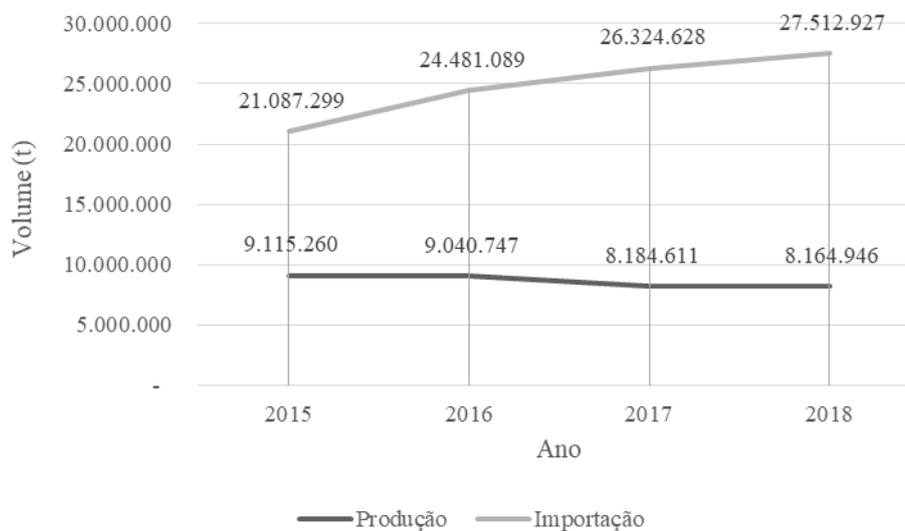


Figura 1: Histórico de importação e produção nacional de fertilizantes - Fonte: Adaptado de ANDA (2018).

De acordo com os dados da Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA, 2018), o Brasil é 4º maior consumidor de nitrogênio e o 3º de fósforo do mundo. Pelos solos apresentarem grande deficiência de potássio, somos o 2º maior consumidor. Apesar desses dados, a produção brasileira de fertilizantes restringe-se a apenas 3% de toda produção mundial, tornando-o, assim, um grande importador de nutrientes para o solo. Ainda para a ANDA (2018), Rússia, Estados Unidos, China, Israel, Tunísia e Marrocos fornecem rochas fosfatas. Alemanha, Canadá, Rússia e Bielorrússia exportam cloreto de potássio e o nitrogênio é obtido da Ucrânia, Argentina, Estados Unidos, Rússia, China e Alemanha.

A importação de fertilizantes no país cresceu de aproximadamente 11 milhões de toneladas no ano de 2015, para mais de 14 milhões de toneladas no ano de 2018, levando em consideração apenas os portos de Santos e Paranaguá como receptores desses produtos. Apesar do crescente aumento na necessidade desses insumos, advinda do potencial agrícola que o país apresenta, o Brasil apresenta um baixo nível de fabricação, o que abre espaço cada vez mais para a importação, visto que não há políticas em âmbito nacional para o setor (CEPEA, 2018).

A partir destes e demais portos nacionais, os insumos dirigem-se para os principais estados consumidores, com destaque para Mato Grosso, Goiás, Paraná e São Paulo. Cabe ressaltar que os fertilizantes chegam ao país na forma de produtos básicos (cloreto de potássio e ureia, por exemplo, além do enxofre elementar, utilizado na produção de fertilizantes fosfatos).

Apesar dos números de sucesso apresentados pela nossa agricultura, o Brasil ainda apresenta relevante potencial de crescimento na produção agrícola, levando em consideração a grande disponibilidade de terras cultiváveis. De acordo com dados da FAO (2018), estimando a área cultivada com culturas temporárias (cereais, grãos e oleaginosas), o Brasil utiliza 31% da área quando comparado aos Estados Unidos e 52% da área utilizada pela China, que são outros grandes produtores mundiais de alimentos.

Ao comparar o Brasil com os demais países, observa-se que ele ainda é um dos poucos que possuem espaço considerável para ganho em sua produtividade (ao analisarmos esses produtos), além da disponibilidade de água e terras. Se considerar áreas ocupadas com pastagens degradadas, essa área aumenta consideravelmente (MARCONATO, 2012).

2.3 O POTENCIAL DA LOGÍSTICA NA REDUÇÃO DOS GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE)

Empresas ao redor do mundo estão continuamente à procura de vantagem competitiva. Na busca intensificada por eficiência operacional, com foco em custos mais baixos e prazos de entrega mais curtos, as questões ambientais são frequentemente postas de lado. Com isso, os aspectos ambientais correm o risco de se tornarem uma ameaça futura se os seus efeitos não forem identificados e medidos da mesma forma que são feitas as análises de tempo e os custos. O desafio da gestão logística de hoje é determinar como incorporar os princípios de gestão ambiental em seu processo diário de tomada de decisões (ABBASI; NILSSON, 2012).

Existem dois níveis para se buscar melhorias ambientais; a primeira perspectiva é a macro, onde as ações são tomadas pelo governo; e a segunda é uma visão micro da situação, onde as ações são tomadas pelas empresas do setor. No aspecto macroeconômico, há muitos anos que se reconhece que o setor de transportes é uma das principais fontes poluidoras do meio ambiente, particularmente no que diz respeito à poluição do ar e ao ruído (CARVALHO, 2011).

A resposta do setor de transportes para o desafio da redução de emissões é uma guinada irreversível em direção ao transporte sustentável, com baixa emissão de CO₂. Contudo, as alternativas em pauta geram vantagens econômicas por meio da elevação da eficiência e do rendimento das atividades de transporte, diminuição do nível de dependência energética e do consumo relativo de combustível. Várias destas medidas também podem trazer reflexos positivos em termos de segurança das viagens, amenizando o risco de acidentes (BARTHOLOMEU; PÉRA; CAIXETA-FILHO, 2016).

Considerando o cenário em que se evidencia o setor de transportes, grande emissor de CO₂, uma análise realizada por Palak, Ekşioğlu e Geunes (2014) a respeito da repercussão das atividades de movimentação de cargas em uma cadeia de distribuição, envolvendo um esquema de redução de custos, dentre as ações observadas, destacou a determinação de limite para as emissões de CO₂, que implica na escolha do modal mais adequado para realização das operações de transporte, principalmente, quando se tem uma medida regulatória a ser cumprida. Esse novo cenário de imposições leva à interpretação da necessidade de renovação do inventário, visto que o modelo do equipamento tem influência nas emissões de CO₂.

Também perceberam que o avanço da tecnologia pode contribuir para melhoria da eficiência dos combustíveis, o que, em consequência, gera redução das emissões de GEE.

Bartholomeu, Péra e Caixeta-Filho (2016) preconizam a ideia da troca de combustível como uma ação estratégica para mitigação das emissões de CO₂ pelo transporte. Considerando os combustíveis indicados com menores índices de carbono-intensivos, o biodiesel vem ganhando preferência no setor de transporte de cargas, tendo destaque no uso tanto pela agenda pública como privada.

O Programa Nacional de Produção e uso do Biodiesel (PNPB), instituído pela Secretaria da Agricultura Familiar (SAF), ligada ao Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), recomenda a elevação progressiva da porcentagem do biodiesel no diesel, sendo, contudo, um direcionador a ser adotado pelas empresas de transportes. É um combustível alternativo que traz a representação de uma das tecnologias mais avançadas desenvolvidas em experiências laboratoriais (BRASIL, 2014).

Bartholomeu, Péra e Caixeta-Filho (2016), no entanto, apontam que os esforços e investimentos destinados à redução do consumo de combustível são mais eficazes na busca pela diminuição das emissões de CO₂ do que o aumento de percentuais de biodiesel no diesel. As medidas potenciais que visam diminuir o consumo de combustível podem ser realizadas por meio do investimento dos próprios fabricantes de caminhões com foco no desenvolvimento de tecnologias direcionadas à elevação da eficiência dos veículos (como tecnologias *on-board*, veículos mais leves, melhor performance do motor e menos resistência ao rolamento) e também pelos transportadores, ao utilizarem de sistemas de gestão, realizarem manutenção preventiva e treinamentos com os motoristas.

Em estudo realizado pela CNT (2015), foi identificado que somente o treinamento de motoristas de caminhão pode gerar cerca de 12% ou mais de economia no consumo de diesel. O gasto com combustível representa cerca de 30% a 40% do custo operacional do transporte rodoviário de cargas. Além disso, é importante destacar que a cooperação logística é uma das maneiras mais fáceis de melhorar o impacto ambiental associado ao transporte rodoviário. Por exemplo, Ubeda *et al.* (2011) estudam a resolução de um problema de logística verde em um varejista espanhol integrando as atividades de coleta e entrega em rotas conjuntas dos mesmos veículos da frota.

Neste contexto, em que as problematizações relacionadas aos impactos ambientais do transporte de cargas, fundamentais para o cenário atual, é que esta análise se insere, investigando a utilização da logística colaborativa nos portos brasileiros de Santos e Paranaguá, maior porto exportador de soja e maior importador de fertilizantes, respectivamente, de modo a comparar e analisar as possibilidades e oportunidades de utilização dessa prática, visando a análise dos impactos ambientais.

3 METODOLOGIA

A fim de se analisar a utilização da logística colaborativa nos portos Santos e Paranaguá e identificar os impactos gerados por essa prática nos custos de transportes, foram utilizadas metodologias de natureza qualitativa e quantitativa. Para Schoonenboom e Johnson (2017), a combinação dos dois métodos (qualitativo e quantitativo) apresenta a utilização de diversas abordagens, contribuindo para a supressão de deficiências que uma ou outra pode apresentar, bem como a exploração das potencialidades proporcionadas por ambas.

3.1 DEFINIÇÃO DE FLUXOS

Os fluxos de soja utilizados para o presente estudo são originados no estado do Mato Grosso, devido à sua expressiva representatividade para o produto em questão, e exportado pelos dois principais portos exportadores do país Santos e Paranaguá.

Conforme apresentado na Figura 2, os mesmos foram responsáveis, nos anos de 2014, 2015 e 2016, por aproximadamente 50% das exportações nacionais de soja (MDIC, 2017).

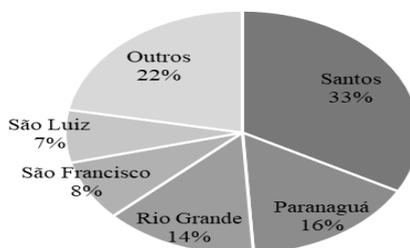


Figura 2: Representatividade dos portos brasileiros nas exportações de soja entre 2014 e 2016 - Fonte: Adaptado de MDIC (2017).

Por meio do acesso ao banco de dados do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), foram obtidos os fluxos de exportação de soja originados no estado do

Mato Grosso e importação de fertilizantes destinados ao mesmo estado, referente ao ano de 2018 para os portos avaliados, tal como apresentado na Figura 3.

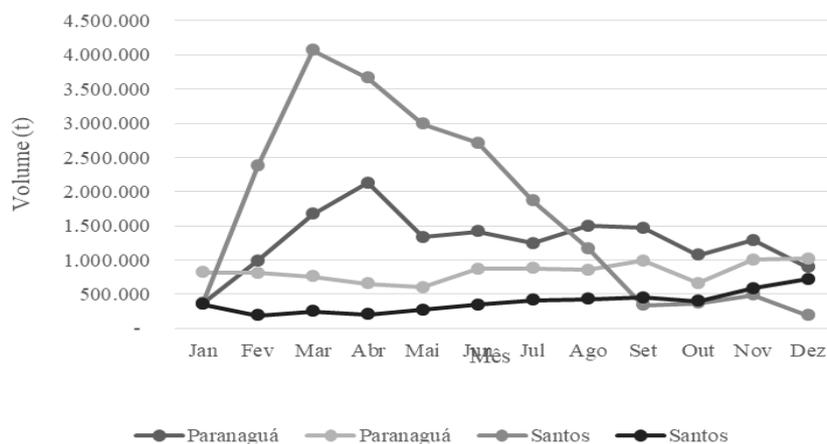


Figura 03: Exportação de soja e importação de fertilizantes por meio dos portos de Santos e Paranaguá no ano de 2018 - Fonte: MDIC, 2019.

O grande destaque é que Santos, por sua alta representatividade no cenário exportador de grãos brasileiro, capta o produto, de forma representativa, de várias localidades brasileiras, incluindo Mato Grosso, cujas distancias de transporte rodoviário chegam a ultrapassar 2.500 km.

Para a Associação Americana de Autoridades Portuárias (AAPA, 2018), o complexo portuário de Santos é considerado o 39º maior do mundo em movimentação de contêineres e o 35º em tonelagem, tornando-o o maior da América Latina. Sua influência econômica corresponde à aproximadamente 68% do produto interno bruto (PIB) do Brasil, abarcando, principalmente, os estados de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. Destaque-se também o comércio internacional do estado de São Paulo, pois 60% dos valores embarcados ou desembarcados deste estado são advindos do Porto de Santos.

Para a definição do fluxo de fertilizantes, baseou-se nos dados apresentados pelo CEPEA (2018) e ANDA (2018), considerando apenas os portos receptores de Santos e Paranaguá e como destino as cidades produtoras do estado de Mato Grosso.

3.2 CENÁRIOS AVALIADOS

Na presente pesquisa, serão comparados dois cenários, sendo um o cenário atual, ou seja, considerando a porcentagem de caminhões que voltam carregados de cada um dos portos

importadores de fertilizantes e exportadores de grãos para o estado do Mato Grosso; e o segundo refere-se ao cenário ideal, no qual todo fertilizante importado participa da logística colaborativa, diferente do que hoje ocorre.

Para o desenvolvimento desta etapa da pesquisa, foi necessário a participação de caminhoneiros que realizam os trajetos estudados, bem como a obtenção de diferentes dados. Foram incluídos motoristas de diferentes regiões do Brasil, carregados com soja originada do estado do Mato Grosso, provenientes da segunda maior transportadora do Brasil, com sede no Estado do Paraná e que conta com escritórios em diversas cidades brasileiras.

Neste estudo, o consumo de combustível das frotas de caminhões foi estimado a partir das respostas dos questionários, porém as informações a respeito do consumo médio também foram obtidas a partir do trabalho de Messer (2015), assim considerou-se que o consumo de combustível pelos caminhões nas rodovias deve ser levado em consideração a partir das respostas obtidas na aplicação dos questionários, sendo que o consumo médio do caminhão carregado é de 1,97 km/L (DP = 0,15) e o consumo médio do caminhão vazio é de 2,95 km/L.

Inicialmente foi possível a coleta de 154 respostas, advindas de caminhoneiros que realizavam diferentes trajetos e transportavam os mais diversos tipos de produtos (grãos, açúcar e fertilizantes), porém, fizeram parte do estudo as respostas de 96 motoristas que realizavam o trajeto delimitado para a pesquisa e que transportavam, comumente, soja e fertilizantes.

Para identificação do cenário atual, foram aplicados questionários junto a transportadora e caminhoneiros para cada um dos portos analisados no presente estudo. Normalmente o grande fluxo de exportação de soja se concentra entre os meses de fevereiro a junho, pois são os meses de colheita. É possível observar na Figura 4 a movimentação ocorrida nos portos de Santos e Paranaguá durante o período de 2015 a 2017.

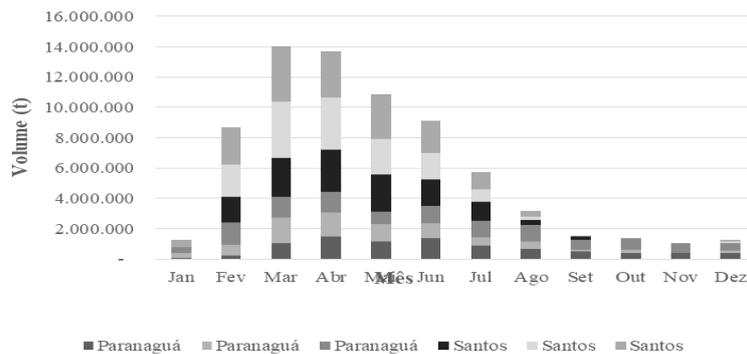


Figura 04: Exportação de soja por meio dos portos de Santos e Paranaguá entre os anos de 2015 e 2017 - Fonte: MDIC, 2019.

Neste sentido, para aplicação do questionário proposto no presente trabalho, foi escolhido o mês de março de 2018, pois entendeu-se que neste período poder-se-ia atingir um número maior de caminhoneiros entrevistados. Para a definição da quantidade necessária de questionários aplicados, utilizou a metodologia proposta por Hoffman (1991). A partir da aplicação da equação que se segue (Hoffman, 1991), pode-se obter o tamanho mínimo da amostra suficiente para se atingir o nível de confiança de 95%.

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{(N-1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot (1-p)} \quad (1)$$

Em que:

n: tamanho mínimo da amostra que devemos calcular

N: universo amostral (número de questionários aplicados por porto)

Z: valor que representa o nível de confiança desejado (nível de confiança de 95% = 1,96)

e: margem de erro máxima que se quer admitir (5%)

p: proporção que se espera encontrar (adota-se 50%)

Desta forma, a Tabela 2 expõem os resultados dos cálculos referentes ao tamanho da amostra ideal, destaca-se que a amostra obtida para todos os portos analisados está dentro do recomendado pela análise estatística.

Tabela 2: Tamanho da Amostra

Porto	Amostra obtida	Tamanho mínimo da amostra
Santos	54	48
Paranaguá	42	38

Fonte: Autor, 2018.

A construção do questionário se deu após a identificação de três variáveis: caminhão, rotas e frete retorno. As perguntas referentes ao caminhão visam caracterizar o veículo do

entrevistado. A capacidade de carga dos caminhões aumenta conforme acrescentam-se eixos ao conjunto. Tanto o percurso quanto o peso do caminhão são fatores que influenciam, quanto mais pesado estiver o veículo, maior será o gasto de combustível para uma mesma rota e perfil de condução, segundo Sonesson (2000).

Quanto ao cenário ideal, é evidente que a carga máxima de retorno por porto é justamente a sua carga importada de fertilizante. Dessa forma, a partir da base de dados do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (2017), a máxima carga que se pode integrar em uma logística colaborativa entre soja e fertilizante como destino/origem no estado do Mato Grosso é de 19,87% no porto de Paranaguá e 1,42% no porto de Santos, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: Representatividade da importação de fertilizantes frente a exportação de grãos

Porto	Exportação Soja	Importação Fertilizantes	Representatividade
Paranaguá	8.951.457,87	127.456,66	1,42%
Santos	1.040.171,02	206.723,17	19,87%

Fonte: MDIC (2017).

Portanto, o máximo volume que se pode integrar em uma logística colaborativa por meio do frete de retorno do porto de Paranaguá é 70% do volume de soja e 13% no porto de Santos.

3.3 ANÁLISE AMBIENTAL

As análises ambientais partem da metodologia do *GHG Protocol*. Para a gestão efetiva e inovadora de GEE, a definição de limites operacionais abrangentes em relação às emissões diretas e indiretas ajuda as empresas a melhor gerenciarem todos os riscos e oportunidades relacionados aos GEE existentes ao longo de sua cadeia de valor. Dessa forma, as emissões diretas de GEE são emissões de fontes pertencentes ou controladas pela empresa. Emissões indiretas de GEE são consequência das atividades da empresa, mas ocorrem em fontes pertencentes ou controladas por outra empresa.

O *GHG Protocol* possui uma ferramenta de cálculo para transporte que usa uma combinação dos métodos baseados em combustível e distância. Esta combinação é usada porque o CO₂ é melhor estimado a partir do consumo de combustível, pois este está

diretamente relacionado às emissões. O CH₄ e N₂O são melhores estimados a partir da distância percorrida.

A metodologia utilizada pelo Programa *GHG Protocol* adota os fatores convertidos para kg/L, sendo que o fator de emissão utilizado foi o de 2,603 kg CO₂/l, extraído da última atualização da ferramenta de cálculo divulgada em abril de 2019.

Para que seja possível a obtenção do valor total de consumo de diesel nos caminhões, é necessário levar em consideração as distâncias percorridas em cada uma das viagens. Neste caso, entende-se por viagem o trajeto de ida e volta (distância percorrida), representada pela variável *d*. As distâncias foram obtidas pela ferramenta de roteirização online Minhas Rotas, da empresa Maplink, líder em Geolocalização e Soluções Logísticas na América Latina.

Para que seja possível a compreensão dessa aplicação, entende-se que, em cada trajeto (ida e volta), o motorista percorre a distância *d/2*. Assim, ao final da viagem de ida e volta, é percorrida a distância *d* (em quilômetros).

O consumo de diesel foi identificado por meio da aplicação do questionário, onde os motoristas entrevistados informaram o consumo médio dos seus veículos carregados e vazios para as rotas dos dois portos estudados.

A equação que descreve o consumo de combustível em cada viagem é dada por:

$$c_v = \frac{d}{2} g^c + p \frac{d}{2} g^c + (1-p) \frac{d}{2} g^v \quad (2)$$

Em que:

c_v: Consumo de diesel por viagem (L)

d: Trajeto de ida ou de volta (km)

g^c: Consumo de diesel por cada km percorrido em casos que o caminhão está cheio (L/km)

p: Porcentagem de trajetos que o caminhão volta carregado (%)

g^v: Consumo de diesel por cada km percorrido em casos que o caminhão está vazio (L/km)

Para a definição de quantidade de viagens que são necessárias para o escoamento total dos produtos, entende-se que esse fator se relaciona com a carga que precisa ser transportado e a capacidade do caminhão em cada viagem.

Dessa forma, a equação que descreve tal processo é dada por:

$$C = Qc_v \quad (3)$$

Em que:

C: Todo o consumo de Diesel dos caminhões (L)

Q: Quantidade de viagens necessárias para transportar a carga total

c_v: Consumo de diesel por viagem (L)

Acrescenta-se a esse entendimento, as relações entre viagens necessárias e cargas transportadas, que é dado pela equação:

$$Q = \frac{V}{m} \quad (4)$$

Em que:

Q: Quantidade de viagens necessárias para transportar a carga total

V: Carga (t)

m: Capacidade de transporte do caminhão em cada viagem (t/viagem)

O valor da variável m é dado pela dependência do carregamento ou não do caminhão.

Assim:

$$m = k(1 + p) \quad (5)$$

Em que:

m: Capacidade de transporte do caminhão em cada viagem (t/viagem)

k: Capacidade de transporte do caminhão em cada trajeto (t/viagem)

p: Porcentagem de trajetos que o caminhão volta carregado (%)

Ao analisar-se os custos ambientais, as emissões de transporte são calculadas multiplicando a quantidade de combustível consumido por um fator de emissão correspondente e somando os resultados, conforme mostrado na fórmula 6.

$$E = \sum a (\text{Comb}^a \times \text{FE}^a) \quad (6)$$

Em que:

E: Emissões de CO₂ (kg CO₂)

Comb: Combustível consumido (TJ)

FE: Fator de emissão (kg/TJ)

a: Fator de emissão (2,603 kg CO₂/L)

Essa equação descreve que as emissões de CO₂ relacionam-se inversamente com a porcentagem de caminhões que realizam a viagem de volta carregados, ou seja, quanto maior o número de viagens em que o caminhão volta carregado, menos caminhões seriam necessários para transportar as cargas de fertilizantes, por exemplo. Desta maneira, o consumo de diesel diminui e conseqüentemente, as emissões de CO₂ também.

No que diz respeito ao modelo proposto em que se pode identificar a eficiência financeira e ambiental da logística colaborativa, apresenta-se a seguir os procedimentos para a realização dos cálculos.

Definiu-se eficiência financeira como a contribuição que a logística colaborativa trará em termos financeiros para a operação de exportação da soja mato-grossense e importação de fertilizantes com destino ao estado do Mato Grosso durante o ano de 2018, quantificando a redução em reais para cada tonelada que os caminhões voltam carregados de fertilizante.

A equação a seguir realiza o cálculo da medida apresentada anteriormente:

$$EF = C_a \left(\frac{1 + p \frac{V_f}{V_s}}{(pV_f + 1)} - 1 \right) \quad (7)$$

Em que:

EF: Medida de eficiência financeira (R\$)

Ca: Custo de transporte atual (R\$)

p: Percentual de viagens que o caminhão volta carregado com fertilizante (%)

Vf: Carga média mensal de Fertilizante (t)

Vs: Carga média mensal de Soja (t)

Quanto a eficiência ambiental, definiu-se como a logística colaborativa contribui em termos ambientais para a operação analisada, especificamente quanto a redução da emissão de CO₂ ocasionada pela queima de combustível utilizado pelos caminhões, quantificando a redução de kg/CO₂ para cada tonelada de fertilizante que os caminhões transportam na volta.

A equação 8 calcula a emissão de CO₂:

$$E = \left\{ \left(\frac{V_s D + V_f D}{c^c} \right) + \left(\frac{p V_f D + V_s D}{c^v} \right) \right\} f \quad (8)$$

Em que:

E: Emissão de CO₂ (kg CO₂)

Vs: Carga média mensal de Soja (t)

D: Distância média até o porto (km)

Vf: Carga média mensal de fertilizante (t)

k: Capacidade do caminhão por viagem (t)

p: Porcentagem de viagens que o caminhão faz sem carga (%)

Cc: Consumo médio de combustível com o caminhão carregado (km/L)

Cv: Consumo médio de combustível com o caminhão vazio (km/L)

f: fator de emissão de CO₂ para cada litro de combustível (kg CO₂)

Finalmente:

$$EA = E_1 - E_2 \quad (9)$$

Em que:

EA: Eficiência ambiental (kg CO₂)
E1: Emissão no cenário 1 (kg CO₂)
E2: Emissão no cenário 2 (kg CO₂)

4 RESULTADOS

Foi constatado, a partir da aplicação dos questionários e do levantamento dos dados da ANTT (2018), que para o porto de Santos o consumo médio de um caminhão carregado é de 1,92 km/l e para o porto de Paranaguá é de 1,95 km/l, sendo que quando o veículo roda vazio o consumo reduz para 2,88 km/l e 2,89 km/l, respectivamente. A Figura 5 apresenta os resultados constatados.

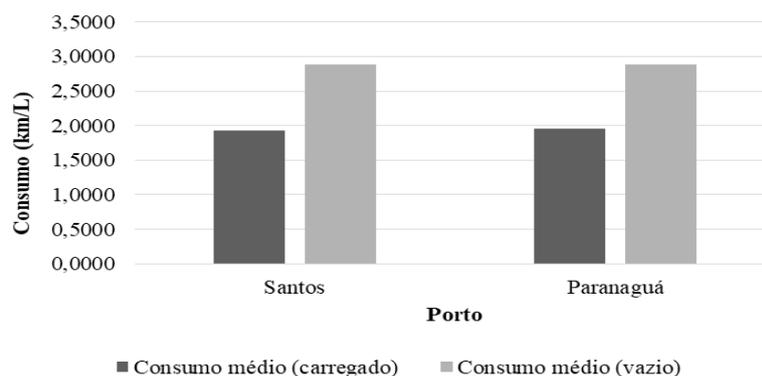


Figura 5 - Rendimento médio dos caminhões para as rotas de Santos e Paranaguá - Fonte: Autor (2019).

A partir da aplicação do questionário identificou-se que a capacidade média dos veículos dos motoristas atuantes no porto de Santos é de 36,20 toneladas e 38,95 toneladas para os atuantes em Paranaguá. Com relação à carga, conforme apresentado na Tabela 4, calculou-se a média mensal transportada por produto e porto.

Tabela 4 – Carga média mensal por porto

Porto	Produto	Carga média mensal (t)
Santos	Soja	745.954,82
Santos	Fertilizante	10.621,39
Paranaguá	Soja	86.680,92
Paranaguá	Fertilizante	17.226,93

Fonte: Adaptado de MDIC (2019).

Na Tabela 5 apresenta-se o número total de viagens mensais que são necessárias para o escoamento da carga em cada um dos portos (a partir da apresentação dos dados da Tabela 4).

Tabela 5 - Número mensal de viagens necessárias

Porto	Produto	Número de viagens
Santos	Soja	20.604
Santos	Fertilizante	293
Paranaguá	Soja	2.225
Paranaguá	Fertilizante	442

Fonte: Autor (2019).

Após a apresentação desses dados, inicia-se a discussão com a apresentação da Tabela 6, em que se tem os resultados encontrados a partir da utilização das equações expostas anteriormente, para os dois portos analisados, em que são utilizadas para as análises dos resultados aqui exibidos.

Tabela 6 - Resultados ambientais (kg CO₂)

Porto	Cenário Base	Cenário Ideal	Redução estimada
Santos	1.030.956.892,17	1.028.719.198,34	2.237.693,84
Paranaguá	135.074.859,53	132.832.244,33	2.242.615,19

Fonte: Autor (2019).

Os fatores de emissão estão fixados em 2,603 kg CO₂/litro para o diesel e 2,431 kg CO₂/litro para o biodiesel (dado que para cada tipo de combustível, tem-se um fator de emissão diferente), a partir das informações do *GHG Protocol*. No Brasil, atualmente, o combustível utilizado pelos caminhões é o diesel B10, que obrigatoriamente possui em sua composição 10% de biodiesel e 90% de diesel (ANP, 2018). Para a carga, utilizou-se os dados coletados nas bases do MDIC (2018). A capacidade média dos caminhões, dada em toneladas, foi informada a partir da aplicação dos questionários.

Para a porcentagem de viagens em que os caminhões voltam carregados de fertilizantes, para o cenário base, a informação advém da aplicação dos questionários e para o cenário ideal, a porcentagem corresponde à toda carga de fertilizantes importado sendo transportado pelos caminhões que levam soja. No que diz respeito às distâncias, a média foi dada das cidades estudadas até os portos de Santos e Paranaguá. Para o consumo de diesel, o valor obtido foi dado a partir da aplicação dos questionários (sendo necessário trocar km/L para L/km).

Em resultado ambiental, tem-se os valores totais de emissões de kg CO₂, ou seja, os volumes emitidos pelos transportes de soja e fertilizantes nos portos estudados. Por fim, tem-se o fator de redução entre os cenários ideal.

Neste primeiro caso, em que seria possível a aplicação da logística colaborativa para o total de carga de fertilizantes sendo transportado pelos caminhões que levam a soja até os portos de Santos e Paranaguá, tem-se uma redução total durante o ano de 2018 na emissão de CO₂ que representa um volume de 4.480.309,03 kg CO₂.

No que diz respeito às análises referentes à eficiência ambiental, parte-se da utilização das equações apresentadas, sendo os dados apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Eficiência ambiental

Aspectos	Santos	Paranaguá
Percentual das viagens que os caminhões voltam vazios (%)	38,5%	23,6%
Capacidade dos caminhões (t)	36,20	38,95
Rendimento de combustível - carregado (km/L)	1,92	1,95
Rendimento de combustível - vazio (km/L)	2,88	2,89
Distância média até o porto (km)	1.827,86	1.990,71
Carga média mensal de fertilizante (t)	10.621,39	17.226,93
Carga média mensal de soja (t)	745.954,82	86.680,92
Fator de emissão (kg CO ₂ /l)	2,603	2,603
Carga fertilizante volta vazio	4.091,20	4.060,63
Redução carga	4.090,20	4.059,63
Emissão de CO ₂ - Cenário Base (kg/CO ₂)	85.913.074,35	11.256.238,29
Emissão de CO ₂ - Cenário ideal (kg/CO ₂)	85.913.028,77	11.256.192,27
Eficiência Ambiental (kg/CO ₂)	-45,58	-46,02

Fonte: Autor (2019).

No porto de Santos, a cada 1 tonelada que volta carregado de fertilizante é estimada uma redução mensal na ordem de 45,58 kg de CO₂, sendo que para o porto de Paranaguá a redução na emissão estimada é de 46,02 kg de CO₂.

No porto de Santos observa-se que o percentual máximo de colaboração identificado é maior, quando comparado ao porto de Paranaguá, gerando grandes benefícios econômicos e ambientais. A partir dos dados apresentados, entende-se que se a porcentagem de colaboração aumentar, os custos de transporte teriam sido de mais baixos e observando-se também a redução na emissão de CO₂.

5 CONCLUSÕES

Numa perspectiva de análise por amostragem, os resultados encontrados a partir da seleção dos dois portos apontados como representativos para exportação de soja e importação de fertilizantes (Paranaguá e Santos) forneceram dados que se refletem no setor de agronegócios e possibilitam discussões acerca dos elementos relacionados aos benefícios

ambientais relacionados à logística colaborativa, de modo a embasar e contribuir para a maior utilização dessa prática no agronegócio brasileiro.

Os estudos acerca do transporte colaborativo são discutidos a partir de diferentes enfoques, sendo o principal no setor varejo e na redução dos custos totais de transporte. No levantamento realizado para este trabalho, não foram encontradas produções científicas que consideraram tanto o custo de transporte quanto a emissão de CO₂ ao mesmo tempo em que se discute o problema sob a ótica do agronegócio.

Neste trabalho, foi calculado o efeito ambiental sob a colaboração na logística e a redução das emissões de carbono em dois cenários separadamente, identificados como cenário base e o cenário ideal, respectivamente. Pode-se concluir, até o presente momento, que a prática da logística colaborativa contribui para aumentar a eficiência e a competitividade das empresas.

Sabe-se que a redução de custos, a melhoria da qualidade do serviço e a mitigação das emissões de CO₂ são os principais benefícios da colaboração no transporte rodoviário de cargas. No cenário ideal, em que ocorreria a aplicação da logística colaborativa para o total de carga de fertilizantes transportado pelos caminhões que levam a soja até os portos de Santos e Paranaguá, tem-se uma redução total durante o ano de 2018 na emissão de CO₂ na ordem de 4.480.309,03 kg.

A colaboração logística levou a uma menor quilometragem percorrida pelos caminhões, com uma redução total estimada em 379.842,89 quilômetros, que consequentemente ajuda na redução da poluição ambiental, bem como congestionamentos. Dessa forma, é destaque nos resultados a possível redução no consumo de combustível, identificada na ordem de 1.579.284 litros de óleo diesel, a partir da atualização do cenário ideal proposto. Tal economia traz resultados econômicos e ambientais representativos, visto que a utilização do combustível fóssil gera dispêndio financeiro e emite de gases poluentes.

Para além dos apontamentos referentes aos custos financeiros, em que a aplicação da logística colaborativa demonstra significativa economia financeira, é preciso também voltar-se para as vantagens que a prática apresenta ao meio ambiente. A gestão sustentável na logística requer um entendimento voltado para que as empresas sejam capazes de concorrerem e crescerem em ambientes altamente competitivos e em constante evolução.

Mais importante, a logística verde exige uma compreensão das interações entre a ecoeficiência das empresas, seus resultados e considerações financeiras.

A análise proposta destina-se a facilitar o desenvolvimento e aplicação de teorias fundamentadas que explicam relações causais complexas entre o posicionamento estratégico, a logística do transporte de cargas e o meio ambiente. A aplicação e teste dessas teorias é um importante primeiro passo para futuras pesquisas destinadas a ampliar as agendas de ecoeficiência das operações logísticas agroindustriais brasileiras.

Por fim, ressalta-se que muitos são os empecilhos encontrados para a efetiva aplicação da logística colaborativa no agronegócio nacional. A partir do estudo realizado, entende-se que a necessidade de um maior investimento em infraestrutura de armazenagem, tanto para o produto final (soja), quanto para o insumo fertilizantes, reduzindo assim os efeitos da sazonalidade de importação e exportação, tornando os fluxos cadenciados ao longo do ano; criação de um sistema de informação de fácil e rápido acesso, para que o transportador no momento em que carrega os grãos no interior do país, já possa agendar a carga de retorno no porto de destino; necessidade de adequação das infraestruturas de recebimento, para que os veículos graneleiros convencionais possam descarregar com facilidade nas fabricas de fertilizantes.

Além desses pontos, reforça-se os limitantes apresentados ao longo do trabalho, tais como a sazonalidade, já que o maior fluxo de transporte de grãos ocorre no primeiro semestre do ano civil e o de fertilizantes no segundo semestre; valor do frete, uma vez que em muitos períodos do ano o valor do frete de retorno de fertilizantes é muito baixo quando comparado ao frete de ida de grãos, não incentivando assim que os transportadores voltem carregados com esses produtos; comunicação, os veículos procuram carga para retornar para o interior do país apenas após descarregarem os grãos no porto, fator este que gera um grande atraso nas operações e a não integração entre ativos de transporte e infraestrutura de descarregamento de fertilizantes, já que muitas das fabricas de fertilizantes não apresentam a infraestrutura de descarregamento adequadas para os veículos graneleiros convencionais, os quais são os mais utilizados para o transporte de grãos.

REFERÊNCIAS

- ABBASI M.; NILSSON, F. Themes and challenges in making supply chains environmentally sustainable. **Supply Chain Management: An International Journal**, Vol. 17 Issue: 5, pp.517-530, 2012.
- ANDA. Associação Nacional para Difusão de Adubos. **Relatório Anual de 2018**. Disponível em: <http://anda.org.br/estatisticas/>. Acesso em: 02 mar. 2019.
- BARTHOLOMEU, D. B.; PÉRA, T. G.; CAIXETA-FILHO, J. V. Logística sustentável: avaliação de estratégias de redução das emissões de CO₂ no transporte rodoviário de cargas. **Journal of Transport Literature**, São José dos Campos, SP, v. 10, n. 3, p. 15-19, jul. 2016.
- BASSAN, F. V.; WITTMANN, M. B; LORENZI JUNIOR, D. Logística de transporte: uma análise da produção científica entre 2007 e 2016. **Empreendedorismo, Gestão e Negócios**. Pirassununga, SP, v. 7, n. 7, p. 430-450, mar. 2018.
- BOWERSOX, D., CLOSS, D., COOPER, M.; BOWERSOX, J. **Supply chain logistics management**. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 2013.
- BRAINER, M. S. C. P. **Análise setorial de grãos – soja**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Balanco Energético Nacional - BEN. Relatório Síntese - ano base 2017**. Empresa de Pesquisa Energética - EPE, Rio de Janeiro, RJ, 2018.
- BULLER, S. L. **Logística empresarial**. Curitiba: IESDE Brasil, 2012.
- CARVALHO, C. H. R. **Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Brasília, 2011.
- CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – Esalq – USP. **Pib-agro/Cepea: agroindústria segue impulsionando pib do agronegócio em 2018**. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/releases/pib-agro-cepea-agroindustria-segue-impulsionando-pib-do-agronegocio-em-2018.aspx>>. Acesso em: 05 abr. 2019.
- COELHO, J. D. Produção de grãos – feijão, milho e soja. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, v. 3, n. 33, p. 1-12, jun. 2018.
- CONAB. Companhia nacional de abastecimento. **Estimativa do escoamento das exportações do complexo soja e milho pelos portos nacionais**. Compêndio de estudos Conab, Brasília: Conab, 2018. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 15 out. 2018.
- FERREIRA, R. F.; FERREIRA, K. A.; PALHARES, M. A. Logística Colaborativa na Distribuição de Autopeças e Jornais: Um Estudo de Caso. **XXXV Encontro Nacional De Engenharia de Produção**. Fortaleza, 2015. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_206_222_26857.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2018.
- HOFFMANN, Rodolfo. **Estatística para economistas**. Pioneira, 1991.
- LOPES, H. S.; FERREIRA, R. C.; LIMA, R. S. Logística da soja brasileira para exportação: modelo de otimização orientado para a minimização de custos logísticos. **XXIX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET**. Ouro Preto, 2015.
- MARCONATO, R. **Avaliação do curso de transporte de fertilizantes com uso de Modelagem Digital de Terreno**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes. São Paulo, 2012.
- MESSER, P. **Impacto do Plano Nacional de Logística e Transporte no Consumo Energético e nas Emissões de Gases de Efeito Estufa do Setor de Transporte de Cargas no Brasil**, 2015. 158p. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.
- PALAK, G.; EKŞIOĞLU, S. D.; GEUNES, J. Analyzing the impacts of carbon regulatory mechanisms on supplier and mode selection: an application to a biofuel supply chain. **International Journal of Production Economics**, Amsterdam, NL, v. 154, p. 198-216, aug. 2014.
- SCHOONENBOOM, J.; JOHNSON, R. **How to Construct a Mixed Methods Research Design**. [online] 69, pp.107-131, 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs11577-017-0454-1.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2019.
- SILVA, V. M. D.; BARROS, T. D.; PRADO, J. R. Logística colaborativa: um estudo de caso no setor de armazenagem e logística. In: **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 33., 2013, Salvador. Anais ENEGEP, Rio de Janeiro, ABEPRO, 2013.
- SILVA, V.; MACOWSKI D.; PRADO, J. R.; BARROS, T. D. Logística Colaborativa: um Estudo de Caso no Setor de Armazenagem e Logística. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, v. 1, p. 1, 2013.



TEIXEIRA, P. P. C. **Mapeamento das unidades misturadoras de fertilizantes no estado no estado de Minas Gerais**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, 2010.
UBEDA, S., ARCELUS, F.J., FAULIN. J. Green logistics at Eroski: A case study. **International Journal of Production Economics**. Vol 131, Issue 1, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.04.041>
VITORINO FILHO, V. A. et al. Gestão colaborativa em cadeias de suprimentos: um estudo bibliométrico. **Gestão & Regionalidade**, v. 32, n. 96, p. 111-134, 2016.