



**UNIVERSIDADE DE RIBEIRÃO PRETO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, NATURAIS E TECNOLOGIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA AMBIENTAL**

**RODRIGO DUARTE SOLIANI**

**LOGÍSTICA COLABORATIVA E INDICADORES DE ECOFICIÊNCIA:  
IMPACTOS NO TRANSPORTE DE SOJA E FERTILIZANTES ENTRE O ESTADO  
DE MATO GROSSO E OS PORTOS DE SANTOS E PARANAGUÁ**

**RIBEIRÃO PRETO**  
**2020**



RODRIGO DUARTE SOLIANI

**LOGÍSTICA COLABORATIVA E INDICADORES DE ECOFICIÊNCIA:  
IMPACTOS NO TRANSPORTE DE SOJA E FERTILIZANTES ENTRE O ESTADO  
DE MATO GROSSO E OS PORTOS DE SANTOS E PARANAGUÁ**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor pelo programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental do Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnologias da Universidade de Ribeirão Preto.

Área de concentração: Tecnologia Ambiental

**Orientador: Prof. Dr. Murilo Daniel de Mello Innocentini**

**RIBEIRÃO PRETO  
2020**

Ficha catalográfica preparada pelo Centro de Processamento Técnico  
da Biblioteca Central da UNAERP  
- Universidade de Ribeirão Preto -

Soliani, Rodrigo Duarte, 1979-

S686L Logística colaborativa e indicadores de ecoeficiência: impactos no transporte de soja e fertilizantes entre o Estado de Mato Grosso e os portos de Santos e Paranaguá / Rodrigo Duarte Soliani. - - Ribeirão Preto, 2020.  
206 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Murilo Daniel de Mello Innocentini.

Tese (doutorado) - Universidade de Ribeirão Preto, UNAERP, Tecnologia ambiental. Ribeirão Preto, 2020.

1. Logística Colaborativa. 2. *Commodities* Agrícolas. 3. Custo de Transporte. 4. Ecoeficiência. 5. Emissão de CO<sub>2</sub>. I. Título.

CDD 628

RODRIGO DUARTE SOLIANI

**"LOGÍSTICA COLABORATIVA E INDICADORES DE ECOEFICIÊNCIA: UMA  
ANÁLISE DO TRANSPORTE DE SOJA E FERTILIZANTES NOS PORTOS  
DE SANTOS E PARANAGUÁ"**

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor pelo programa de Pós-graduação em Tecnologia Ambiental do Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnologias da Universidade de Ribeirão Preto.

Orientador: Prof. Dr. Murilo Daniel de Mello Innocentini

Área de concentração: Tecnologia Ambiental

Data de defesa: 07 de julho de 2020

Resultado: APROVADO

BANCA EXAMINADORA

  
Prof. Dr. Murilo Daniel de Mello  
Innocentini  
Presidente/UNAERP

  
Prof. Dr. Valdir Schalch  
UNAERP

  
Prof. Dr. Luciano Tarias de Novaes  
UNAERP

  
Prof. Dra. Ana Rita Tiradentes Terra  
Argoud  
FATEC/São Carlos

  
Prof. Dr. André de Lima  
EEP/FUMEP

RIBEIRÃO PRETO  
2020

## AGRADECIMENTOS

Foram muitos os que me auxiliaram no desenvolvimento deste trabalho, seja por meio de suporte acadêmico, mas também por meio de apoio emocional e espiritual.

Em primeiro lugar, agradeço à minha esposa, Bruna, pelo apoio incondicional, auxílio, carinho, companheirismo e, acima de tudo, paciência. Obrigado por permanecer ao meu lado, mesmo sem o carinho e atenção devida, depois de tantos momentos de lazer perdidos. Agradeço pelo presente de cada dia, pelo seu sorriso e por saber me fazer feliz.

À minha filha Sofia, mesmo sem ter consciência, por todo amor incondicional que você sempre me deu. Inúmeras foram as vezes que fui até o seu quarto e lá permaneci, feliz por você fazer parte da minha vida.

À minha mãe e meu pai, Sueli (*in memoriam*) e Renato, que não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida. Sou muito grato por todas as lições de amor, companheirismo, amizade, caridade, dedicação, compreensão e perdão que vocês me deram. Sinto-me orgulhoso e privilegiado por ter pais tão especiais.

Ao meu irmão, Rogério, pela convivência, amizade e camaradagem ao longo de toda minha vida.

Ao professor e orientador Dr. Murilo Daniel de Mello Innocentini, pela colaboração, apoio e incentivo na orientação, o que tornou possível a realização desta tese. Obrigado por acreditar em mim! Tenho certeza que não chegaria neste ponto sem o seu apoio.

Aos professores membros da banca de defesa, Prof. Dr. Valdir Schalch, Prof. Dr. Luciano Farias de Novaes, Profa. Dra. Ana Rita Tiradentes Terra Argoud e Prof. Dr. André de Lima, pelos pertinentes apontamentos que engrandeceram esse estudo.

À professora Dra. Mariana Coralina do Carmo, pela parceria em todas as horas e enorme disponibilidade em fazer a revisão da tese. Fosse apenas uma revisão, já merecia todos os agradecimentos. Tendo sido uma revisão acompanhada por debates muito estimulantes, só torna esse agradecimento ainda mais especial.

À empresa 1500 Transportes, em especial ao senhor Idair Antonio Marega, por ter aberto as portas da empresa e fornecido todo suporte necessário durante a aplicação do questionário.

Ao Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária (IMEA), pela colaboração nesta pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos do curso de doutorado.

À toda equipe da Secretaria de Pós-Graduação Stricto Sensu, em especial, à Carla Roberta de Almeida, pela eficiência, dedicação e simpatia. Meu muito obrigado.

Por fim, a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, o meu sincero agradecimento.

## RESUMO

O presente estudo teve como objetivo geral investigar a utilização da logística colaborativa entre as operações de soja e fertilizantes nos principais corredores logísticos do estado de Mato Grosso para os portos de Santos e Paranaguá, visando identificar, analisar e propor um indicador de ecoeficiência que busque reduzir os impactos financeiros e ambientais dessa prática. Para tanto, foram analisados dois cenários, sendo eles: base e ideal. No cenário ideal, supõe-se que toda a carga de fertilizante participou da logística colaborativa. Já o cenário base foi definido por meio da aplicação de um questionário junto a 96 motoristas atuantes nos portos de Santos e Paranaguá, identificando desta maneira a incidência de caminhões que voltavam carregados das zonas portuárias com fertilizantes. Para este estudo, propôs-se a otimização dos cenários, em que se objetivou estimar os ganhos financeiros e ambientais a partir do incremento da utilização da logística colaborativa, por meio da comparação entre os cenários base e ideal. Contemplando os dois portos analisados no ano civil de 2018, obteve-se para o Porto de Santos, a partir da identificação na aplicação dos questionários, um fator de colaboração na ordem de 61%, em que o custo total de transporte do fertilizante para este cenário seria de R\$ 37.864.797,09. Ao supor a colaboração de 100%, o custo reduzir-se-ia para R\$ 23.168.287,20, gerando uma economia de R\$ 14.696.509,80, ou uma redução de 38,81%. No Porto de Paranaguá, identificou-se um nível de colaboração de 76%, indicando para este cenário um custo de transporte de R\$ 49.404.718,67 no transporte de fertilizantes. Novamente, ao supor-se a colaboração de 100%, esse custo reduzir-se-ia para R\$ 37.596.663,57, ou seja, uma potencial economia de aproximadamente 24%, ou R\$ 11.806.055,10. No que diz respeito aos impactos ambientais, para Santos, no cenário base haveria uma emissão de CO<sub>2</sub> de 94,85 kg CO<sub>2</sub>/t, enquanto que no cenário ideal, apresenta-se 66,66 kg CO<sub>2</sub>/t de emissões, ou seja, uma redução de 28,19 kg CO<sub>2</sub>/t. No Porto de Paranaguá, com 76% de colaboração, haveria uma emissão de 82,25 kg CO<sub>2</sub>/t, enquanto que, se houvesse a colaboração de 100%, a emissão seria de 67,87 kg CO<sub>2</sub>/t, ou redução de 14,38 kg CO<sub>2</sub>/t. Nota-se que, com a ampliação da logística colaborativa, gerar-se-ia uma redução nos custos de transporte e de emissões de CO<sub>2</sub>, a partir da diminuição de 379.842,89 quilômetros rodados por caminhões vazios. Assim, os resultados apresentados apontam para a efetividade da utilização da logística colaborativa, mas também limitações e implicações metodológicas e práticas são apresentadas, de forma a contribuir para futuros estudos.

**Palavras-chave:** logística colaborativa; *commodities* agrícolas; ecoeficiência; custo de transporte; emissão de CO<sub>2</sub>.

## ABSTRACT

The present study aimed to investigate the use of collaborative logistics between soy and fertilizer operations in the main logistics corridors in the state of Mato Grosso to the ports of Santos and Paranaguá, aiming to identify, analyze and propose an eco-efficiency indicator that seeks to reduce the financial and environmental impacts of this practice. For that, two scenarios were analyzed, namely: base and ideal. In the ideal scenario, it is assumed that the entire fertilizer load participated in collaborative logistics. The base scenario was defined by applying a questionnaire to 96 drivers working at the ports of Santos and Paranaguá, thus identifying the incidence of trucks that returned loaded from the port areas with fertilizers. For this study, it was proposed to optimize the scenarios, in which the objective was to estimate the financial and environmental gains from the increased use of collaborative logistics, by comparing the base and ideal scenarios. Contemplating the two ports analyzed in the calendar year of 2018, it was obtained for the Port of Santos, from the identification in the application of the questionnaires, a collaboration factor in the order of 61%, in which the total cost of transporting the fertilizer to this port scenario would be R\$ 37,864,797.09. Assuming 100% collaboration, the cost would be reduced to R\$ 23,168,287.20, generating savings of R \$ 14,696,509.80, or a reduction of 38.81%. In the Port of Paranaguá, a level of collaboration of 76% was identified, indicating for this scenario a transport cost of R\$ 49,404,718.67 in the transport of fertilizers. Again, assuming 100% collaboration, this cost would be reduced to R\$ 37,596,663.57, that is, a potential savings of approximately 24%, or R \$ 11,806,055.10. About environmental impacts, for Santos, in the base scenario there would be a CO<sub>2</sub> emission of 94.85 kg CO<sub>2</sub>/t, while in the ideal scenario, 66.66 kg CO<sub>2</sub>/t of emissions are presented, that is, a reduction of 28.19 kg CO<sub>2</sub>/t. At the Port of Paranaguá, with 76% collaboration, there would be an emission of 82.25 kg CO<sub>2</sub>/t, whereas if there were 100% collaboration, the emission would be 67.87 kg CO<sub>2</sub>/t, or a reduction of 14,38 kg CO<sub>2</sub>/t. It is noted that, with the expansion of collaborative logistics, a reduction in transport costs and CO<sub>2</sub> emissions would be generated, as a result of the reduction of 379,842.89 kilometers driven by empty trucks. Thus, the results presented point to the effectiveness of the use of collaborative logistics, but also limitations and methodological and practical implications are presented, in order to contribute to future studies.

**Key words:** collaborative logistics; agricultural commodities; eco-efficiency; transport cost; CO<sub>2</sub> emissions.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Complexo soja .....	25
Figura 2 - Cadeia produtiva da soja.....	25
Figura 3 - Distribuição dos modais de transporte na movimentação de soja no Brasil.....	31
Figura 4 - Distribuição por modal de chegada nos 10 principais portos brasileiros no ano de 2017 .....	33
Figura 5 - Principais corredores logísticos brasileiros para exportação de grãos.....	35
Figura 6 - Comparativo das exportações de grãos nos principais corredores logísticos brasileiros entre os anos de 2014 e 2017 .....	36
Figura 7 - Processo de obtenção de NPK, produção e distribuição.....	38
Figura 8 - Cadeia produtiva de fertilizantes .....	41
Figura 9 - Comparativo do PIB do agronegócio brasileiro, 2017 e 2018, em R\$ Milhões .....	42
Figura 10 - Variação percentual anual de carga, preço e faturamento de insumos – Comparativo 2017/2018 .....	42
Figura 11 - Histórico das cargas de importação e produção nacional de fertilizantes .....	44
Figura 12 - Histórico da carga de fertilizantes entregue ao mercado nacional (2015 - 2018)..	45
Figura 13 - Operação de fertilizantes por meio dos portos de Santos e Paranaguá.....	46
Figura 14 - Principais portos de origem e estados de destino dos fertilizantes importados pelo Brasil.....	47
Figura 15 - Histórico da carga de fertilizantes entregue ao mercado nacional (2015 - 2018)..	48
Figura 16 - Variação dos valores de fretes de fertilizantes com origem nos portos de Paranaguá e Santos e destino no município de Rondonópolis no ano de 2018.....	49
Figura 17 - Evolução do número de caminhões do Brasil – período de 2001 a 2016.....	56
Figura 18 - Evolução da malha rodoviária total segundo a situação física – período de 2001 a 2015 .....	57
Figura 19 - Emissões de Gases de Efeito Estufa por setor no Brasil – série histórica .....	60
Figura 20 - A expansão do escopo de atuação da logística .....	78
Figura 21 - Etapas da pesquisa da utilização da logística colaborativa entre as operações de soja e de fertilizantes nos portos Santos e Paranaguá.....	90
Figura 22 - Escopos do <i>GHG Protocol</i> em uma cadeia de valor .....	104
Figura 23 - Operação de soja e de fertilizantes por meio dos portos de Santos e Paranaguá no ano de 2018.....	115
Figura 24 - Comparativo mensal de quilômetros rodados com o caminhão vazio nas operações de soja e de fertilizantes nos portos de Santos e Paranaguá no ano de 2018.....	116
Figura 25 - Operação de soja mato-grossense pelo porto de Santos no ano de 2018.....	116
Figura 26 - Operação de soja mato-grossense pelo porto de Paranaguá no ano de 2018.....	117
Figura 27 - Média mensal de descarregamento de soja nos portos de Santos e Paranaguá no ano de 2018.....	117
Figura 28 - Consumo mensal de diesel identificado a partir da aplicação do questionário - por porto no ano de 2018 .....	118
Figura 29 - Comparativo de custo operacional de transporte estimado a partir da aplicação do questionário - por porto no ano de 2018.....	119
Figura 30 - Emissão de CO <sub>2</sub> por porto (kg CO <sub>2</sub> ) no ano de 2018 (metodologia <i>GHG Protocol</i> ) .....	119
Figura 31 - Consumo médio identificado dos caminhões a partir da aplicação do questionário para as rotas de Santos e Paranaguá (2018).....	124
Figura 32 - Consumo médio por viagem das rotas com destino aos portos de Santos e Paranaguá no ano de 2018 .....	124



Figura 33 – Calendário nacional de plantio e colheita – Soja .....	127
Figura 34 - Operação de soja e de fertilizantes no ano de 2018 – Porto de Santos.....	127
Figura 35 - Operação de soja e de fertilizantes no ano de 2018 – Porto de Paranaguá.....	128
Figura 36 - Evolução da produção de grãos e da capacidade estática de armazenamento brasileira .....	129
Figura 37 – Variação da carga de soja nos meses de julho a dezembro de 2018 no porto de Santos .....	133
Figura 38 - Comparativo entre carga de fertilizantes e variação nos meses de julho a dezembro de 2018 no porto de Paranaguá .....	133
Figura 39 – Comportamento do frete de soja e fertilizantes para a rota Rondonópolis (MT) e Santos (SP) no ano de 2018.....	134
Figura 40 – Comportamento do frete de soja e fertilizantes para a rota Rondonópolis (MT) e Paranaguá (PR) no ano de 2018 .....	135
Figura 41 – Variação do valor do frete no segundo semestre de 2018 para o porto de Santos .....	137
Figura 42 - Variação do valor do frete no segundo semestre de 2018 para o porto de Paranaguá.....	138
Figura 43 - Comportamento do valor do frete de fertilizante transportado a partir do porto de Santos no ano de 2018.....	142
Figura 44 - Custo por caminhão no transporte de fertilizante no Porto de Santos em 2018 ..	142
Figura 45 – Comparativo do custo total de transporte de fertilizante no Porto de Santos em 2018 .....	143
Figura 46 – Comportamento do custo total de transporte de fertilizante em função da frota no Porto de Santos em 2018 .....	143
Figura 47 - Comportamento do valor do frete de fertilizante transportado a partir do porto de Paranaguá no ano de 2018.....	145
Figura 48 - Custo por caminhão no transporte de fertilizante no Porto de Paranaguá em 2018 .....	145
Figura 49 – Comportamento do custo total de transporte de fertilizante em função da frota no Porto de Paranaguá em 2018 .....	146
Figura 50 - Evolução das emissões de CO <sub>2</sub> com a aplicação da logística colaborativa na operação de transporte de fertilizante no Porto de Santos no ano de 2018 .....	147
Figura 51 – Relação entre o valor do frete e a emissão de CO <sub>2</sub> na logística colaborativa do transporte de fertilizante no Porto de Santos no ano de 2018 .....	148
Figura 52- Comportamento das emissões de CO <sub>2</sub> com a aplicação da logística colaborativa na operação de transporte de fertilizante no Porto de Paranaguá no ano de 2018 .....	149
Figura 53 – Relação entre o valor do frete e a emissão de CO <sub>2</sub> na logística colaborativa do transporte de fertilizante no Porto de Paranaguá no ano de 2018 .....	150
Figura 54 – Apresentação gráfica do indicador do custo de transporte no porto de Santos para o ano de 2018.....	151
Figura 55 - Apresentação gráfica do indicador financeiro no porto de Paranaguá para o ano de 2018 .....	152
Figura 56 – Comportamento do indicador financeiro no primeiro semestre de 2018, para o porto de Santos .....	154
Figura 57 - Comportamento do indicador financeiro no segundo semestre de 2018, para o porto de Santos .....	155
Figura 58 - Comportamento do indicador financeiro no primeiro semestre de 2018, para o porto de Paranaguá .....	156
Figura 59 - Comportamento do indicador financeiro no segundo semestre de 2018, para o porto de Paranaguá .....	157

Figura 60 - Apresentação gráfica do indicador ambiental no porto de Santos para o ano de 2018 .....	158
Figura 61 - Evolução do indicador ambiental no primeiro semestre de 2018, para o porto de Santos .....	159
Figura 62 - Comportamento do indicador ambiental no segundo semestre de 2018, para o porto de Santos .....	160
Figura 63 - Apresentação gráfica do indicador ambiental no porto de Paranaguá para o ano de 2018 .....	161
Figura 64 - Comportamento do indicador ambiental no primeiro semestre de 2018, para o porto de Paranaguá .....	163
Figura 65 - Comportamento do indicador ambiental no segundo semestre de 2018, para o porto de Paranaguá .....	164
Figura 66 – Indicador Financeiro das rotas analisadas no Porto de Santos no ano de 2018 ..	167
Figura 67 – Indicador Financeiro das rotas analisadas no Porto de Paranaguá no ano de 2018 .....	168
Figura 68 – Indicador Financeiro por Origem e Destino no ano de 2018 .....	169
Figura 69 – Indicador Financeiro para a rota Campo Novo do Parecis – Santos no ano de 2018 .....	171
Figura 70 – Indicador ambiental das rotas analisadas no Porto de Santos no ano de 2018 ...	173
Figura 71 – Indicador ambiental das rotas analisadas no Porto de Paranaguá no ano de 2018 .....	174
Figura 72 - Indicador ambiental para a rota Campo Novo do Parecis – Santos no ano de 2018 .....	175
Figura 73 - Indicador Ambiental para a rota Campo Novo do Parecis – Paranaguá no ano de 2018 .....	176

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Cenário comparativo da sojicultura – safras 17/18 e 18/19 .....	28
Tabela 2 - Distribuição dos modais de transportes no Brasil referente ao ano de 2017.....	53
Tabela 3 - Exemplos de indicadores de ecoeficiência de aplicação geral ou genérica .....	74
Tabela 4 - Representatividade da carga de fertilizantes frente a soja.....	95
Tabela 5 - Caracterização do questionário aplicado.....	96
Tabela 6 - Distâncias médias das rotas analisadas a partir de uma ferramenta de roteirização online .....	105
Tabela 7 - Tamanho da amostra dos questionários aplicados .....	112
Tabela 8 - Análise do espaço amostral da coleta de dados.....	113
Tabela 9 - Tamanho mínimo da amostra por porto e amostra coletada .....	113
Tabela 10 - Características da frota envolvida no estudo obtidas por meio da aplicação do questionário .....	114
Tabela 11 - Fração da frota (fp) que participa da logística colaborativa identificada a partir da aplicação do questionário - por porto e cenários .....	114
Tabela 12 - Carga média mensal movimentada nos portos de Santos e Paranaguá no ano de 2018.....	120
Tabela 13 - Valor médio da tonelada do frete praticado nas operações de soja e fertilizantes nos portos de Santos e Paranaguá no ano de 2018 .....	121
Tabela 14 - Médias de dispersão referente aos valores dos fretes de soja e fertilizantes no ano de 2018 .....	121
Tabela 15 - Análise do custo de transporte das operações de soja e fertilizantes nos portos de Santos e Paranaguá no ano de 2018.....	122
Tabela 16 - Custo de transporte total por porto no ano de 2018 identificados nas bases de dados.....	122
Tabela 17 - Resultados financeiros obtidos a partir da aplicação da logística colaborativa – ano de 2018.....	123
Tabela 18 - Número de viagens necessárias para realizar as operações de soja e de fertilizantes – ano de 2018.....	125
Tabela 19 - Resultados ambientais para os portos de Santos e Paranaguá – ano de 2018 .....	125
Tabela 20 - Variação semestral da carga de soja e fertilizantes no ano de 2018.....	130
Tabela 21 - Cargas transportadas e variação mensal no porto de Santos para o segundo semestre de 2018 .....	131
Tabela 22 - Cargas transportadas e variação mensal no porto de Paranaguá para o 2º semestre .....	131
Tabela 23 - Variação semestral do valor do frete nos portos de Santos e Paranaguá no ano de 2018.....	136
Tabela 24 - Valores do frete nos meses de julho a dezembro de 2018 para o porto de Santos .....	136
Tabela 25 - Valores do frete nos meses de julho a dezembro de 2018 para o porto de Paranaguá.....	137
Tabela 26 - Resultado financeiro obtido com a aplicação da logística colaborativa na operação de fertilizante no Porto de Santos no ano de 2018 .....	141
Tabela 27 - Resultado financeiro obtido com a aplicação da logística colaborativa na operação de fertilizante no Porto de Paranaguá no ano de 2018 .....	144
Tabela 28 – Indicador Ambiental na operação de fertilizante no Porto de Santos no ano de 2018.....	147

Tabela 29 - Resultado ambiental obtido com a aplicação da logística colaborativa na operação de fertilizante no Porto de Paranaguá no ano de 2018 .....	148
Tabela 30 - Indicador de custo de transporte para o ano de 2018 no porto de Santos .....	151
Tabela 31 – Indicador de custo de transporte para o ano de 2018 no porto de Paranaguá.....	152
Tabela 32 – Indicador financeiro para o porto de Santos no primeiro semestre de 2018 .....	153
Tabela 33 - Indicador financeiro para o porto de Santos no segundo semestre de 2018.....	154
Tabela 34 - Indicador financeiro para o porto de Paranaguá no primeiro semestre de 2018 ..	155
Tabela 35 - Indicador financeiro para o porto de Paranaguá no segundo semestre de 2018..	156
Tabela 36 - Indicador Ambiental para o porto de Santos o ano de 2018 .....	158
Tabela 37 - Indicador Ambiental para o porto de Santos no primeiro semestre de 2018 .....	159
Tabela 38 - Indicador ambiental para o porto de Santos no segundo semestre de 2018.....	160
Tabela 39 - Indicador ambiental para o ano de 2018 no porto de Paranaguá.....	161
Tabela 40 - Indicador ambiental para o porto de Paranaguá no primeiro semestre de 2018..	162
Tabela 41 - Indicador ambiental para o porto de Paranaguá no segundo semestre de 2018..	163
Tabela 42 - Carga de soja por município e porto no ano de 2018.....	166
Tabela 43 – Indicador Financeiro por rota no Porto de Santos no ano de 2018.....	166
Tabela 44 – Indicador Financeiro por rota no Porto de Paranaguá no ano de 2018.....	167
Tabela 45 - Carga e Taxa de Exportação para a rota Campo Novo do Parecis x Santos e Paranaguá no ano de 2018 .....	170
Tabela 46 - Carga de soja e fertilizantes dos portos de Santos e Paranaguá (março/2018) ...	170
Tabela 47 - Carga de soja e fertilizante nas rotas Campo Novo do Parecis x Santos e Paranaguá (março/2018).....	170
Tabela 48 - Indicador Financeiro para a rota Campo Novo do Parecis – Santos no ano de 2018 .....	171
Tabela 49 - Indicador ambiental por rota no Porto de Santos no ano de 2018.....	172
Tabela 50 - Indicador ambiental por rota no Porto de Paranaguá no ano de 2018.....	173
Tabela 51 - Indicador ambiental para a rota Campo Novo do Parecis – Santos no ano de 2018 .....	174
Tabela 52 - Indicador ambiental para a rota Campo Novo do Parecis – Paranaguá no ano de 2018 .....	175
Tabela 53 – Contribuições gerais da aplicação da logística colaborativa .....	176

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Explicação das variáveis da Equação 7.....	109
Quadro 2 - Explicação das variáveis da Equação 11.....	111

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAPA	Associação Americana de Autoridades Portuárias
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ALL	América Latina Logística
ALLMN	Malha Norte da América Latina Logística
ALLMS	Malha Sul da América Latina Logística
ANDA	Associação Nacional para Difusão de Adubos
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
ANTT	Agência Nacional dos Transportes Terrestres
BRICS	Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul
CADE	Conselho Administrativo de Defesa Econômica
CEMDS	Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CH <sub>4</sub>	Metano
CIE	Comércio Internacional de Emissões
CIM	Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima
CISAP	Comissão Interministerial de Sustentabilidade na Administração Pública
CLM	<i>Council of Logistics Management</i>
CNA	Agricultura e Pecuária do Brasil
CNT	Confederação Nacional do Transporte
CO	Monóxido de Carbono
CO <sub>2</sub>	Gás Carbônico
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DAP	Fosfato Diamônio
EPA	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
EUA	Estados Unidos da América
EVTEA	Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
FCA	Ferrovia Centro Atlântica
FNSTN	Ferrovia Norte-Sul – Tramo Norte
FOB	<i>Free On Board</i>
GEE	Gases de Efeito Estufa
GHG	<i>Greenhouse Gases</i>
HC	Hidrocarbonetos
HFCs	Hidrofluorcarbonos
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IC	Implementação Conjunta
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

IEA	<i>International Energy Agency</i>
IFA	<i>International Fertilizer Association</i>
IMEA	Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
MAP	Fosfato Monoamônio
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCidades	Ministério das Cidades
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MDIC	Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
MP	Material Particulado
MT	Ministério dos Transportes
MTPA	Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil
N <sub>2</sub> O	Óxido Nitroso
NCHRP	National Cooperative Highway Research Program
NO <sub>x</sub>	Óxidos de Nitrogênio
NPK	Nitrogênio, Fósforo e Potássio
OECD	<i>Organization for Economic Co-operation and Development</i>
PAC P	Programa de Aceleração do Crescimento
PDAR	Plano de Desenvolvimento da Aviação Regional
PFCs	Perfluorcarbonos
PHE	Plano Hidroviário Estratégico
PIB	Produto Interno Bruto
PND	Programa Nacional de Desestatização
PNIH	Plano Nacional de Integração Hidroviária
PNL	Plano Nacional de Logística
PNLP	Plano Nacional de Logística Portuária
PNLT	Plano Nacional de Logística e Transportes
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNMC	Política Nacional de Mudança do Clima
PNPB	Programa Nacional de Produção e uso do Biodiesel
PNT	Política Nacional de Transportes
PROCONVE	Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores
PRONAR	Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar
RFFSA	Rede Ferroviária Federal S. A.
SAF	Secretaria da Agricultura Familiar
SF <sub>6</sub>	Hexafluoreto de Enxofre
SIDRA	Sistema IBGE de Recuperação Automática

SO <sub>x</sub>	Óxidos de Enxofre
TEGRAM	Terminal de Grãos do Maranhão
TKU	Toneladas Úteis por Quilômetro
UNCTAD	<i>United Nations Trade and Development</i>
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>
USDA	<i>U.S. Department of Agriculture</i>
VICS	<i>Voluntary Inter-Industry Commerce Standards</i>
WBSD	<i>World Business Council of Sustainable Development</i>
WRI	<i>World Resources Institute</i>



## LISTA DAS VARIÁVEIS DAS EQUAÇÕES

$c$	Ponderador da equação ( $0 \leq c \leq \frac{CTS}{CTF}$ )
CMC	Carga média do caminhão (t)
CMCC	Consumo médio do caminhão carregado (km/L)
CMCV	Consumo médio do caminhão vazio (km/L)
CTF	Carga total de fertilizantes (t)
CTS	Carga total de soja (t)
CTTF	Custo total do transporte de fertilizantes (R\$)
$CTTF_{fp}$	Custo total do transporte de fertilizantes em função de $f_p$ (R\$)
DMT	Distância média do trajeto (km)
$e$	Margem de erro máxima admitida (0,05)
fep	Fator de emissão (2,603 kg CO <sub>2</sub> /L)
$f_p$	Fração da frota que participa da logística colaborativa $\{f_p \in \mathbb{R} \mid 0 \leq f_p \leq 1\}$
IA	Indicador Ambiental
IF	Indicador Financeiro
$n$	Tamanho mínimo da amostra avaliada
$N$	Espaço amostral (número de questionários aplicados por porto)
$p$	Proporção que se espera encontrar (adota-se 0,5)
QC02	Quantidade de CO <sub>2</sub> produzida (kg CO <sub>2</sub> )
VFF	Valor do frete de fertilizante (R\$)
VTFF	Valor da tonelada do frete de fertilizante (R\$/t)
VTFS	Valor da tonelada do frete da soja (R\$/t)
VVFF	Valor virtual do frete de fertilizante (R\$/t)
$Z$	Valor do nível de confiança desejado (nível de confiança de 95% = 1,96)

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	20
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	23
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	23
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	24
3.1 PANORAMA DA SOJA E DE FERTILIZANTES NO BRASIL .....	24
3.1.1 A produção de soja no Brasil.....	24
3.1.2 Panorama e perspectivas da sojicultura .....	28
3.1.3 Logística da operação de soja .....	29
3.1.4 Corredores logísticos de soja.....	33
3.1.5 O mercado de fertilizantes no Brasil .....	37
3.1.5.1 A produção agrícola nacional e a dependência de fertilizantes.....	41
3.2 O TRANSPORTE DE CARGAS NO BRASIL E A EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE).....	50
3.2.1 Transporte de cargas no Brasil .....	52
3.2.2 Emissões de GEE no Brasil .....	58
3.2.3 Monitoramento de emissões .....	62
3.2.3.1 A influência dos veículos automotores na poluição das grandes cidades .....	63
3.2.4 Mudanças climáticas: Políticas, protocolos e normas .....	64
3.2.4.1 <i>Greenhouse gas - GHG Protocol</i> .....	67
3.2.5 Ecoeficiência .....	68
3.2.5.1 Princípios fundamentais e princípios dos indicadores.....	72
3.2.5.2 Indicadores: cálculo e evolução.....	73
3.3 LOGÍSTICA COLABORATIVA .....	76
3.3.1 Sete proposições para a colaboração de sucesso .....	79
3.3.2 Melhorando o desempenho com a logística colaborativa.....	81
3.3.3 Transporte colaborativo.....	82
3.3.4 A gestão sustentável na logística e na cadeia de suprimentos.....	85
3.3.5 Iniciativas e ferramentas de apoio à sustentabilidade na logística .....	87
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	89
4.1 IDENTIFICAÇÃO E DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	89
4.2 DEFINIÇÃO DOS FLUXOS .....	90
4.2.1 Fluxo da Soja.....	90
4.2.2 Fluxo de Fertilizantes .....	91
4.3 CENÁRIOS AVALIADOS .....	91
4.3.1 Participantes .....	92
4.3.2 Instrumentos e materiais.....	92
4.3.2.1 Instrumento para verificação de incidência da logística colaborativa.....	93
4.3.2.2 Materiais para a definição e comparativos dos cenários .....	93
4.3.3 Identificação dos cenários .....	94
4.3.3.1 Identificação do cenário base .....	94
4.3.3.2 Identificação do cenário ideal.....	95
4.4 ANÁLISE DOS CENÁRIOS ESTUDADOS .....	95
4.4.1 Procedimento de coleta de dados.....	95
4.4.2 Procedimento de análise dos dados .....	99
4.4.3 Análise dos custos de transporte.....	101
4.4.4 Análise ambiental .....	103
4.4.5 Indicadores de Ecoeficiência .....	107
4.4.5.1 Indicador Financeiro.....	107

4.4.5.2 Indicador Ambiental .....	109
<b>5 RESULTADOS</b> .....	112
5.1 COMPARATIVO ENTRE CENÁRIOS E RESPECTIVAS ANÁLISES.....	112
5.1.1 Resultados financeiros .....	120
5.1.2 Resultados ambientais .....	123
5.2 LIMITAÇÕES DA LOGÍSTICA COLABORATIVA .....	126
5.2.1 Sazonalidade .....	126
5.2.2 Valor do frete.....	134
5.2.3 Comunicação, ativos e infraestrutura inadequada .....	138
5.2.4 Propostas voltadas para redução dos fatores limitantes da logística colaborativa .....	139
5.3 OTIMIZAÇÃO DOS CENÁRIOS – ECOEFICIÊNCIA.....	140
5.3.1 Indicadores de Ecoeficiência .....	151
5.3.2 Ecoeficiência por rota.....	165
5.3.2.1 Eficiência Financeira por Rota .....	166
5.3.2.2 Eficiência Ambiental por Rota .....	172
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	179
REFERÊNCIAS .....	182
ANEXOS .....	200

## 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 evidencia, 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. Em grande parte 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 arrojado, 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, clientes, consumidores ou outros participantes). Todos os 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).

No que diz respeito às questões relacionadas aos problemas econômicos e ambientais que tais práticas acarretam ao mercado e meio ambiente, muitos são os conceitos que podem ser relacionados a este contexto. Para esta pesquisa, o destaque volta-se para a ecoeficiência, que está se tornando cada vez mais um requisito fundamental para o sucesso nos negócios. A perspectiva de eficiência econômico-ecológica surgiu na década de 1990 como uma abordagem prática para o conceito mais abrangente de sustentabilidade. A ecoeficiência é a redução da intensidade do uso de recursos e minimização dos impactos ambientais causado pela produção de produtos ou serviços, juntamente com a criação de valor por meio de uma melhoria contínua do processo. Portanto, sua ideia básica é produzir mais com menos impacto ao meio ambiente.

Uma das definições mais citadas de ecoeficiência é do Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (WBSD, 2000), que a define como a possibilidade de entrega de serviços e bens, a preços competitivos, satisfazendo assim as necessidades humanas e reduzindo os impactos ambientais. Esse atendimento traz qualidade de vida, reduz o impacto ecológico e a intensidade do uso dos recursos ao longo de todo o ciclo de vida de um produto a um nível compatível com a capacidade estimada pelo planeta.

Para a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), ao ser ecoeficiente, bens e serviços podem ser produzidos com menos energia e menos matéria-prima, resultando em menos desperdício, menos poluição e menor custo.

A partir deste contexto, em que se mostram cada vez mais relevantes as questões relacionadas à redução de custos e emissão de Gases de Efeito Estufa, a utilização da logística colaborativa e os indicadores de ecoeficiência evidenciam-se no cenário acadêmico, visando principalmente a redução de custos; consumo de combustíveis fósseis e emissão de gases poluentes. Entretanto, tais estudos, abordam, de maneira geral, a temática da logística da

indústria e do varejo. Desta forma, o estudo aqui realizado visou preencher a lacuna da temática em torno do agronegócio brasileiro.

Como recorte de pesquisa, esta investigação buscou a análise da 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 também a análise dos impactos em termos de emissão de gases poluentes e a redução do custo de transporte.

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 CO<sub>2</sub> e do custo de transporte, o propósito desta tese foi estimar os benefícios ambientais, com enfoque na redução do consumo de combustíveis fósseis e das emissões de GEE, e financeiros, referente ao custo de transporte, a partir da logística colaborativa entre os fluxos pelos portos de Santos e Paranaguá da soja produzida no estado do Mato Grosso e de fertilizantes pelos mesmos portos com destino ao estado mato-grossense, implicando assim na otimização do uso dos veículos empregados na operação. Para tanto, foi 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 e financeiros com a redução do custo de transporte.

## 2 OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivo geral investigar a utilização da logística colaborativa no transporte de soja e fertilizantes entre o estado do Mato Grosso e os portos de Santos e Paranaguá, visando analisar e avaliar os impactos da sua adoção por meio de indicadores de ecoeficiência.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i. Investigar junto aos agentes atuantes no setor, com o auxílio de ferramentas estatísticas, qual a incidência de frete de retorno nos portos de Santos e Paranaguá nas operações de transporte de soja e fertilizantes.
- ii. Propor indicadores de ecoeficiência relacionados o custo do transporte e à emissão de CO<sub>2</sub>.
- iii. Identificar os principais fatores que hoje contribuem e limitam a logística colaborativa entre soja e fertilizantes nos portos de Santos e Paranaguá.
- iv. Analisar os impactos obtidos nos indicadores de ecoeficiência a partir da intensificação da logística colaborativa entre soja e fertilizantes nos dois portos estudados.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

Inicialmente será apresentado o histórico da cultura de soja e fertilizantes no Brasil e suas perspectivas atuais a fim de fazer uma breve contextualização sobre o tema, mostrando a importância da logística no seu processo de exportação, para posteriormente descrever o transporte de cargas no Brasil e a emissão dos Gases de Efeito Estufa (GEE). Os impactos de políticas ambientais sobre a economia brasileira também serão tratados para, posteriormente, conceituar e mostrar a importância da Logística Colaborativa na redução dos GEE a partir da perspectiva de eficiência.

#### 3.1 PANORAMA DA SOJA E DE FERTILIZANTES NO BRASIL

Nesta seção, apresenta-se um breve panorama acerca da produção de soja e fertilizantes no contexto nacional, tendo como foco o processo de transporte desses dois produtos. Inicia-se a discussão apresentando as perspectivas da soja.

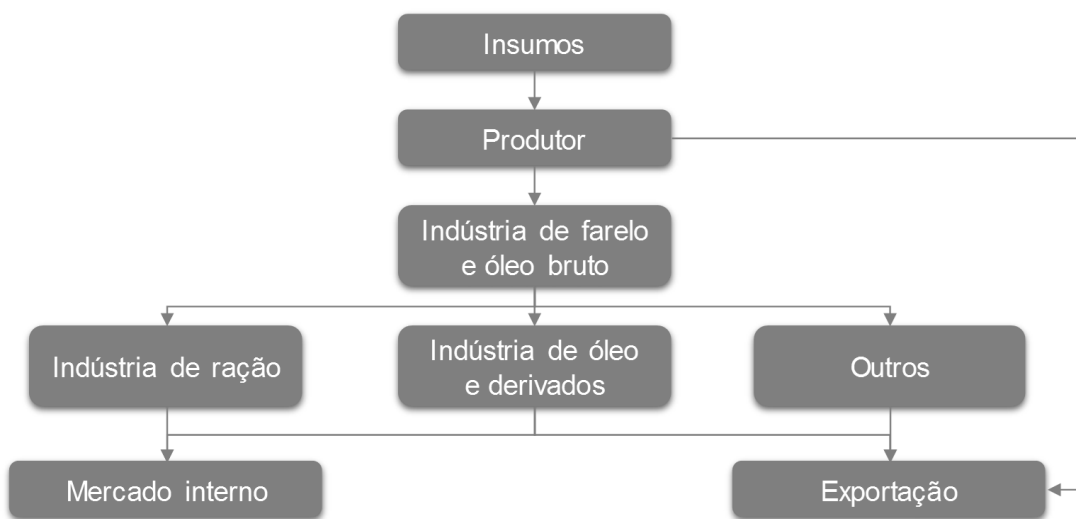
##### 3.1.1 A produção de soja no Brasil

A soja tem sua origem no continente asiático e atualmente está em primeiro lugar no *ranking* das oleaginosas, tanto pelo aspecto de quantidade produzida como pela comercializada internacionalmente. Constitui-se como a principal fonte de proteína para alimento animal, sendo que seu óleo só perde em consumo para o óleo de palma (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014).

Considerando somente as oleaginosas, a soja representou, no ano de 2016, 40,3% da carga total de produção e 42,2% do que foi negociado no mercado internacional. Entretanto, a sua relevância não se atém somente à produção de grão. Contempla também a configuração de um complexo que envolve o processamento do grão e de seus principais derivados (óleo bruto e farelo de soja) e sua aplicação na forma de insumos para industrialização de outros produtos, como ração para animais, óleo comestível e óleo combustível (LEMOS *et al.*, 2017). A Figura 1 ilustra o complexo soja.



**Figura 1 - Complexo soja**



Fonte: LEMOS *et al.* (2017, p. 173)

Importante destacar que a célula dos Insumos, indicada no topo do fluxograma da Figura 1, representa os fornecedores de sementes, fertilizantes, defensivos, máquinas agrícolas e outros bens e serviços específicos, ou seja, toda estrutura produtiva e recursos necessários que favorecem ao produtor de soja obter uma safra de grãos. Na sequência do fluxograma, outras etapas são contempladas até o destino final da soja, que podem ser os mercados interno e internacionais (LEMOS *et al.*, 2017).

No que diz respeito à cadeia produtiva, esta tem o sincronismo de diferentes etapas que evidenciam a evolução das atividades. São setores que concentram determinadas funções que, em conjunto, caracterizam o complexo soja, configurando-se em uma organização o processo que contempla desde o setor de insumos até o ambiente de consumo, conforme ilustra o fluxograma a Figura 2.

**Figura 2 - Cadeia produtiva da soja**



Fonte: Adaptado de BRAINER (2013)

Para Lemos *et al.* (2017), esta visão mostra que a cadeia produtiva da soja tem na sua constituição setores como:

- a. Insumos, que têm a participação de fornecedores de defensivos, fertilizantes, sementes, máquinas, combustíveis etc.;
- b. Produção, na essência da palavra, com destaque para os produtores familiares ou empresariais; de armazenamento, com envolvimento de cooperativas e armazéns públicos ou particulares;
- c. Processamento, com abrangência para a indústria de rações animal e outros produtos finais; de distribuição, que atua na direção dos mercados externo e interno sob a forma de atacado e varejo; e
- d. Consumo, demarcado pelos mais variados modos de clientela.

Todas estas etapas em suas atuações sempre estão observadas e reguladas pelos órgãos e elementos que integram o ambiente institucional, como as leis e os mecanismos governamentais de comercialização, bem como o ambiente organizacional que destaca as organizações ligadas à assistência técnica, crédito e pesquisa (LEMOS *et al.*, 2017).

Existe uma estreita relação entre o consumo de fertilizantes e a produção agrícola no Brasil. Os fertilizantes comerciais são aplicados em culturas agrícolas para aumentar seu rendimento das culturas. Antes da década de 1950, a maior parte da agricultura ocorria em pequenas propriedades familiares com uso limitado de produtos químicos. A mudança, desde então, para grandes fazendas corporativas coincidiu com o uso de fertilizantes químicos em práticas agrícolas modernas. Os três principais tipos de fertilizantes comerciais utilizados são nitrogênio, fosfato e potássio.

A produção propriamente dita tem a participação de grandes produtores capitalizados, com extensas propriedades agrícolas, cultivo sustentado pela tecnologia e direcionado para o mercado. A cultura da soja só é viável economicamente em grandes áreas, com aproveitamento máximo dos recursos produtivos, com demanda de investimentos financeiros e custeio (COELHO, 2018).

Observando o cenário da cadeia produtiva da soja, Coelho (2018) ressalta que os entraves mais relevantes nesse processo são infraestruturais: a armazenagem é uma operação deficiente, pois a produção aumentou sem o mesmo comportamento para o sistema de armazenamento; as distâncias enfrentadas para escoar a produção, sendo que as estradas utilizadas encontram-se em condições precárias, e os modais ferroviário e aquaviário não

atendem à demanda, encarecendo assim o frete rodoviário; e as variações e instabilidade climática em certas regiões no período de crescimento da planta.

A soja em grão tem sua utilização pela indústria química e a agroindústria de alimentos, gerando produtos sólidos (proteína crua, ingredientes, farelo de ração animal, substitutos da carne e do leite, produtos integrais e óleo, tanto para cozinha como para combustível - biodiesel). A partir dessa gama de aplicações, percebe-se que o volume e a ampla possibilidade de aplicação fazem da soja um importante elemento de destaque no agronegócio brasileiro. Atualmente, o processamento da soja fica sob responsabilidade de empresas multinacionais que, a partir do ano 2.000, formaram agroindústrias esmagadoras com potencial para processar mais de três mil toneladas por dia, o que causou o fechamento de pequenas indústrias de base local (BRAINER, 2013).

De maneira geral, o processamento industrial dos grãos de soja pode ser dividido em duas etapas: a produção de óleo bruto, sendo o farelo considerado um resíduo; e o refino do óleo bruto para obter outros produtos derivados, como óleos refinados, margarina e gordura hidrogenada. O óleo bruto e o farelo de soja são destinados à exportação ou utilizados internamente como matéria-prima na fabricação de outros produtos nas indústrias de cosméticos, farmacêutica, veterinária. O farelo de soja tem utilidade tanto na fabricação de ração, como também é usado de forma direta como alimento devido ao seu elevado valor nutricional e do baixo custo relativo. Existem outros modos de usos da soja, tais como: bebidas (leite ou adicionada a sucos de frutas), óleo de cozinha, temperos, gorduras vegetais, maionese e margarina. As indústrias de cosméticos, farmacêutica, de adubos, veterinária, tintas e vernizes também fazem uso da soja em seus processos produtivos (LEMOS *et al.*, 2017).

Coelho (2018) também destaca a questão dos impactos ambientais, pelo uso em grande escala de agrotóxicos e transgênicos, que eliminam não apenas os agentes associados à cultura, como também os que atuam no combate natural das pragas. Já os impactos econômicos provenientes da migração e crescimento populacional dos centros urbanos nas regiões de produção no Nordeste, onde a infraestrutura de serviços básicos oferecidos à população, como moradia, educação, saúde, saneamento e segurança, não acompanhou a taxa de crescimento.

Por esta visão, a cadeia produtiva da soja concentra etapas que se organizam sincronizadamente entre os insumos e o consumo. Trata-se de um processo evolutivo de produção de grão e disponibilidade de produtos ao uso.

### 3.1.2 Panorama e perspectivas da sojicultura

Ao analisar o panorama de soja no Brasil, nota-se ele como 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 (COELHO, 2018).

A produção de soja no Nordeste ocorre nos cerrados devido à topografia plana e pouco ondulada, o que contribui para a mecanização, e pelo valor da terra ser menor, fatores que estimularam a migração dos produtores em busca de 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 números expressivos, conforme dados da Tabela 1.

**Tabela 1** - Cenário comparativo da sojicultura – safras 17/18 e 18/19

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 no 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 um 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 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.

### 3.1.3 Logística da operação de soja

A agricultura brasileira vem passando por transformações importantes a cada ano e constituindo-se como elemento que tem contribuído diretamente nos movimentos que impulsionam a economia interna do país (SILVEIRA, 2014). Nessa perspectiva, o Brasil evoluiu de produtor coadjuvante na década de 1970, quando registrava produção de grãos por volta de 46,9 milhões de toneladas, para respeitável posição de protagonista no cenário mundial, com a expectativa para a safra 2018/19 de quase 240 milhões de toneladas de grãos (CONAB, 2018).

O desenvolvimento do setor produtivo de grãos vem acontecendo devido à dinâmica dos mais variados empreendimentos colocados em prática, como o processo de agro industrialização, abrangência de novas áreas de cultivo, caracterizando elevação da produção, implementação de tecnologias inovadoras em sementes, equipamentos, métodos de trabalho, execução das operações agrícolas e de logísticas de transporte, armazenagem, bem como o crescimento e variação da demanda e consumo de alimentos no mundo, efeitos do aumento da população mundial e da renda per capita (SILVEIRA, 2014).

Neste cenário, a cultura da soja respondeu por 60% de toda área cultivada para produção de grãos na safra 2018/19 no Brasil, com sua expansão direcionada em atender à indústria do complexo soja e às demandas do mercado internacional pela oleaginosa. Constituiu-se no

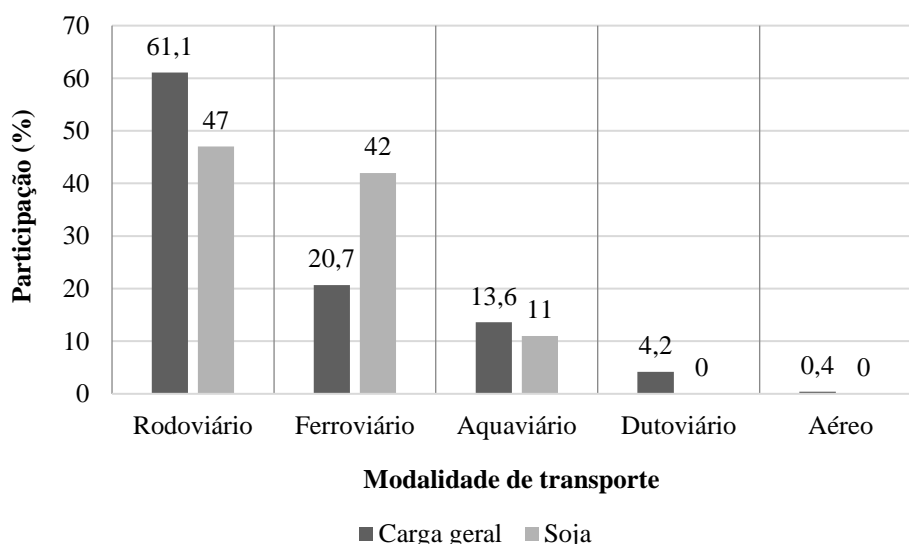
produto agrícola mais exportado na safra 2017/18, com 64% de toda produção de soja e 34% do total de grão produzidos no Brasil, o que correspondeu a uma carga de 76 milhões de toneladas (CONAB, 2018).

Mesmo os EUA sendo apontados como o maior produtor mundial de soja, com uma projeção de 119,5 milhões de toneladas para 2018, o Brasil segue logo atrás com uma estimativa de produção de 112,0 milhões de toneladas. Juntos, produzem mais de 231 milhões de toneladas do grão, o que equivale a mais de 66,0% da produção do planeta (USDA, 2018).

Toda a carga de soja produzida e destinada às exportações demanda uma logística estruturada para fazer com que o produto chegue às plataformas exportadoras. A concentração dos embarques nos portos acontece no período de colheita, que compreende os meses de março, abril e maio. O processo de movimentação das cargas de soja entre o produtor e o ponto de carregamento destinado ao mercado internacional, demanda a utilização dos modais rodoviário, ferroviário e hidroviário (CONAB, 2017b; BRASIL, 2017).

De acordo com a Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2018a), a matriz de transportes brasileira apresenta a distribuição percentual da participação dos modais na movimentação das cargas gerais (total) e a respectiva representatividade para movimentação de soja, conforme a Figura 3.

**Figura 3** - Distribuição dos modais de transporte na movimentação de soja no Brasil



**Fonte:** Adaptado de BRASIL (2017); CNT (2018a)

Cabe ressaltar que o modal aquaviário, preferencialmente, é utilizado pelos portos do Arco Norte, que cresce ano a ano. Para transportar toda produção de soja destinada à

exportação, desde as áreas produtoras até os pontos de embarque, o Brasil faz uso de três modais. Nas regiões tradicionais (Sul e Sudeste) predomina o modal ferroviário, entretanto, no Centro-Oeste, Norte e Nordeste, ainda se evidencia o transporte rodoviário até as hidrovias ou portos. Pelo aspecto em que se apresenta o sistema de movimentação de carga, melhorar a logística de escoamento da produção nestas regiões é de fundamental importância para a competitividade das *commodities* brasileiras (BRASIL, 2017).

Ter conhecimento do trajeto entre a área produtiva e o porto de exportação é essencial para estabelecer o planejamento de transporte. O Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) reúne dados informativos de exportação de grãos de cada município para cada ponto de embarque. Por meio destas informações, pode-se constituir um plano de trabalho com dimensionamento das capacidades das bacias de escoamento de grãos e suas rotas.

Ressalta-se que, para elevar as exportações no Eixo Norte, é preciso realizar obras para melhorar a competitividade logística destas opções de transporte. Já as regiões tradicionais têm seus traçados de movimentação de cargas bem estabelecidos, porém as áreas de expansão da produção de grãos constituídas depois da década de 1970 ainda não contam com opções estruturadas de modais. Os municípios localizados nestas regiões decidem por variados caminhos indicados pelo critério de menor custo (BRASIL, 2017).

O modal rodoviário dispõe de características menos vantajosas ao transporte de grãos para grandes percursos, isto devido à baixa capacidade de carga por veículo, o que na soma da movimentação reflete em menor eficiência energética e custos mais elevados. É favorável para distâncias pequenas quando comparado ao ferroviário e o hidroviário, em situações em que o ponto de origem e local de destino são próximos (CNT, 2017).

Mesmo com fatores pouco favoráveis ao seu uso isolado no transporte de *commodities* agrícolas, o modal rodoviário tem grande representatividade na matriz de escoamento da soja, reflexo da baixa intensidade da malha ferroviária e da pouca utilização das hidrovias pela falta de investimentos para assegurar a navegabilidade nos rios do país. Dessa forma, a oferta do transporte por ferrovias ou hidrovias é insuficiente para a demanda e concorrência no período de pico da safra (CNT, 2017).

De maneira geral, o modal rodoviário é flexível por estar presente desde o início ao final da cadeia produtiva da soja, podendo acessar locais não alcançados pelo ferroviário ou hidroviário, tem praticidade e é compatível com as mais variadas cargas e fluxos de transporte. Para o cenário da logística de operação de soja, este modal devia ser usado na movimentação da produção da origem ao ponto de transbordo para os modais mais eficientes para este tipo de

operação ou em trajetos menores dentro do sistema logístico. No entanto, em função da falta de políticas de motivação à prática da inter ou multimodalidade, e a pouca disponibilidade de infraestrutura apropriada ao transporte de soja pelos demais modais, as rodovias continuam com grande participação no escoamento de soja para exportação (CNT, 2017).

O modal ferroviário é recomendado para o transporte de grandes quantidades de carga e para destinos distantes. É considerado seguro, mais econômico e menos poluente ao ser comparado ao rodoviário. A indicação para o perfil geográfico do Brasil, que apresenta demanda para deslocamentos longos e o potencial para grandes quantidades, constituem fatores vantajosos ao desenvolvimento de ferrovias. As principais malhas que integram o transporte de soja são a Malha Norte e a Malha Sul da América Latina Logística (ALLMN e ALLMS), a Ferrovia Centro Atlântica (FCA) e a Ferrovia Norte-Sul – Tramo Norte (FNSTN).

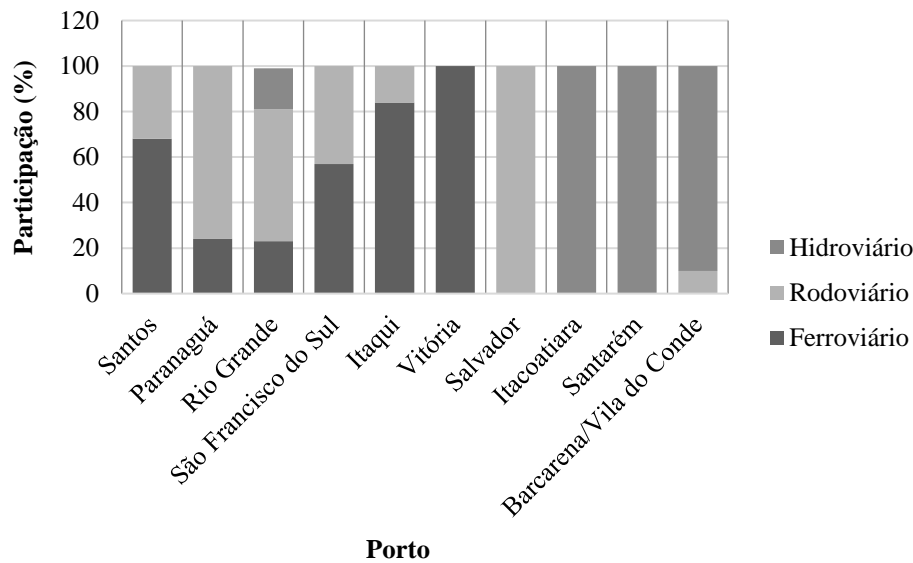
O modal hidroviário evidencia-se pela expansão da produção soja nas regiões Norte e Centro-Oeste, condicionado pelos problemas de armazenagem e escoamento das safras, elevação do valor do frete para chegar até o porto de Santos e Paranaguá, interferindo na competitividade nacional junto aos grãos produzidos em outros países. Essas situações têm motivado a busca por rotas alternativas para a exportação, como a troca da rota para Santos e Paranaguá pelo transporte por meio dos portos fluviais de Itacoatiara (Amazonas), Porto Velho (Rondônia) e Santarém/Miritituba (Pará) (LEMOS *et al*, 2017).

O modal hidroviário tem como vantagens em destaque o baixo custo do frete e a capacidade de transporte de grandes quantidades de carga. Por estes aspectos, a modalidade é indicada para a movimentação de produtos homogêneos e de baixo valor agregado, como a soja. No entanto, esse tipo de transporte é de baixa velocidade e, para o cenário atual do Brasil, menores ofertas e frequência. É realizado por conjunto de barcaças e empurradores, conhecidos por comboios. Em comparação com outros países que utilizam hidrovias de forma intensa, o sistema brasileiro é bastante limitado, o que se constitui em um fator para melhorias, como dragagens, remoção de pilares e ampliação de vãos de navegação (CNT, 2017).

Os modais ferroviário, hidroviário e rodoviário são os responsáveis pelo escoamento da soja produzida no país com destino à exportação. Durante o período de colheita, as operações são intensificadas, procurando cumprir os planejamentos estabelecidos com base na otimização dos recursos, tempo e custos (BRASIL, 2018). Nessa movimentação de cargas de soja para os pontos de exportações, cada porto, observando dados históricos, indicam o percentual de recepção para cada modal de transporte, como apresentado na Figura 4.



**Figura 4 - Distribuição por modal de chegada nos 10 principais portos brasileiros no ano de 2017**



**Fonte:** Adaptado de BRASIL (2017)

Os portos e modais de transporte que integram e se destacam no escoamento da soja fazem com que a logística de exportação tenha relação direta com a competitividade da soja brasileira. Os aspectos positivos verificados no setor produtivo, aliados à logística eficiente, potencializam a presença do país no mercado internacional. Por esse aspecto, a capacidade agrícola do Brasil, que é destacada, tem relação direta com a disponibilidade e a qualidade da infraestrutura logística em vigor e aos custos dela derivados (CNT, 2017).

Ressalta-se que os problemas logísticos brasileiros são reflexos da má qualidade da infraestrutura, inadequada distribuição modal, falta de incentivo para a inter ou multimodalidade e concentração geográfica dos recursos disponíveis que possam favorecer o escoamento de certas regiões. Nesta avaliação, percebe-se que os fatores considerados como vantajosos acabam sendo suprimidos pelos custos provenientes da ineficiência logística do país.

#### 3.1.4 Corredores logísticos de soja

Para Hirakuri e Lazzarotto (2011), o representativo aumento produtivo mundial de soja nas últimas décadas se deve a cinco fatores:

1. Produto importante no que tange à alimentação humana e animal, pois apresenta um teor de proteína significativamente elevado (em torno de 40% de sua composição);

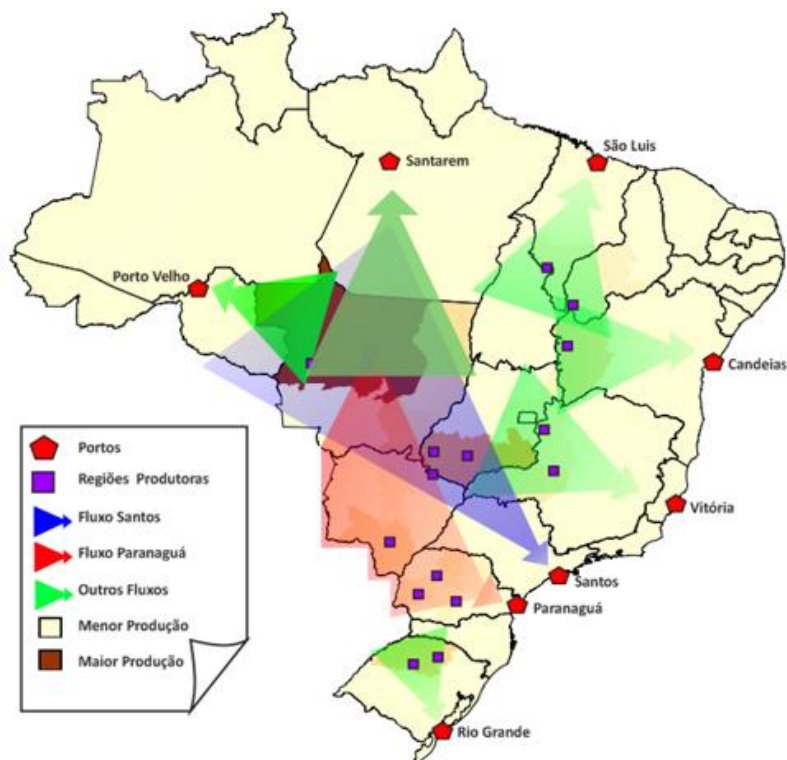
2. Potencial de produção de derivados pela extração de seu óleo, principalmente para alimentação humana e produção de biodiesel, haja vista que a oleaginosa apresenta aproximadamente 20% de óleo em sua composição;
3. A soja é caracterizada como uma *commodity*, ou seja, entre outras características, é padronizada e uniforme, podendo ser produzida e comercializada por uma diversidade de produtores no mundo;
4. O produto apresenta liquidez e alta demanda no mercado mundial; e
5. Aumento da oferta de avanços tecnológicos no âmbito da produção de soja nos últimos anos.

Neste contexto, o Brasil representou, no ano de 2015, aproximadamente 40% das exportações mundiais de soja, segundo dados da USDA (2016). Este cenário é explicado, de acordo com Cunha e Espíndola (2015), por três fatores fundamentais diretamente ligados às características da produção brasileira da *commodity*:

1. Aumento da demanda por soja destinada à alimentação animal;
2. A criação de um Sistema Nacional de Inovação;
3. As vantagens naturais do país frente aos competidores internacionais.

O Brasil, diante de sua intensa participação no mercado internacional de *commodities* agrícolas e sua grande extensão territorial, apresenta diversos corredores logísticos para exportação de seus produtos agroindustriais, como é observado na Figura 5.

**Figura 5** - Principais corredores logísticos brasileiros para exportação de grãos

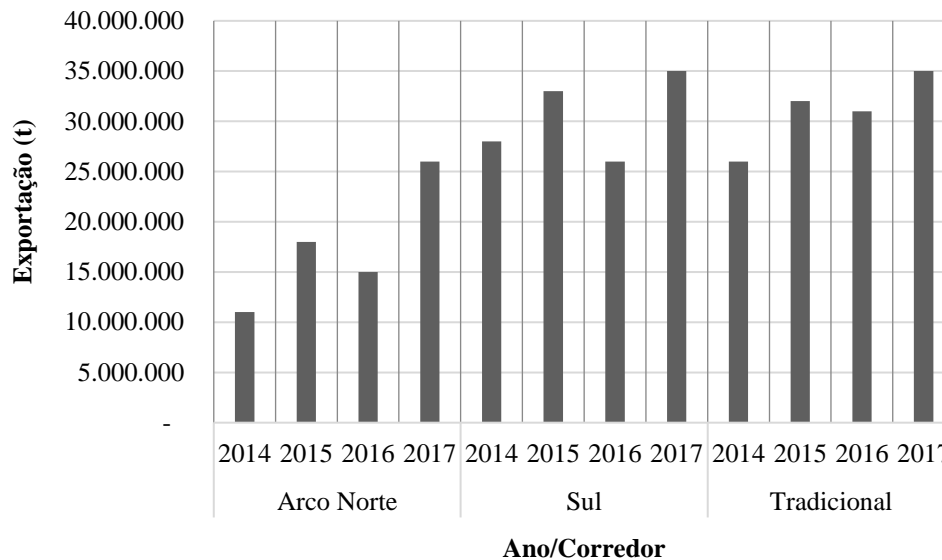


Fonte: MARTH *et al.*, (2017)

Destaca-se entre esses corredores, o corredor logístico com destino à Santos, englobando desde a região do Centro-Oeste brasileiro até o Sudeste do país. O fluxo de Paranaguá é também de grande importância, visto que capta parte da produção de grãos dos principais estados produtores: Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Paraná. Outros fluxos vêm desempenhando papel importante no escoamento de grãos do Brasil, principalmente aqueles destinados aos portos do Arco Norte, como Porto Velho, Santarém e São Luís. Tais corredores são elaborados a partir das origens e destinos mais representativos nos bancos de dados do MDIC (2017).

A Figura 6 representa a exportação acumulada de soja, farelo de soja e milho (grãos) escoada em três principais corredores logísticos: Tradicional (Paranaguá e Santos), Sul (Rio Grande e São Francisco do Sul) e Arco Norte (Barcarena, Manaus, Salvador Santarém e São Luís).

**Figura 6** - Comparativo das exportações de grãos nos principais corredores logísticos brasileiros entre os anos de 2014 e 2017



**Fonte:** Adaptado de MDIC (2017)

Do total exportado, mais de 50% ocorreu via corredor Tradicional, o que mostra a alta representatividade de apenas dois portos. Quanto ao Arco Norte, houve um aumento de 35% de suas exportações entre 2014 e 2016, representando neste último ano cerca de 21% das exportações totais. O ano de 2017 é referente ao acumulado entre janeiro e junho, entretanto, apenas nesse período, foram exportadas o equivalente a 77% do total do ano de 2016, visto que no ano anterior houve uma acentuada quebra de safra de grãos em importantes estados produtores, que prejudicou as exportações, principalmente pelo corredor do Arco Norte.

Segundo De Oliveira e Alvim (2017), a integração entre os modais de transporte para escoamento da soja brasileira é essencial para aumentar a competitividade desta *commodity* no mercado internacional, sendo necessário o desenvolvimento e a manutenção das principais rodovias, juntamente com a estruturação de armazéns, terminais de transbordo hidro e ferroviários e portuários. Conforme Lopes *et al.* (2016), os portos atualmente mais utilizados (Santos e Paranaguá) para exportação da soja brasileira são os que possuem os maiores custos logísticos comparativos, entretanto apresentam maior operacionalidade e capacidade de escoamento frente aos demais portos brasileiros. Ainda para tais autores, os portos do norte do país favorecem a exportação para Hamburgo, enquanto os do Sul para Xangai. Exclusivamente para o porto de Santos, segundo Oliveira *et al.* (2014), este ainda é favorecido pelo uso da ferrovia por meio do terminal de transbordo de Rondonópolis, da América Latina Logística (ALL).

Para Neto (2015), o sistema logístico atualmente utilizado para escoamento de soja no Brasil pressiona os portos do Sul e Sudeste, simultaneamente a um maior direcionamento que vem ocorrendo com a migração da exportação de grãos pelos portos do Norte do país, com destaque para Itacoatiara, Vila do Conde, Santarém e Itaqui. Porém, ainda há a necessidade de massivos investimentos nos portos e nas rotas de acesso. Segundo Lopes *et al.* (2015), reforça-se a necessidade de investimentos no Arco Norte, destacando-se uma maior exploração dos portos de Santarém e Barcarena. Neste sentido, o Arco-Norte necessita de algumas melhorias para que sua capacidade de escoamento permaneça aumentando nos próximos anos, sendo elas:

- a. Pavimentação do trecho de aproximadamente 90 km da BR 163, que antecede a chegada ao terminal hidroviário de Miritituba (PA);
- b. Facilitação na compra e construção de barcaças por parte das empresas brasileiras de navegação; e
- c. Melhor integração de capacidade entre os terminais de transbordo hidroviários e os portos exportadores.

No corredor logístico do Arco Norte, os portos de Santarém e de Vila do Conde, localizados às margens do rio Tapajós e rio Pará, respectivamente, podem ser acessados de duas maneiras: a) Por intermédio de Itaituba (PA), de onde as barcaças seguem via rio Tapajós; b) por meio de Porto Velho (RO), via rio Madeira, até Itacoatiara (AM), seguindo pelo rio Amazonas. Nos últimos anos, o setor privado, representado pelas grandes *tradings*, vem investindo massivamente neste corredor. Um exemplo disso é a Cargill, a qual possui um terminal de grãos em Santarém (PA) e opera um terminal em Porto Velho (RO), e a Bunge, que possui silos em Miritituba (PA) e opera um terminal de exportação em Vila do Conde (PA) (USDA, 2014). Segundo Pompermayer *et al.* (2014), o uso da intermodalidade entre rodovia e hidrovia, especificamente no caso de Santarém, desempenhou papel essencial para a redução de custos com transporte e facilitou a exportação de soja para a Europa.

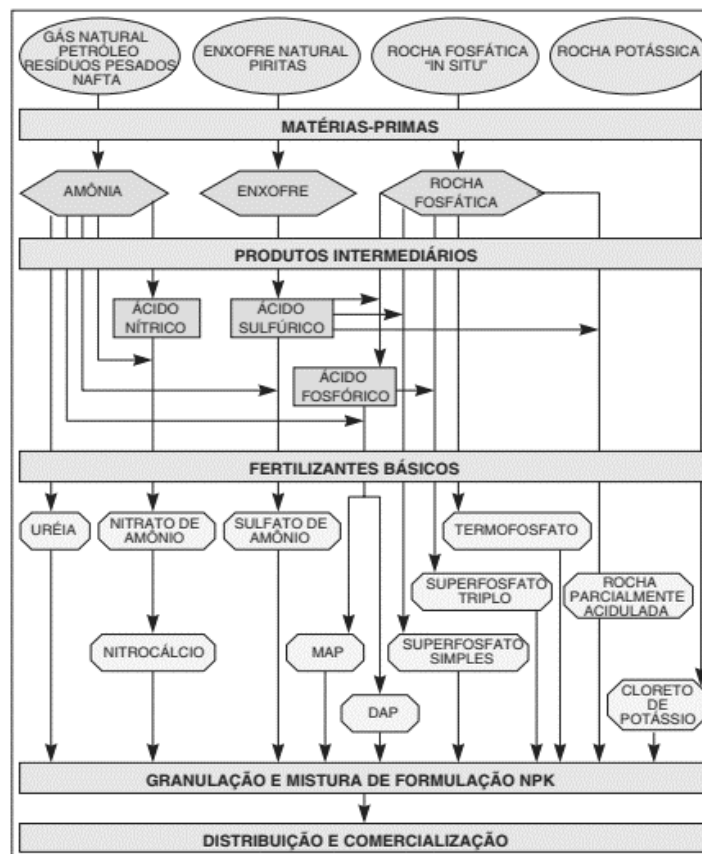
### 3.1.5 O mercado de fertilizantes no Brasil

A principal função dos fertilizantes é a reposição de nutrientes inexistentes ou perdidos do solo, além de ser elemento imprescindível para a manutenção da produtividade do cultivo. Dias e Fernandes (2006) apontam que os fertilizantes podem ser divididos em macro e micronutrientes (mineral ou orgânico). Quando se olha para o cultivo, entende-se que as plantas

necessitam de pequenas quantidades de micronutrientes e grandes quantidades de macronutrientes, que são o nitrogênio, potássio e fósforo, por exemplo. Assim, estes são os três principais compostos que compõe o fertilizante, e consequentemente, os mais comercializados. Para os fertilizantes minerais, estes possuem maior concentração de nutrientes quando comparado ao orgânico, e por isso, são os mais requeridos pela agricultura. Nesta classificação, nitrogênio, fósforo e potássio são classificados como fertilizantes minerais, sendo NPK a nomenclatura mais utilizada pela indústria de fertilizantes para esse composto.

Para o MME (Ministério de Minas e Energia, 2016), a obtenção de NPK passa pelo processo de extração das jazidas de fósforo e potássio e o nitrogênio é obtido a partir de processos industriais. Após a obtenção dessas matérias-primas, que são enviadas para as indústrias de produtos químicos inorgânicos, são produzidas as matérias-primas intermediárias (ácido sulfúrico, ácido fosfórico e amônia anidra), que são utilizadas para a produção de fertilizantes simples, ou seja, que possuem um ou dois desses nutrientes, sendo a produção dos fertilizantes finais e misturas de NPK obtida após esse processo. A Figura 7 resume esse processo.

**Figura 7 -** Processo de obtenção de NPK, produção e distribuição



Fonte: DIAS; FERNANDES (2006, p. 100)

Segundo Dias e Fernandes (2006), como matéria-prima básica para a composição dos fertilizantes, tem-se: rocha fosfática, enxofre e gás natural (para a obtenção do nitrogênio). Como matéria-prima intermediária, são considerados o ácido sulfúrico, ácido fosfórico, amônia anidra e o ácido nítrico. Após esse processo, obtém-se os fertilizantes básicos (superfosfato simples e superfosfato triplo). O MAP (fosfato monoamônio) e o DAP (fosfato diamônio) possuem concentrações distintas de fosfato e nitrogênio. Também se entende como fertilizantes intermediários: nitrato de amônio, ureia, cloreto de potássio e sulfato de amônio. Para a obtenção do fertilizante final, tem-se um ou mais macronutrientes e diversos nutrientes secundários. Ao se referir à cadeia produtiva de fertilizantes, nota-se uma diversidade de elos produtivos, como: as mineradoras, as misturadoras, a cadeia de importação e as transportadoras.

As mineradoras são o elo básico dessa cadeia produtiva, e são as responsáveis pela extração e beneficiamento mineral. Assim, é pelas mineradoras que se obtém as matérias-primas básicas e intermediárias que produzem os fertilizantes. No Brasil, há uma única jazida de potássio, localizada em Rosário do Catete (Sergipe), que é administrada pela Vale. No que diz respeito à importação, devido à carência de minerais para a produção de fertilizantes em território nacional, entende-se que a importação é um dos elos essenciais para a cadeia produtiva de fertilizantes. No Brasil, importa-se as matérias-primas para a produção de fertilizantes finais (ureia, DAP, MAP etc.), sendo a principal porta de entrada o Porto de Paranaguá, que é responsável por aproximadamente 40% das importações desses compostos.

As misturadoras são o elo produtivo final de onde os fertilizantes finais são obtidos (a partir dos básicos). Após este elo, os fertilizantes são encaminhados aos consumidores finais por meio das transportadoras. Estas apresentam relevante papel na cadeia, uma vez que transportam tanto as matérias-primas como os produtos finais para os produtores rurais. Neste ponto, cabe ressaltar que o transporte de fertilizantes se realiza, principalmente, por meio do frete de retorno, em que o caminhão que leva a carga até a zona portuária retorna com os fertilizantes, que são encaminhados para as misturadoras e logo após, aos consumidores finais (DIAS; FERNANDES, 2006).

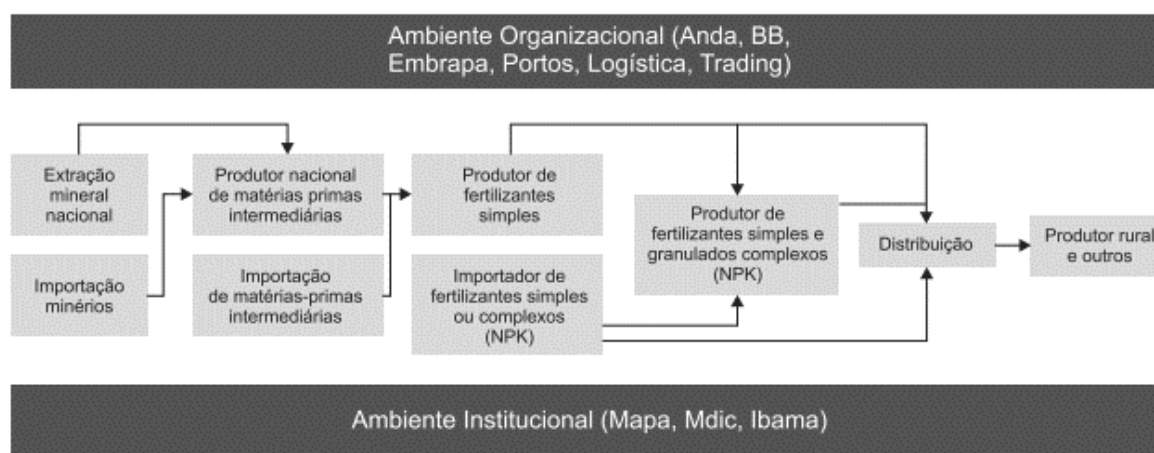
Para Saab e Paula (2008), entende-se que a indústria de fertilizantes é parte integrante do complexo químico no bloco de *commodities*, e sendo assim, apresenta características próprias de tecnologia e mercado, sendo que sua cadeia produtiva é composta de seis elos:

1. Segmento extrativo mineral (fornecedor da rocha fosfática, enxofre, rochas potássicas e gás natural);

2. Segmento produtor de matérias-primas intermediárias (ácido sulfúrico, ácido fosfórico e amônia anidra);
3. Segmento produtor de fertilizantes simples;
4. Indústria de fertilizantes mistos e granulados complexos;
5. Segmento de distribuição (atacado, varejo e toda a cadeia logística envolvida) e
6. Produtor rural.

A Figura 8 apresenta essa cadeia produtiva.

**Figura 8 - Cadeia produtiva de fertilizantes**



**Fonte:** Adaptado de SAAB; PAULA (2008)

No que diz respeito à indústria nacional, Fernandes *et al.* (2009) apontam que as primeiras fábricas de fertilizantes surgiram na década de 1940 e restringiam-se apenas à mistura de nitrogênio, fósforo e potássio, em que a totalidade da matéria-prima era advinda do mercado internacional. Em meados de 1960, iniciou-se uma pequena exploração de uma mina de fosfato. Já na década de 1970, o setor de fertilizantes no Brasil ingressou em uma fase de investimentos articulada pelo II Plano Nacional de Desenvolvimento, visando reduzir a dependência externa de insumos. Entre 1980 e 1990 iniciou-se a exploração das minas que atualmente são exploradas, como Tapira e Araxá.

Durante a década de 1990 inicia-se, no Brasil, o processo de abertura, desregulamentação e privatizações no mercado interno de fertilizantes, o que gerou alterações significativas na economia nacional. Dados do CADE (Conselho Administrativo de Defesa Econômica, 1997) mostram que tal ação liberalizante impulsionou uma elevada reestruturação



industrial, estimulando assim o grau de concentração, na tentativa de viabilizar uma escala ótima de produção e incremento da produtividade no mercado nacional.

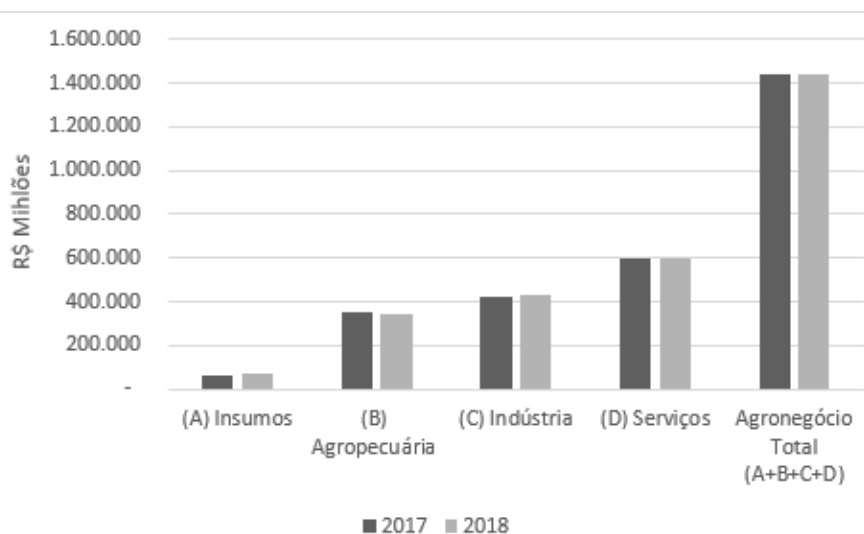
#### 3.1.5.1 A produção agrícola nacional e a dependência de fertilizantes

De acordo com os dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2018), o Brasil ocupa o terceiro lugar nas exportações das principais *commodities* agrícolas no mercado mundial, sendo um dos maiores fornecedores mundiais de carne de frango e bovina, soja (em grãos e farelo), açúcar, milho e suco de laranja. Para Marconato (2012), a soma de tecnologia apropriada à agricultura tropical com fatores como grande disponibilidade de solo, energia e água, conferem ao Brasil essa posição de destaque na produção e consequente possibilidade de exportação.

Neste contexto, vale destacar que o ganho de produtividade e as possibilidades de expansão de nossa agricultura são resultados de intensas pesquisas que visam a correção dos baixos índices de fertilidade dos solos no Brasil, principalmente no cerrado. Ao analisar a agricultura em solos tropicais, especificamente os solos encontrados no cerrado brasileiro, sabe-se que o cultivo só é possível a partir da correção da acidez do solo com a utilização de calcário e gesso, sendo este último, essencial para o condicionamento da superfície. Outro ponto de extrema importância para o cultivo bem-sucedido é a utilização de fertilizantes, para que seja possível ou a reposição de nutrientes suprimidos pelas culturas, ou para a construção da fertilidade do mesmo (DIAS; FERNANDES, 2006).

Levando em consideração a expressiva participação do Brasil no mercado internacional de *commodities* agrícolas, tem-se que as exportações agropecuárias correspondem a 40% das exportações totais, produzindo no ano de 2018 um saldo de US\$ 88,93 bilhões na Balança Comercial do agronegócio, o que contribui para um saldo de 40,84% para a Balança Comercial Brasileira (MDIC, 2018). Entende-se, portanto, que a relevância do país na oferta mundial de alimentos reflete diretamente na organização de sua economia. Para o CEPEA (2018), o PIB da agropecuária correspondeu à aproximadamente 20% do PIB total brasileiro no ano de 2018, fechando o ano de 2018 praticamente estável em comparação ao ano anterior, com um leve recuo de 0,01%, como pode ser visto na Figura 9.

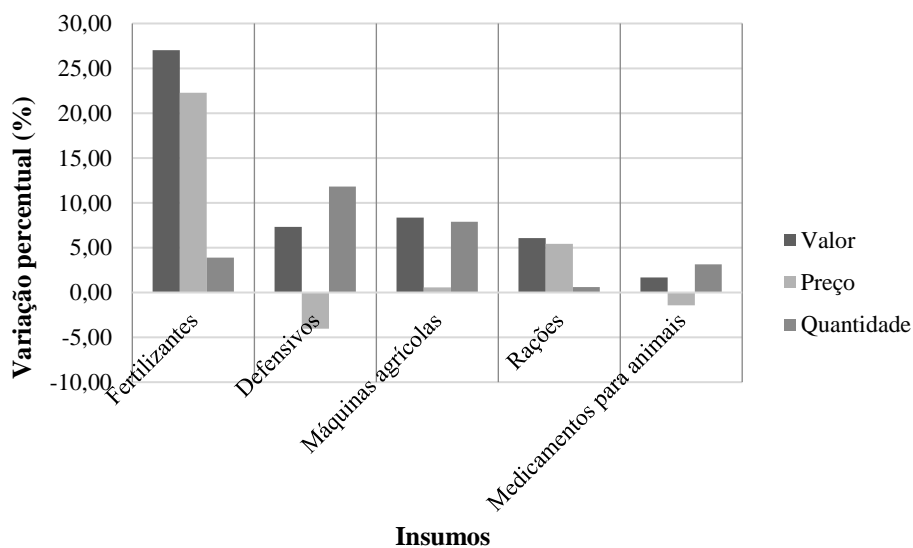
**Figura 9** - Comparativo do PIB do agronegócio brasileiro, 2017 e 2018, em R\$ Milhões



Fonte: Adaptado de CEPEA (2018)

De acordo com a Figura 9, pode-se observar que entre os anos de 2017 e 2018, insumos e indústria apresentam uma leve alta (ambas de menos de 1%), enquanto a agropecuária e serviços tiveram pequenas quedas. Especificamente quando se entra no detalhe do segmento de insumos, no qual os fertilizantes estão alocados, nota-se que este apresentou alta de aproximadamente 12% no ano de 2018, como pode ser visto na Figura 10.

**Figura 10** - Variação percentual anual de carga, preço e faturamento de insumos – Comparativo 2017/2018



Fonte: Adaptado de CEPEA (2018)

Assim como apresentado na Figura 10, vê-se que a indústria de fertilizantes obteve uma alta de 27,04% no comparativo dos anos de 2017 e 2018. Essa elevação é decorrente do aumento de preços, com alta de 22,27%, em função da greve dos caminhoneiros ocorrida em maio de 2018, o tabelamento dos fretes e a valorização das principais matérias-primas no mercado internacional, bem como a elevação da produção para 3,90% (CEPEA, 2018).

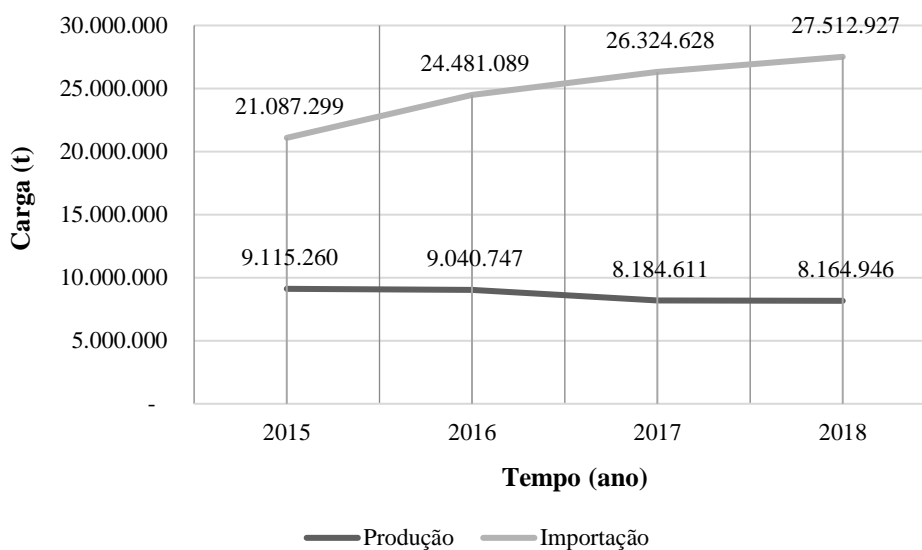
Apesar dos números de sucesso apresentados pela nossa agricultura, o Brasil ainda apresenta relevante potencial de crescimento na produção agrícola, levando em consideração a grande disponibilidade de terras cultiváveis. De acordo com dados da FAO (2018), estimando a área cultivada com culturas temporárias (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. Porém, para que a produção agrícola cresça nivelada com a demanda mundial de alimentos e seu mercado interno, vantagens climáticas e físicas, déficit na área de suprimentos, insumos e infraestrutura, é preciso equacionar alguns pontos (MARCONATO, 2012).

Assim, nota-se que o crescimento da produtividade agrícola se correlaciona com a utilização de um conjunto de insumos: fertilizantes químicos, que podem ser definidos como um produto orgânico ou mineral, sintético ou natural, e que fornecem ou mais nutrientes vegetais para o solo. Contudo, observa-se que são inúmeros os entraves enfrentados para a distribuição até que se chegue ao consumidor final, destacando-se os já mencionados gargalos logísticos, bem como a sazonalidade de caminhões nos portos. Um problema conhecido em decorrência deste desequilíbrio entre oferta e demanda, é a oscilação dos preços dos fretes no transcorrer do ano, impactando diretamente no valor final do produto.

Posto que existam diferentes projetos que visam ampliação da capacidade instalada para a produção de fertilizantes em território nacional, a agricultura brasileira continuará ainda por um longo período de tempo dependente da oferta internacional, devido à lenta maturação do processo de investimentos neste setor, bem como pela escassez de matéria-prima (MARCONATO, 2012). O processo de crescente necessidade de importação desse tipo de produto comparada à produção nacional pode ser observado na Figura 11.

**Figura 11** - Histórico das cargas de importação e produção nacional de fertilizantes

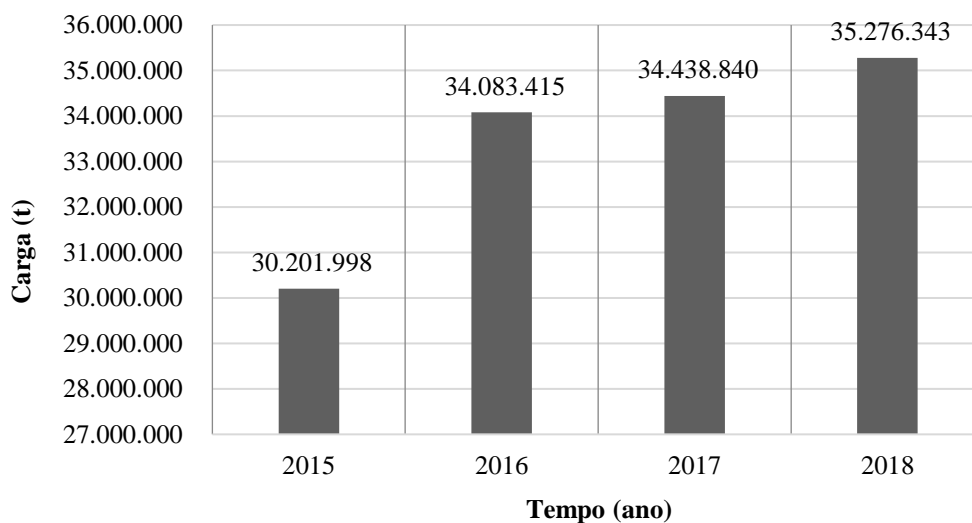


Fonte: ANDA (2019)

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, como já descrito anteriormente. Porém, o país não é autossuficiente na produção de adubos, como pode ser observado na Figura 11, dependendo assim 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).

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 Figura 12 apresenta a carga de fertilizantes entregue ao mercado nacional nos anos de 2015 a 2018.

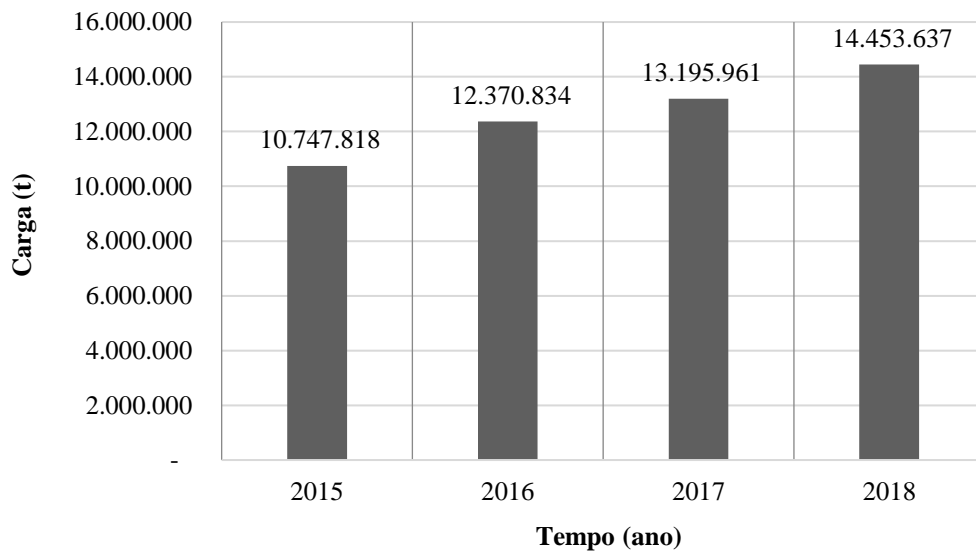
**Figura 12** - Histórico da carga de fertilizantes entregue ao mercado nacional (2015 - 2018)



**Fonte:** ANDA (2018)

Como pode ser observado na Figura 12, a carga de fertilizantes entregue ao mercado nacional no ano de 2015 correspondia a aproximadamente 30 milhões de toneladas, enquanto que no ano de 2018 essa carga subiu para mais de 35 milhões. Entre 2016 e 2017, a carga total de fertilizantes entregue ao mercado aumentou somente 1%. No Brasil, sabe-se que o crescimento da produtividade agrícola depende diretamente da utilização desses insumos. Apesar da grande dependência, aproximadamente 70% dos produtos utilizados são advindos do mercado internacional, sendo que, no ano de 2017, o Brasil consumiu aproximadamente 34 milhões toneladas de fertilizantes, sendo que destas, foram importadas 23.9 milhões de toneladas (ANDA, 2018). Para a IFA (*International Fertilizer Association*, 2019), entre 1991 a 2011, o consumo nacional de NPK aumentou 244%. Ainda para o órgão, o Brasil é o 4º maior consumidor desses nutrientes, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, Índia e China.

**Figura 13** - Operação de fertilizantes por meio dos portos de Santos e Paranaguá

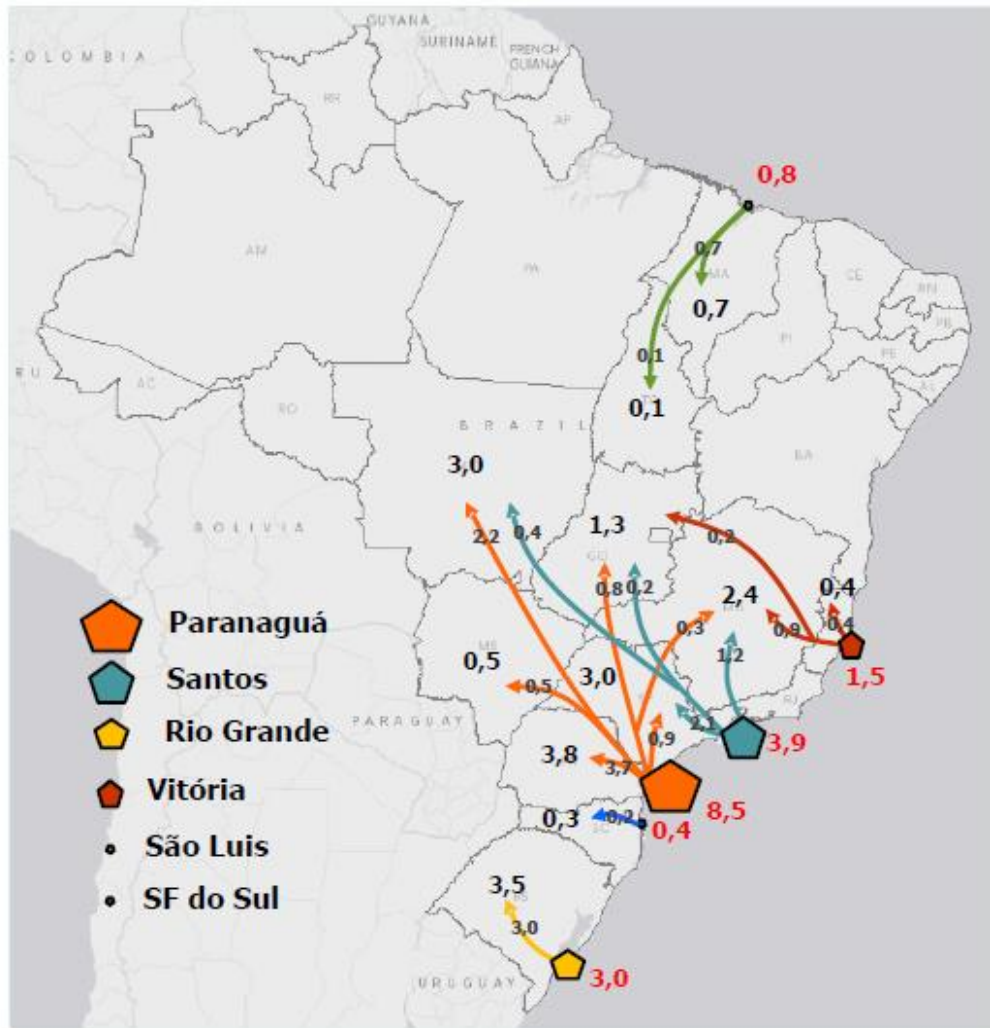


**Fonte:** Porto de Santos (2019); Porto de Paranaguá (2019)

Na Figura 13 observa-se que a operação de fertilizantes no país cresceu 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. A análise do cenário nacional mostra que 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 nível de fabricação, o que abre espaço cada vez mais para a importação, visto que não há políticas em âmbito nacional para o setor.

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), como pode ser observado na Figura 14.

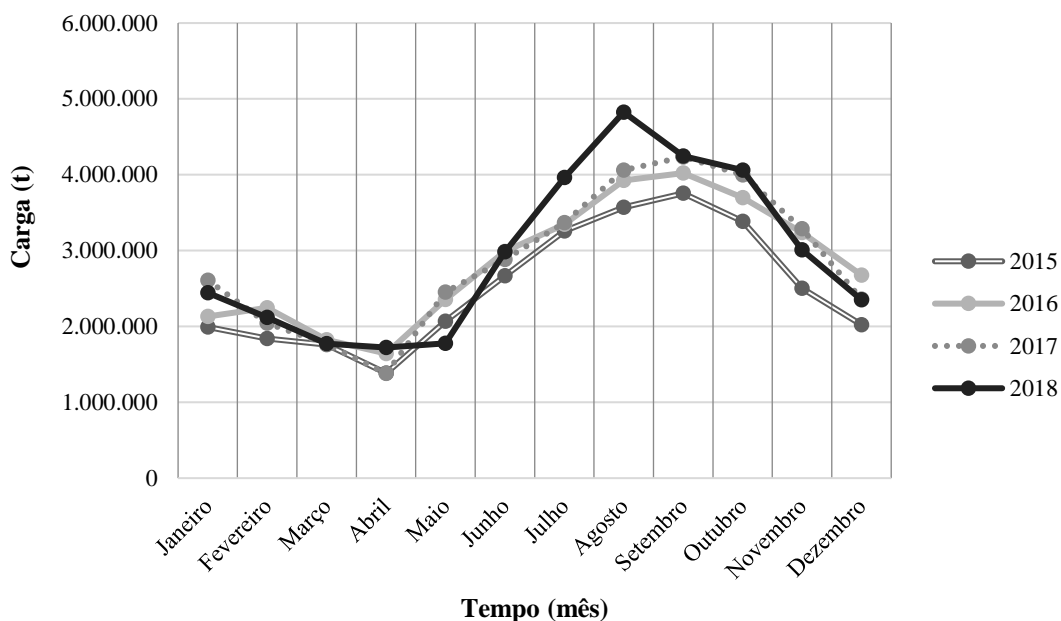
**Figura 14 - Principais portos de origem e estados de destino dos fertilizantes importados pelo Brasil**



Fonte: MARCONATO (2012)

No que diz respeito à sazonalidade, a concentração na entrega de fertilizantes no Brasil ocorre durante o segundo semestre do ano, quando ocorre o plantio para a safra das águas. A Figura 15 apresenta a sazonalidade da entrega.

**Figura 15 - Histórico da carga de fertilizantes entregue ao mercado nacional (2015 - 2018)**



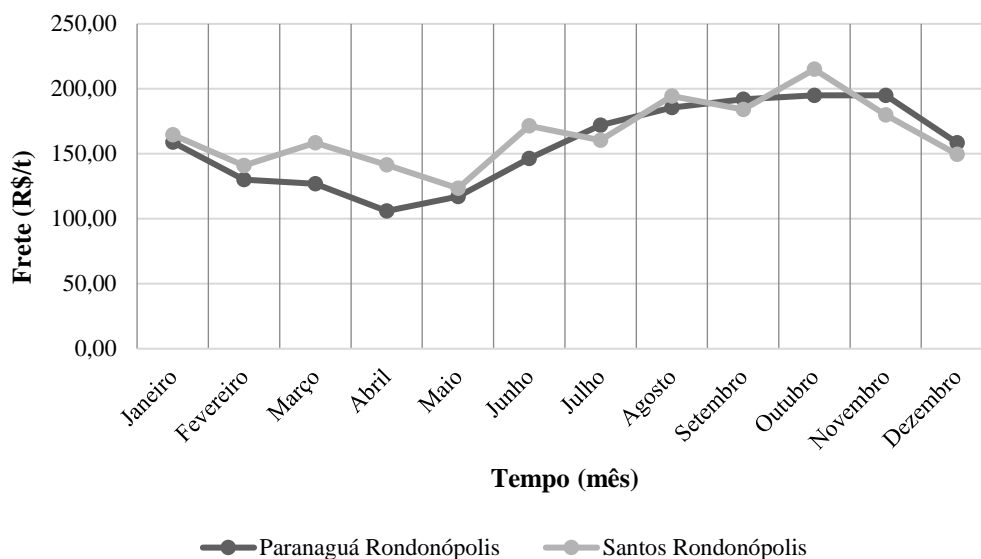
Fonte: ANDA (2018)

Como pode ser observado na Figura 15, a carga de fertilizantes entregues ao mercado nacional concentra-se entre os meses de agosto a novembro, em que se nota uma demanda com pico, no ano de 2018, de aproximadamente 5 milhões de toneladas entregues em um único mês. A partir de novembro, percebe-se a queda dessa entrega, sendo que, os meses de abril e maio tem-se as demandas mais baixas.

Tal fato reflete diretamente nos custos de transporte, uma vez que eleva o preço dos fretes. Os insumos agrícolas (na forma de produtos intermediários ou matérias-primas) são adquiridos no mercado externo a preços que são formados via mercado internacional, decorrentes da demanda e ofertas em nível mundial. A Figura 16 apresenta a variação dos preços de fretes no transcorrer do ano de 2018 para as rotas com origem nos portos de Paranaguá/PR e Santos/SP e destino no município de Rondonópolis/MT.



**Figura 16** - Variação dos valores de fretes de fertilizantes com origem nos portos de Paranaguá e Santos e destino no município de Rondonópolis no ano de 2018



Fonte: IMEA (2019)

Como pode-se observar na Figura 16, devido à baixa demanda no período, os fretes de fertilizantes variaram negativamente durante o início do primeiro semestre de 2018, chegando ao valor de R\$ 106,00 no porto de Paranaguá durante o mês de abril. A partir do mês de maio houve retomada nos preços em ambos os portos, atingindo seu ápice em Santos no mês de outubro no de R\$ 215,00 a tonelada.

Como já apresentado anteriormente, o preço de fertilizantes sofre interferências de diferentes contextos, sendo devido à concentração da demanda desse insumo em regiões distantes dos portos (Centro-Oeste, por exemplo), o preço dos fretes que variam ao longo do ano e ao pequeno espaço de tempo entre uma safra e outra (CELLA; ROSSI, 2011).

No Brasil, a parte referente aos custos logísticos que interferem na formação de preço do fertilizante inicia-se a partir do embarque do produto no país de origem. No caso nacional, os principais portos de origem são do Mar Báltico (para o MAP – Monoamônio fosfato), Vancouver (para o Cloreto de Potássio) e o Golfo Árabe (para a ureia) (MARCONATO, 2012).

No porto de origem, além do preço FOB (*Free On Board*), que, na tradução literal significa “livre a bordo”, somam-se o valor do frete e o seguro marítimo até um dos principais portos de destino no Brasil (Paranaguá, Santos ou Rio Grande), incidindo sobre o produto, portanto, tarifas e impostos. Para os fertilizantes, é zerado o imposto de importação. Assim, incide sobre os produtos apenas o imposto da marinha mercante. Ao chegar no Brasil, adicionam-se as despesas aduaneiras e portuárias (frete interno no porto, por exemplo) e os

produtos tem seu preço convertidos em Real. Após essa etapa, os caminhões são carregados e os fertilizantes são levados às misturadoras (para a formação do Nitrogênio, Potássio e Fósforo) e posteriormente são distribuídos para as regiões consumidoras. Neste final, somam-se aos custos dos produtos, os valores relacionados ao frete do porto até o destino final. Para o consumidor final, além do processo de formação de preço descritos anteriormente, incide também o Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS).

A partir daqui cabe contextualizar o transporte de cargas no Brasil (de maneira geral) e a emissão dos Gases de Efeito Estufa (GEE).

### 3.2 O TRANSPORTE DE CARGAS NO BRASIL E A EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE)

Para Ávila (2016), a comunidade internacional vem discutindo os problemas ambientais e está trabalhando para abordar as questões relacionadas à emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) por meio do desenvolvimento de instrumentos, como a criação de limites ou requisitos regulamentados de desempenho, políticas regulatórias, exigências de documentações/certificações ou metas de desempenho incentivadas por benefícios econômicos. Alguns desses instrumentos são mais eficazes do que outros na obtenção de conformidade ambiental ou no cumprimento de metas regulatórias, no entanto, eles também estimulam a reavaliação das estratégias logísticas a partir de um pensamento inovador sobre a cadeia de suprimentos, de uma maneira que leva a busca por opções de transporte mais sustentáveis.

O comércio internacional e o transporte estão ligados ao consumo de energia, recursos naturais e aos impactos do ecossistema, bem como ao crescimento econômico. Para entender os tipos de impactos que surgiram com o aumento do comércio mundial, precisamos entender como as cadeias globais de suprimentos afetam a tomada de decisão e o comportamento do transporte. Nessas decisões, geralmente, é levado em considerações apenas o aspecto de custos (custos de transporte e estoque). Os custos logísticos vêm sendo estudados ao longo de muitos anos por diversos pesquisadores e são fundamentais para o entendimento econômico das operações logísticas.

Segundo a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA, 2018), o agronegócio teve uma participação de 23,5% do Produto Interno Bruto (PIB) do país em 2017. O complexo de soja é o produto mais proeminente no Valor Bruto da Produção (VPB), sendo que a cada ano, a agricultura nacional atinge novos patamares na produção de grãos, como a

soja, que alcançou o recorde de 118,9 milhões de toneladas, 4,2% superior à safra anterior (CONAB, 2018).

Nesse cenário de expansão do agronegócio, a promoção da infraestrutura deve acompanhar a produção, agregando competitividade ao produto nacional frente aos grandes concorrentes no mercado mundial de grãos. Apesar do grande peso que o agronegócio tem na economia nacional, fatos como restrições estruturais, má distribuição na matriz de transporte, foco da exportação em portos congestionados e incapacidade de atender a demanda excedente no norte do país, fazem com que os custos de transporte da soja cheguem a 25% do valor do produto (KUSSANO; BATALHA, 2012).

A Política Nacional de Transportes (PNT), desenvolvida e implementada pelo Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil (MTPA), visa induzir o desenvolvimento socioeconômico sustentável e promover a integração nacional e internacional a partir da oferta de infraestrutura e serviços de transportes, reflete as decisões e escolhas que a sociedade brasileira faz no presente e somente serão concretizadas pela constituição de um planejamento consistente, compartilhado em um coletivo responsável e fundado em princípios e valores autenticados (BRASIL, 2018a).

Imaginar os rumos do futuro no Brasil requer também ações relacionadas ao modelo de país que se almeja por meio da aplicação de ações coletivas. Obviamente, que uma nação é constituída por várias engrenagens, dentre as quais, está o setor de transporte de pessoas e cargas. Por esse aspecto, idealizar a infraestrutura de transportes, no âmbito nacional, implica na definição de uma matriz de transportes que responda, de maneira mais apropriada possível, ao país imaginado (BRASIL, 2018a).

Os meios de transporte têm a missão de operacionalizar o fluxo de pessoas e bens entre lugares, cumprindo, dessa forma, uma função essencial para o desenvolvimento da nação. Assim, o setor de transportes demonstra uma ligação consistente com a subsistência, o dinamismo e o progresso socioeconômico de um povo (SAMPAIO; VITAL, 2015).

O crescimento econômico de um país resulta em impactos ao meio ambiente nas esferas federal, regional e local. Os reflexos do crescimento podem ser observados sob diferentes perspectivas, inclusive pelo aumento na demanda por transporte de pessoas e cargas, considerando todos os modais: rodoviário, ferroviário, hidroviário, dutoviário e aéreo (WOLFF; LIMA; CALDAS, 2017).

Com atenção específica ao transporte de cargas, percebe-se que os tipos empregados apresentam características inerentes que os distinguem entre si, principalmente pelo uso de

energia, capacidade, flexibilidade, distância percorrida, tempo de percurso, velocidade e, por conseguinte, emissão de GEE. No entanto, para utilização observa-se além da infraestrutura em atividade, o custo, o nível de serviço e as características do produto a ser movimentado (LEAL JUNIOR *et al.*, 2015).

A Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2018a) argumenta que no panorama da logística brasileira, a parcela mais representativa, em termos de custos (soma dos gastos com transporte, estoque, armazenagem e serviços administrativos), fica por conta do transporte, que no ano de 2016 respondeu por 55% do total. Nesse mesmo ano, os custos logísticos totais representaram 12,3% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional. Essa situação apresenta um significativo impacto nas economias do país e, portanto, demanda constituição de uma infraestrutura eficiente para a redução dos custos, ganhos de escala, contribuição ao meio ambiente e elevação da competitividade do produto movimentado.

Todavia, nesta estrita ligação entre transporte e desenvolvimento, surge a necessidade de se fazer uma análise sob a ótica da emissão de poluentes, sobretudo diante de um cenário mundial que busca garantir uma melhor qualidade de vida para atual e para as futuras gerações.

Neste contexto, surge a problemática advinda do fato de que o setor de transporte é um dos principais poluidores em função da queima de combustíveis fósseis (ÁVILA, 2016). A *International Energy Agency* (IEA, 2013) relata que no país, a liberação de gases derivados de combustíveis fósseis tem relação com o setor de transportes, com estreita ligação com a evolução crescente do setor.

Assim, pela demarcação do crescimento da necessidade por transporte, a propensão é que o segmento de movimentação de cargas e de passageiros prossiga como uma das fontes destacadas com responsabilidade pelas emissões de GEE. O *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2014) projeta por meio de suas avaliações que os valores de CO<sub>2</sub> vão sempre crescer em proporcionalidade com o crescimento do setor, configurando por este aspecto como uma missão de grande complexidade.

### 3.2.1 Transporte de cargas no Brasil

O setor de transporte é transversal quando comparado aos demais setores da atividade econômica. Desta forma, o desenvolvimento sustentável de uma nação, perspectiva econômica, social ou ambiental, fica em função, de modo significativo, da estruturação de um sistema de transporte com elevado nível de desempenho e eficiência, com atuação de maneira integrada e

com destacado padrão de qualidade. Nesse ambiente, o governo e as demais organizações competentes em realizar a gestão do setor precisam executar um monitoramento frequente das infraestruturas que o integram, com potencial para identificação e previsão das necessidades de transporte de cargas e de passageiros e atuar com intensidade no cenário conhecido, adaptando ou expandindo a capacidade dos ativos existentes (CNT, 2018a).

Na Tabela 2 é apresentada a distribuição da matriz dos modais de transporte no Brasil, com a participação de cada tipo destacada pelas quantidades de toneladas úteis por quilômetro<sup>1</sup> (TKU), considerando a produção do ano de 2017.

**Tabela 2** - Distribuição dos modais de transportes no Brasil referente ao ano de 2017

<b>Modal</b>	<b>Milhões (TKU)</b>	<b>Participação (%)</b>
Rodoviário	485.625	61,1
Ferroviário	164.809	20,7
Aquaviário	108.000	13,6
Dutoviário	33.300	4,2
Aéreo	3.169	0,4
<b>Total</b>	<b>794.903</b>	<b>100</b>

Fonte: CNT (2018b)

Nota-se que o modal que possui maior participação na matriz é o rodoviário, que se tornou predominante no Brasil em virtude do modelo de infraestrutura implantado desde o período do governo Juscelino Kubitschek (1956-1961), em que governar era sinônimo de abrir estradas (PEREIRA; LESSA, 2011).

No ano de 2017, as exportações recordes de *commodities* agrícolas compensaram o impacto dos custos de transporte mais altos e uma moeda mais forte que reduziu os preços agrícolas no Brasil. O crescimento da oferta mundial de soja superou a demanda por causa de maiores rendimentos e aumento da área plantada, resultando em uma queda nos preços de exportação da soja; com média de US\$ 381 / tonelada métrica (mt). Além disso, o custo de envio de uma tonelada métrica de soja por caminhão aumentou de US\$ 6,78 em 2016 para US\$ 8,82 em 2017 (SALIN, 2018).

O modal ferroviário se apresenta em segundo lugar na participação do transporte de cargas no Brasil, atrás do modal rodoviário. Apesar destes modais de transporte terrestre terem maior representatividade em relação aos demais, chama a atenção o fato de que no Brasil o

<sup>1</sup> Toneladas Úteis por Quilômetro (TKU) é uma unidade física que visa medir o esforço, e pode ser compreendida como a multiplicação da tonelagem transportada pela distância percorrida.

modal rodoviário tenha uma participação três vezes maior em relação ao ferroviário. Já o dutoviário e aéreo são menos utilizados em função de restrições apresentadas.

Com relação ao modal aquaviário, os rios brasileiros, frequentemente de grande volume, são considerados uma alternativa para a redução de custos no transporte, mas nem sempre navegáveis, devido a sua irregularidade. A única via fluvial que liga grandes centros econômicos é o Tietê-Paraná. Assim, as operações sempre dependerão dos outros modos de carga, por exemplo, temos o transporte de grãos de Mato Grosso que são transportados por barcaças para Porto Velho e depois transferidos para navios no Porto de Itacoatiara (FREITAS JUNIOR *et al.*, 2016).

A importância do transporte evidencia-se a partir do momento em que se procura medir seu percentual de participação no PIB de uma nação e pelo seu papel crescente na movimentação e distribuição de produtos, refletindo no desempenho de quase todos os setores da economia. No âmbito organizacional, o transporte de cargas compõe os processos logísticos, desempenhando a função de um dos principais elos das cadeias de suprimentos (NASCIMENTO; DALLA SANTA; MUSSI, 2016).

A eficiência das infraestruturas de transporte é destacada pela sua atuação e disponibilidade em lugares e nas condições em que são solicitadas pela adequação aos objetivos a que foram delineadas. Essas condições não sendo observadas, as ineficiências derivadas impactam negativamente em toda a rede de transporte, afetando os operadores, a população e o meio ambiente. Essas repercussões interferem no Custo Brasil<sup>2</sup> a partir da elevação dos prazos de entrega, valor do frete, tempo de viagem, perdas, risco de danos nas cargas, preço final do produto a ser vendido e o índice de emissões de GEE (CNT, 2018a)

A infraestrutura de transporte no Brasil é precária e inadequada, necessitando ampliação e construção de novas infraestruturas estratégicas (portos, rodovias, portos secos, ferrovias e outros) capazes de mudar a antiga lógica espacial da circulação regional (concentrada nas regiões sudoeste e sul) para uma mais descentralizada (SILVEIRA, 2018). Dessa forma, a infraestrutura é avaliada como um dos aspectos mais complicados para efetivação de negócios, dificultando a competitividade ampla do país, concomitante a elementos como tarifas e burocracia.

Em um estudo realizado pelo Fórum Econômico Mundial (*World Economic Forum*), divulgado em 2018, envolvendo 137 países apontou que a qualidade da infraestrutura de

---

<sup>2</sup> Denominação genérica dada a uma série de custos de produção, ou despesas incidentes sobre a produção, que tornam difícil ou desvantajoso para o exportador brasileiro colocar seus produtos no mercado internacional, ou então tornam inviável ao produtor nacional competir com os produtos importados.

transporte no Brasil está na 65<sup>a</sup> posição, com as condições das estradas em 103<sup>a</sup> lugar, a infraestrutura ferroviária na classificação 88<sup>a</sup>, a portuária em 106<sup>a</sup> e o transporte aéreo em 95<sup>a</sup>. A competitividade do país está em colocação inferior à média do BRICS<sup>3</sup> e de alguns países da América Latina, como México, Chile e Equador.

O estudo complementa citando que o baixo nível de competitividade é alimentado por vários aspectos como: deficiências no planejamento integrado, projetos, investimento na infraestrutura e na capacidade operacional em compatibilidade com os projetos e seus cronogramas. Assim, os investimentos em diferentes modais são importantes e requerem atenção, visando a ampliação de oportunidades de atuação, redução de custos de transporte e ambientais, entre outros.

O modal rodoviário no Brasil sempre teve prioridade em detrimento das demais modalidades de transporte. As políticas de motivação à utilização do tipo rodoviário para deslocamento de cargas continuamente refletiram em diminuição dos investimentos nas outras categorias de transporte. Essa situação caracterizou o país como dependente do modal rodoviário, sendo mais evidente no setor agrícola, não apenas para a recepção de insumos como também para escoamento da produção aos mercados consumidores (ÁVILA, 2016).

Para Castro (2017), a necessidade de reduzir o custo logístico da soja deve-se ao fato de ser um produto de baixo valor e, portanto, necessita de um meio de transporte menos oneroso, além do fato de ser geralmente o agricultor que arca com os custos de transporte. Os empresários do agronegócio são obrigados a aperfeiçoar continuamente as práticas voltadas a:

- a. Analisar e otimizar fluxos operacionais;
- b. Eliminar atividades que não agreguem valor;
- c. Reduzir custos;
- d. Reduzir prazos de entrega;
- e. Melhorar fluxo de informações entre os componentes da cadeia de suprimentos;
- f. Oferecer produtos de qualidade.

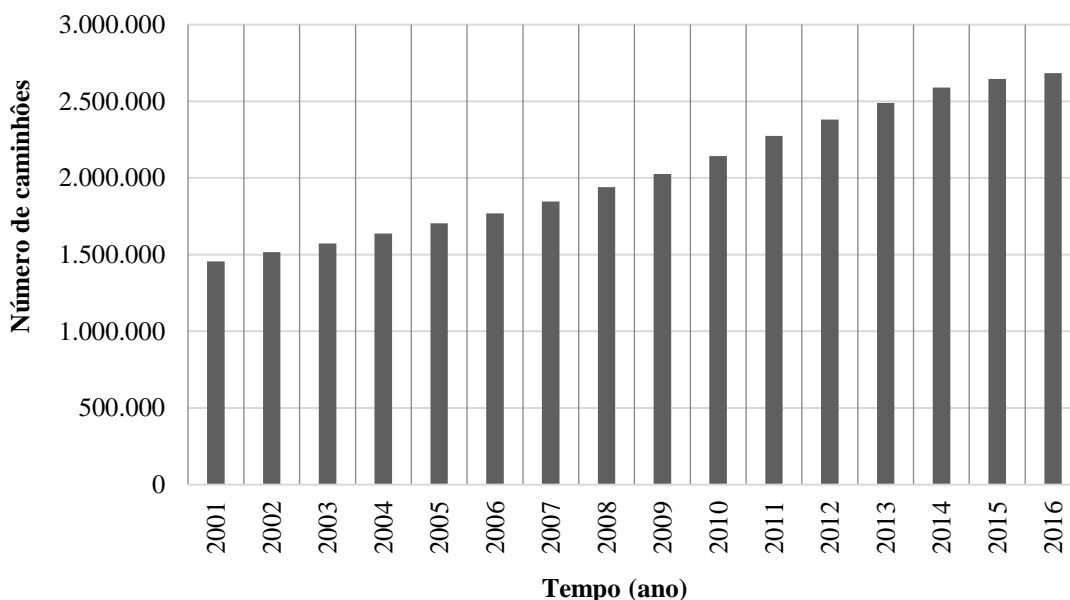
O crescimento das exportações de soja nos últimos anos e sua conquista como principal produto agrícola brasileiro, somado à distância das áreas de plantio aos portos, destacam-se os desafios ao analisar os principais problemas logísticos encontrados no fluxo da soja brasileira para o mercado externo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

---

<sup>3</sup> Grupo de países com características econômicas comuns composto por Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul.

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, nem para o deslocamento de pessoas. Em se tratando do transporte de cargas, na Figura 17 pode-se ver a evolução do número de caminhões do país, que aumentou 54%, entre os anos de 2001 e 2016.

**Figura 17** - Evolução do número de caminhões do Brasil – período de 2001 a 2016

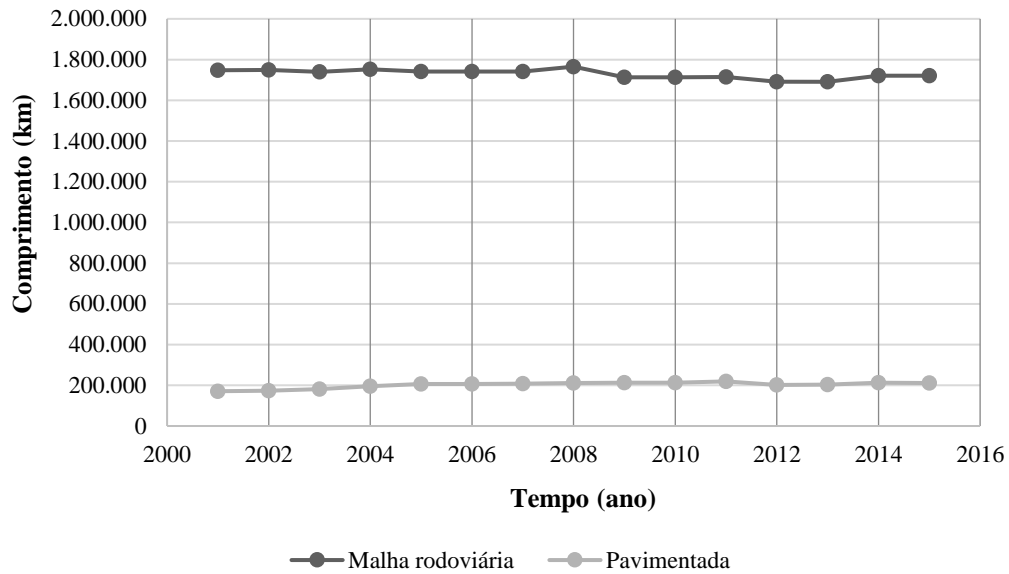


Fonte: Adaptado de CNT (2017)

Além dos dados apresentados, nota-se também que as rodovias continuam com graves problemas de qualidade, comprometendo a segurança. Conforme apresentado na Figura 18, 79% dos trechos avaliados pela CNT (2017) apresentaram problemas. Do total da malha, que corresponde a 1,7 milhão de km, apenas 12,2% (210.618,8 km) têm pavimento.



**Figura 18** - Evolução da malha rodoviária total segundo a situação física – período de 2001 a 2015



**Fonte:** CNT (2017)

Diversos estudos mostraram aumento nas emissões de Gases de Efeito Estufa quando os veículos se movem sobre um pavimento danificado (CHATTI; ZAABAR, 2012). A deterioração em sua uniformidade (sulcos, rachaduras e buracos) não só põem em perigo a segurança e o conforto de quem trafega, mas também aumentam os custos de deslocamento (aumento no tempo de viagem ou avaria do veículo). A baixa qualidade da superfície do pavimento aumenta substancialmente o consumo de combustível dos veículos na estrada e, por consequência, das emissões de CO<sub>2</sub> (CHATTI; ZAABAR, 2012).

O Relatório 720 do *National Cooperative Highway Research Program* (NCHRP) vai um passo além e estima esses efeitos das condições do pavimento, mostrando que caminhões aumentam o percentual de emissões de GEE em até 8% quando dirigem em pavimentos com pouca ou muito baixa uniformidade de superfície. No caso dos automóveis de passageiros, esse percentual pode chegar em até 13% (CHATTI; ZAABAR, 2012).

As observações das rodovias brasileira associadas à elevada idade média dos veículos revelam a necessidade de atualizações e melhorias para obter redução de riscos de acidentes e eficiência bem como diminuir o custo (CNT, 2018a).

### 3.2.2 Emissões de GEE no Brasil

No Protocolo de Quioto, foi estabelecido que os países considerados desenvolvidos passariam a diminuir as suas emissões de GEE em 5,2%, tomando como base as emissões registradas em 1990. Países como o Brasil não ficaram submetidos a imposição de metas para minimização das emissões. Entretanto, as economias classificadas como em desenvolvimento permaneceram livres para admitir compromissos voluntários de mitigação das emissões produzidas (ÁVILA, 2016).

Pela instituição do Plano Setorial de Transporte, elaborado em parceria entre o Ministério dos Transportes (MT) e o Ministério das Cidades (MCidades), o Brasil admitiu um compromisso espontâneo de diminuição das emissões de gases poluentes em aproximadamente 38% em comparação ao projetado para o ano de 2020, que tem a estimativa na ordem de 3,2 bilhões de toneladas medidas em carbono equivalente (BRASIL, 2013).

O panorama geral para as emissões de GEE no Brasil analisado pelo Observatório do Clima (2018) mostra o perfil das emissões nos diferentes setores da economia (agropecuária, energia, processos industriais, resíduos e mudança da terra), emissões por diferentes GEE - CO<sub>2</sub>, metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), emissões por atividades econômicas (agropecuária a principal fonte) e emissões alocadas nos estados, sendo o Pará e Mato Grosso os principais emissores.

O MMA relata que existem quatro principais GEE, além de dois agrupamentos de gases, regulados pelo Protocolo de Quioto, que são apresentados em Brasil (2017):

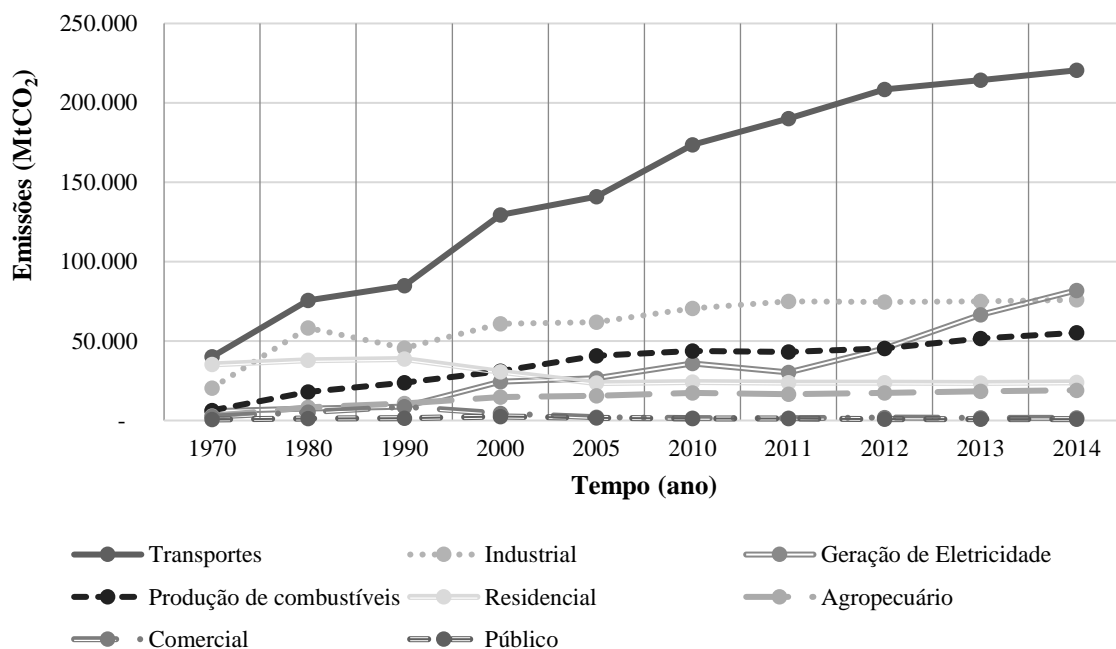
- a. CO<sub>2</sub> – mais abundante dos GEE, proveniente de inúmeras ações humanas, tais como queima de combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás natural) e também com a mudança na utilização da terra. É usado como referência para classificação do poder de aquecimento global dos outros GEE;
- b. CH<sub>4</sub> – resulta da decomposição da matéria orgânica, localizado normalmente em aterros sanitários, lixões e reservatórios de hidrelétricas e também pela bovinocultura e rizicultura. Tem potencial de aquecimento global 21 vezes maior que o CO<sub>2</sub>;
- c. N<sub>2</sub>O – gerado pelo tratamento de dejetos animais, uso de fertilizantes, queima de combustíveis fósseis e de determinados processos industriais, apresenta uma força de aquecimento amplo 310 vezes maior que o CO<sub>2</sub>;

- d. Hexafluoreto de enxofre ( $\text{SF}_6$ ) – usado principalmente para isolamento térmico e condução de calor. Gás com o maior poder de aquecimento, 23.900 vezes mais potente no efeito estufa que o  $\text{CO}_2$ ;
- e. Hidrofluorcarbonos (HFCs) – aplicado na substituição dos clorofluorcarbonos (CFCs) em aerossóis e refrigeradores. Não afetam a camada de ozônio, porém têm alto potencial de aquecimento global variando entre 140 e 11.700 vezes;
- f. Perfluorcarbonos (PFCs) – empregados como gases refrigerantes, solventes, propulsores, espuma e aerossóis. Apresenta potencial de aquecimento global oscilando de 6.500 a 9.200.

O  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$  juntos totalizaram 99% das emissões brasileiras no ano de 2016. O  $\text{CO}_2$ , de modo isolado, acusou 73% das emissões totais brutas e 64% das emissões líquidas e teve como principais fontes a queima de combustíveis fósseis e as mudanças de uso da terra. Já o  $\text{CH}_4$  sinalizou com 17% das emissões totais brutas e 23% das emissões líquidas e revelou como origens mais relevantes a produção pecuária e o tratamento de resíduos. O  $\text{N}_2\text{O}$  apresentou 9% das emissões brutas e 12% das emissões líquidas tendo como grandes motivadores a adubação de solo, por dejetos animais e fertilizantes nitrogenados (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2018).

O comportamento das emissões brasileiras nos setores de energia e de processos industriais tem grande destaque quando é analisada a série histórica compreendendo o período entre 1970 e 2014, conforme apresentado na Figura 19.

**Figura 19** - Emissões de Gases de Efeito Estufa por setor no Brasil – série histórica



Fonte: CNT (2017)

Destaca-se o crescimento da participação das emissões decorrentes da geração de eletricidade e da produção de combustíveis, assim como a redução da participação dos setores residencial e comercial, em função da substituição do uso de gás canalizado e lenha pelo GLP e pelo gás natural, estes tornando-se os principais energéticos consumidos nesses setores.

Ademais, ressalta-se o predomínio das emissões relacionadas ao transporte e à indústria (queima de combustíveis e processos de transformação) ao longo de toda série analisada. Entre 1970 e 2014, as emissões de CO<sub>2</sub> do setor cresceram 450%, sendo que, para esse cálculo, utilizou-se exclusivamente os fatores de emissões internacionais, que são baseados em dados bibliográficos (CNT, 2017).

O transporte rodoviário é responsável por mais de 90% das emissões do setor de transporte. O transporte urbano, que representa 58%, é quase exclusivamente rodoviário, como carros e ônibus (MMA, 2013). O aumento da taxa motorização em cidades que já são congestionadas está sobrecarregando a infraestrutura viária existente. A capital paulista, por exemplo, possui 8.760.352 veículos, entre motos, carros, caminhonetes, caminhões e ônibus, de acordo com estudo realizado em 2018 (DETRAN, 2018). Em 1997, este número era de 4.735.229 unidades. O dado revela, assim, que o crescimento do número de veículos na capital paulista foi de 82%.

A TomTom, empresa internacional especializada em monitoramento de tráfego, divulgou em seu *TomTom Traffic Index* (2018) que a cidade de São Paulo ocupa a 71ª posição, dentre as 390 cidades de 48 países, apresentando nível de congestionamento de 30% no *ranking* das cidades com maiores tempos de atrasos nas viagens. Esse *ranking* tem o intuito de fornecer aos motoristas, à indústria e aos tomadores de decisão informações imparciais sobre os níveis de congestionamento em áreas urbanas ao redor do mundo. Os percentuais do nível de congestionamento representam a quantidade de tempo extra de viagem que os motoristas enfrentaram durante todo o ano. Calcula-se o nível geral de congestionamento (durante o dia inteiro) e os níveis de congestionamento de horas de pico da manhã e da noite em cada cidade. Portanto, em uma cidade com um nível geral de congestionamento de 30%, como São Paulo, significa que uma média de viagem feita leva 30% mais tempo do que sob condições não congestionadas. À medida que o congestionamento do tráfego aumenta, também aumentam o consumo de combustível e as emissões de CO<sub>2</sub>.

Em um resumo final sobre as emissões de GEE no Brasil, o Observatório do Clima (2018) mostrou que o país não vai alcançar sua meta de clima para o ano de 2020, considerando as emissões brutas, caso ocorra uma estabilização do nível registrado entre 2010 e 2016. A manter essa projeção, o Brasil vai chegar a 2020 com um total de 2,395 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub>. Esse evento supera o limite menos ambicioso – de 36,1%, ou 2,067 Gt (bilhões de toneladas) de CO<sub>2</sub> – da meta de diminuição indicada pela Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC) ao ser consideradas as emissões líquidas (ou seja, avaliando as remoções), porém o país vai a 2020 acusando 1,866 GtCO<sub>2</sub>, portanto, com emissões inferiores ao objetivo de 2020. O parâmetro para essa meta, no entanto, não considera emissões líquidas tais quais são computadas, pois foi elaborado de acordo com o primeiro inventário nacional de emissões, que não registrava as remoções por unidades de conservação e áreas demarcadas aos indígenas.

Pela perspectiva geral, as emissões de GEE estão presentes, entretanto, ações para mitigar esse evento são importantes para assegurar melhoria na qualidade de vida das pessoas e, desta forma, configuram-se como tema bastante relevante. Das opções que podem ser observadas, algumas despertam atenção pela complexidade de implementação e outras pelo custo. Nesse caso, vale, então, analisar o custo-benefício de cada alternativa e optar pela que vai oferecer maior benefício e menor custo em curto período de tempo (WOLFF; LIMA; CALDAS, 2017).

Os resultados e diagnósticos da situação ambiental podem figurar como elementos motivadores para que a sociedade em geral adote medidas básicas de controle da emissão de

poluentes. E não se pode distanciar do que representa todo este panorama para as organizações que têm o compromisso na produção de bens e serviços, e concomitante responde com fonte poluidora que acabam interferindo nas condições do clima. Assim, as alterações climáticas passam a ser também um desafio empresarial. Dessa forma, a proposta a seguir é mostrar os impactos de políticas ambientais sobre a economia brasileira.

### 3.2.3 Monitoramento de emissões

A compreensão dos fatores que afetam as emissões de GEE é importante para o desenvolvimento de estratégias de sua redução e para o entendimento das abordagens para quantificar os seus impactos. As ferramentas de cálculo de GEE dentro do transporte são projetadas para desenvolver estimativas de emissões com base em informações fornecidas pelo usuário, como distância percorrida e/ou consumo de combustível, para assim desenvolver fatores de emissão que poderão ser combinados com estimativas de distâncias para realizar projeções. Algumas análises são desenvolvidas tomando a distância percorrida como *input* principal, enquanto outras são projetadas considerando o consumo de combustível (AASHTO, 2008).

A poluição, de acordo com Ferreira e Oliveira (2016), tem relação com três fatores:

1. Intensidade: a quantidade de poluente em uma amostra de ar numa dada região;
2. Continuidade: período pelo qual os poluentes permanecem na composição do ar;
3. Efetividade: efeito negativo dos poluentes sobre o ambiente.

Os autores complementam citando que as emissões veiculares podem oscilar conforme as características do veículo, do tipo de combustível, da frota circulante, modo de operação do veículo, condições do tráfego e aspectos climáticos. Os principais agentes poluidores liberados de forma direta pelos veículos são: o monóxido de carbono (CO), os hidrocarbonetos (HC), os óxidos de nitrogênio (NOx), os óxidos de enxofre (SOx), o material particulado (MP) (partículas totais em suspensão, fumaça, partículas inaláveis e partículas inaláveis finas) e os aldeídos.

Após a contextualização da logística colaborativa no setor do transporte e suas implicações, a proposta a seguir é mostrar a integração da mediação do desempenho da sustentabilidade na logística e cadeia de suprimentos; e, além disso, mostrar o potencial da logística na redução dos GEE.

### .3.2.3.1 A influência dos veículos automotores na poluição das grandes cidades

O transporte, e em particular o rodoviário, proporciona muitos benefícios para a nossa sociedade, permitindo a locomoção de pessoas e a movimentação de bens, sustentando o crescimento econômico e gerando empregos. No entanto, apesar destas vantagens e das muitas melhorias tecnológicas e de eficiência alcançadas nas últimas décadas, o setor de transporte rodoviário é um dos principais contribuintes para as emissões de gases de efeito de estufa (GEE) e poluentes do ar.

No ano de 2014, em todo mundo, o transporte, em geral, foi responsável por 23% do total de emissões de CO<sub>2</sub> da combustão de combustíveis, sendo que o transporte rodoviário foi responsável por 20% (AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA, 2016).

A discussão sobre a poluição gerada pelos veículos é particularmente importante, pois as emissões geralmente ocorrem nos grandes centros urbanos, em áreas onde as pessoas vivem e trabalham. Embora as emissões do setor de transporte possam não ser tão grandes em termos absolutos, quando comparada a outras fontes, a exposição da população aos poluentes liberados pelo transporte rodoviário pode ser maior do que para fontes como usinas ou grandes parques industriais, que tendem a estarem localizados em áreas mais remotas e menos povoadas (EEA, 2016).

Nos países em desenvolvimento, estima-se que cerca de 1 milhão de pessoas morrem prematuramente a cada ano como resultado de doenças respiratórias e outras causadas pela exposição à poluição atmosférica urbana. Este é um número maior do que aqueles que morrem em consequência de acidentes de trânsito (WORLDWATCH INSTITUTE, 2012). A maior demanda por mobilidade e natural expansão da circulação rodoviária têm causado um aumento expressivo no volume de gases derivados da queima de combustíveis fósseis, sejam eles relacionados a automóveis movidos a gasolina/álcool ou veículos que utilizam o óleo diesel como combustível (FERREIRA; OLIVEIRA, 2016).

O óleo diesel é o produto derivado do processamento do petróleo, em maior quantidade e, também, considerado de elevado índice emissor de particulados e gases poluentes para a atmosfera. Estão presentes em sua estrutura básica os hidrocarbonetos e em pequenos níveis de concentrações nitrogênio, oxigênio e enxofre. Trata-se de um tipo de combustível utilizado em grande escala nos motores de ciclo a diesel ou motores de ignição por compressão, característicos dos caminhões que integram a frota de veículos atuante no modal rodoviário de transporte de cargas (FERNANDES *et al.*, 2016).

### 3.2.4 Mudanças climáticas: Políticas, protocolos e normas

A demonstração mais perceptível da transformação do clima contempla a elevação da temperatura, desastres promovidos pela natureza, o desequilíbrio das estações climáticas e a diminuição potencial dos recursos naturais. A ocorrência desses fenômenos interfere na economia e no dia a dia das pessoas nos mais diferentes lugares da Terra, expondo cada vez mais a urgência de buscar-se um padrão mais sustentável de desenvolvimento (ABREU; ALBUQUERQUE; FREITAS, 2015).

De acordo com Abreu, Albuquerque e Freitas (2015), as mudanças climáticas podem provocar transformações nos mercados em atividades e, inclusive, gerar novos. Institui-se uma discussão estratégica, em que as organizações se empenham no trabalho de identificação de como blindar seus negócios e estabelecer novas oportunidades de investimentos. Não se tem como mensurar as consequências dessas mudanças e a abrangência de seus impactos são incertas. Percebe-se que os riscos associados às mudanças climáticas podem ser identificados da seguinte forma:

- a. Regulatórios: legislações estabelecendo a diminuição de emissões de GEE;
- b. Cadeia de suprimentos: contemplando o repasse de custos de controle de emissões de carbono;
- c. Tecnológicos: necessidade de desenvolver técnicas para realizar o controle das emissões;
- d. Reputação: comportamento dos *stakeholders*<sup>4</sup>;
- e. Físico: avarias resultantes de fenômenos climáticos extremos.

Os desafios empresariais provenientes das mudanças climáticas convergem para riscos que podem afetar os negócios. Diversos fatores inerentes à natureza que ao serem evidenciados interferem de modo significativo nas atividades das organizações, constituindo-se em problemas que precisam ser estudados e prevenidos para que não comprometam o desempenho e os resultados programados. O risco mais relevante diz respeito à água que pode ser observada pela sua captação, seu fornecimento, sua escassez e seu excesso. As mudanças climáticas elevam as chuvas localizadas com grandes volumes e acabam provocando inundações. Os

---

<sup>4</sup> “Os *stakeholders* são as pessoas ou grupos de pessoas que possuem interesse na operação, e que podem ser influenciadas por ou influenciar as atividades da operação produtiva” (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2016, p. 68).



aspectos relativos à água podem refletir direta e indiretamente nos negócios das organizações (BANHE; LOPES, 2016).

O desafio que as organizações enfrentam está no empreendimento de ações para conseguir reduzir os custos e os riscos relativos, tendo que trabalhar com as cobranças para diminuição nas emissões. Rever o portfólio energético, frente à emissão de carbono de forma restrita, requer o desenvolvimento de estratégias com potencial de atuar com esse novo cenário de mercado, procurando conseguir vantagem competitiva. Por esta perspectiva, as mudanças climáticas podem significar uma oportunidade de se destacar perante os concorrentes, e não apenas uma situação problema indesejada (ABREU; ALBUQUERQUE; FREITAS, 2015).

Observam também que as empresas precisam analisar sistematicamente todos os riscos e, em seguida, optar por quais reduzir, por meio de replanejamento das operações, quais repassar pela utilização de contratos de seguro ou cobertura, e quais devem ser tolerados. Enfim, diante da complexidade que é apresentada, poucas organizações têm condições de avançar na eficiência operacional e adotar uma posição estratégica com visão nas mudanças climáticas.

As mudanças climáticas expressam um dos mais significativos desafios da humanidade no século XXI. Trata-se de um tema que cada vez mais se torna relevante na pauta da política internacional, no planejamento e administração pública dos países, estados e municípios, na gestão das organizações empresariais, bem como na inovação e desenvolvimento de tecnologias, produtos e serviços (FERRETTI, 2018).

O consenso sobre entendimento a respeito de mudança climática se dá a partir de ações antropogênicas diretas ou indiretas, alterando a estrutura da atmosfera e que se junta àquela causada pela variabilidade climática natural percebida no decorrer de tempos comparáveis. Em síntese, não é uma oscilação climática natural, mas sim de aspectos que vão além dos parâmetros dos registros históricos.

Os efeitos das mudanças climáticas são significativos para todos, com evidências de fenômenos naturais influenciando no cotidiano das pessoas, entretanto esse efeito tem sido alvo dos debates entre países de forma a direcionar ações para reduzir os impactos por meio de políticas, protocolos e normas (JUBRAN, 2017).

As políticas climáticas, no âmbito internacional, evoluem de modo rápido no sentido de constituição de consensos e acordos considerando os aspectos de emissões e de direcionamento de compromisso entre os países. Um cenário de propostas, decisões e recomendações possíveis é construído conforme cada país incorpora suas próprias responsabilidades e objetivos, procedendo ao compartilhamento de entendimentos comuns a respeito dos riscos, e da demanda

de ação e participação relativas às mudanças climáticas (ABREU; ALBUQUERQUE; FREITAS, 2015).

Esse movimento que evidencia a política internacional a respeito das mudanças climáticas teve seu início com a aceitação do *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento no Rio de Janeiro em 1992. Entretanto, esse posicionamento simbolizou somente um planejamento abrangente de ação, e só cinco anos depois, em 1997 com o Protocolo de Quioto é que os países acordaram com as metas mais minudenciadas e específicas para a diminuição das emissões de GEE.

A abordagem estratégica com mais evidência a partir de 1981 constitui-se na Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), que demonstra uma gestão integrada dos recursos ambientais. Por esse aspecto, a essência da política ambiental que se pratica no Brasil valoriza os ordenamentos anteriormente estabelecidos. Desta forma, tem-se uma ratificação do licenciamento ambiental como principal instrumento de gestão, determinado a analisar a compatibilidade entre produção e preservação ambiental no Brasil. Esse estudo é feito no início do processo de licenciamento, ao ser decidido a respeito do local e técnica relacionada à produção (FERREIRA; SALLES, 2016).

Além das políticas ambientais que são instituídas pelos países, internamente ou seguindo recomendação de acordos, outro fator que tem sido importante nesse processo de preservação ambiental diz respeito aos protocolos que são estabelecidos em conferências ambientais e que revelam direcionamentos e determinações quanto ao que se faz ao ambiente.

Passos (2018) explica que o Protocolo de Quioto determinou que os países industrializados passariam a ter o compromisso de empreender ações para diminuir suas emissões de GEE em pelo menos 5,2% em comparação com os apontamentos de 1990 no período inicial (entre 2008 e 2012). Na etapa seguinte (2013 a 2020), esses países se comprometeram na redução das emissões em pelo menos 18% em confronto com os valores registrados para 1990. A viabilização dessas diminuições tem sustentação em mecanismos de flexibilização introduzidos pelo Protocolo, que possibilitam aos países industrializados conseguirem seus objetivos de reduzir pelo uso de transferência e comercialização “unidades de redução de emissão”. Existem três mecanismos de flexibilização capazes:

1. A implementação conjunta (IC) do inglês *joint implementation* (JI);
2. O comércio internacional de emissões (CIE) ou *international emissions trading* (IET);

3. O mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL), em que um país industrializado pode comprar “reduções certificadas de emissões” que derivem de realizações de projetos executados em certo país em desenvolvimento que tenha aderido ao Protocolo.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em 2007, por meio de seu comitê de Gestão Ambiental (ABNT/CB-38), intermediado pelo seu Subcomitê de Mudanças Climáticas (SC 7), editou a norma NBR ISO 14064, uma versão brasileira da norma ISO 14064, *Greenhouse Gases (GHG)*. Essa norma dispõe direcionamentos para a quantificação, o acompanhamento e a confecção de relatórios para o controle e redução das emissões de GEE (ABREU; ALBUQUERQUE; FREITAS, 2015).

Essa norma teve seu lançamento no transcorrer do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (2017), ocasião em que foi instalado o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM). Essa norma determina os princípios de relevância, integralidade, consistência, transparência e precisão, que requerem entendimento e atendimento pelas organizações no processo de realização dos inventários do GEE (ABREU; ALBUQUERQUE; FREITAS, 2015).

Percebe-se, contudo, que as mudanças climáticas decorrem de ações realizadas pelo homem com manifestações de diferentes maneiras que acarretam problemas para as pessoas e empresas, sendo necessário a minimização dos efeitos, o estabelecimento de políticas específicas, instituição de protocolos com metas e normas para diminuição das emissões de GEE, que instituem o *GHG Protocol* como instrumento.

#### 3.2.4.1 *Greenhouse gas - GHG Protocol*

O *GHG Protocol* se trata de uma ferramenta que estabelece estruturas globais padronizadas abrangentes para medir e gerenciar as emissões de GEE de operações do setor público e privado, cadeias de suprimentos e auxiliar no desenvolvimento de ações de mitigação. Esta ferramenta foi criada em 1998 por intermédio de uma parceria entre o *World Resources Institute* (WRI) e o Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (WBCSD), o *GHG Protocol* trabalha com governos, associações industriais, ONGs, empresas e demais organizações (ABREU; ALBUQUERQUE; FREITAS, 2015).

O *GHG Protocol* apresenta diversos modelos, sendo o *GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard* e o *GHG Protocol for Project Accounting* considerados os

principais. O primeiro orienta como realizar o inventário e fazer a gestão das emissões de GEE, enquanto o segundo determina os princípios, conceitos e métodos possíveis de serem aplicados para a quantificação e divulgação da diminuição de GEE conseguida com os projetos de mitigação de mudanças climáticas, denominados de Projetos GHG.

No Brasil, o Programa *GHG Protocol* foi implementado em 2008 com intuito de estimular a gestão GEE voluntária, por meio da formação da capacidade técnica e institucional para contabilizar os GEE e elaborar relatórios em nível organizacional. Por este aspecto, as empresas que passam a integrar o Programa Brasileiro *GHG Protocol* podem participar dos encontros de capacitação no método *GHG Protocol* e contam com suporte técnico remoto e/ou presencial para resolver questões a respeito de seus inventários bem como contribuir com a elaboração de novos métodos e instrumentos de cálculo. Os inventários prontos são divulgados no registro público de emissões de GEE e no sítio do Programa Brasileiro *GHG Protocol* (ARRUDA, 2018).

O *GHG Protocol* consiste em uma ferramenta para conhecer a diminuição de GEE conseguida com projetos de redução de emissões. Seus objetivos maiores são: dispor uma publicação clara e consistente para a mensuração e divulgação resultados obtidos pelos projetos *GHG*; elevar a credibilidade das avaliações dos projetos *GHG* pelo uso de conceitos, procedimentos e princípios contábeis aceitos; e constituir uma base que possibilite padronizar a quantificação de variadas técnicas e programas de diminuição de GEE (ABREU; ALBUQUERQUE; FREITAS, 2015).

### 3.2.5 Ecoeficiência

Atualmente, os países em desenvolvimento que planejam o avanço sustentável da agroindústria adotam em seus processos um enfoque chamado ecoeficiência, que é pautado em dois pilares: reduzir a exploração de recursos naturais (foco na utilização sustentável) e diminuição da poluição associada aos processos produtivos. Esses pilares focam um incremento na redução dos impactos ambientais ao longo de todo o ciclo de vida dos produtos (LEAL, 2005).

A partir da Conferência de Estocolmo, em 1972, observa-se a preocupação com a criação de políticas ambientais que se responsabilizam com a diminuição da degradação de recursos naturais. Desde então, nota-se importantes avanços em quase todos os países do mundo com a implantação de arranjos legais e institucionais que embasam a implementação de

estratégias e políticas que visam impulsionar o tema ambiental. Isso se traduz em planos, programas e regulações para lidar com os múltiplos e complexos aspectos que envolvem a problemática do meio ambiente e a utilização consciente dos recursos naturais (NASCIMENTO, 2012).

Outro marco relevante para as discussões que envolvem as questões acerca da sustentabilidade e o enfoque ambiental foi a Conferência do Rio, em 1992, que trouxe consigo a incorporação de novos atores visando um esforço que até então era exclusivo de discussões de políticas públicas.

Nesta conferência, além dos compromissos assumidos pelo estado, incorporou-se ativamente outros atores, como por exemplo, empresários. A partir de então, a simbiose necessária entre os setores econômico, social e ambiental que a sustentabilidade requer, implicou, para muitos setores (em particular, as empresas privadas), uma maneira de focar o tema a partir de uma perspectiva mais positiva. Isso significa que empresários deixam de ser vistos como os carrascos do meio ambiente e passam então a ter uma visibilidade de protagonistas responsáveis pelos processos de melhoramento ambiental, em que o contexto dos objetivos relacionados à produção, geração de empregos e obter lucro passam a ser aliados do meio ambiente (NASCIMENTO; VIANNA, 2006).

Assim, a partir da década de 1990 surgem e se desenvolvem conceitos como “produção mais limpa” e ecoeficiência, que visam trazer este aporte para os setores produtivos visando a prática de gestão ambiental dentro das empresas. Apesar de parecerem semelhantes, estes conceitos são distintos. A produção limpa é uma estratégia de política pública que é impulsionada pelo governo para enviar aos setores produtivos uma tarefa de cumprimento e superação das exigências regulatórias. Já a ecoeficiência é uma estratégia corporativa (iniciativa empresarial) que é fundamentalmente privada, apesar de atualmente contar cada vez mais com o apoio de instâncias públicas (PECCATIELLO, 2011).

Operar de maneira ecoeficiente significa dominar os conceitos de desenvolvimento econômico sustentável com a proteção ambiental, visando a aplicação de processos concretos no setor produtivo. A ecoeficiência é uma maneira de se medir a vinculação entre economia e meio ambiente em uma perspectiva prática de sustentabilidade. Em diversos casos, é relevante enfatizar esse ponto, pois o estado deve fazer parte da estratégia de ecoeficiência, apoiando e promovendo-a, uma vez que seus promotores se tornam importantes aliados da ação pública para proteger o meio ambiente e a utilização dos recursos naturais.

Vale destacar que a ecoeficiência não é simplesmente uma junção entre a ecologia e a eficiência econômica ou técnica. É um conceito mais amplo, que aponta o desenvolvimento de ações de tal forma que o bem-estar social aumente, e ao mesmo tempo, os prejuízos sobre o meio ambiente diminuam. Mas, para que a ecoeficiência possa ser medida e avaliada, é necessário estabelecer um conjunto de indicadores que possam apresentar uma visão quantitativa dos avanços e retrocessos. Estes indicadores devem ter por objetivo refletir adequadamente as pressões exercidas sobre o meio ambiente em consequência do desenvolvimento econômico. Assim, entende-se que sua evolução apresentará uma imagem e uma tendência a respeito de como se comportam os países neste quesito, seus governos, bem como os setores produtivos privados (LEAL JUNIOR, 2010).

Ao tratar-se de indicadores, deve-se ter como foco a melhor maneira de utilizar os recursos ambientais (materiais e energéticos), maior produtividade de seus usos, em consonância com os menores impactos ambientais e maior crescimento econômico. Porém, para a construção e validação de tais indicadores, é preciso que eles não sejam estabelecidos de maneira arbitrária pelas empresas, mas sim como um instrumento de apoio para suas políticas de desenvolvimento sustentável.

Neste contexto, o aspecto com maior dificuldade de conciliação é o setor social. Aqui, cabe destacar que deve-se aplicar o conceito de ecoeficiência social por meio do estudo de estratégias orientadas visando o incremento da empregabilidade, do incentivo para criação de empresas, incentivo a novos empreendimentos, apoio ao desenvolvimento da tecnologia industrial e a capacitação de empresários empreendedores. É preciso também que as empresas sejam capazes de exercer sua influência junto aos governos, seja por meio de trocas na legislação ou outras mais radicais, para que seja possível reverter os quadros de desemprego. É necessário que seja uma intervenção inteligente e orquestrada, tanto para a manutenção dos empregos atuais como para a criação de novos (LEAL, 2005).

Assim, a ecoeficiência é um dos movimentos que mais se expandiu na atualidade, visando a colaboração público-privada, mostrando a necessidade de se criar estratégias sustentáveis em um contexto global de crescimento econômico e desenvolvimento de mercado, o que vai além das fronteiras nacionais. Este é um argumento demasiadamente importante para fazer da estratégia um ponto de virada na abordagem que o setor empresarial deve ter em relação às questões ambientais.

Por fim, mas não menos importante, deve-se levar em consideração o financiamento das políticas ambientais e o desenvolvimento sustentável. Os esforços do setor privado no que diz

respeito à ecoeficiência trazem alívio para os esforços públicos de otimização dos recursos destinados à proteção do meio ambiente e recursos naturais, sobretudo os de domínio público, como as áreas protegidas, por exemplo. Ainda que estes alívios provenientes de alguma empresa privada isolada pode ser somente algum incremento ou ações pontuais, não há dúvidas de que esse grupo pode realizar contribuições cada vez mais significativas, principalmente no que diz respeito às dificuldades governamentais que ainda existem para se fornecer adequadamente recursos e capacidade operacional para as autoridades ambientais. E neste caso, a América Latina e o Caribe são um caso de fraqueza das instituições ambientais públicas (LEAL, 2005).

Como já apresentado, a ecoeficiência se move em um campo mais amplo que a proteção do meio ambiente, o controle de contaminação e as formas tradicionais de se abordar os problemas de responsabilidade dos setores produtivos. Tal enfoque se associa, geralmente, às regulações e controles, bem como a custos adicionais para as empresas, que na maioria das vezes, não pode assumir ou transferir isso para os preços de seus produtos.

A ecoeficiência aponta claramente não apenas para a direção descrita anteriormente, mas também para o tratamento dos recursos naturais (matérias-primas e insumos energéticos). É uma abordagem que visa a operação das empresas, não focando apenas nas externalidades (emissões, efluentes e resíduos), o que seria a forma tradicional de se abordar o assunto. Assim, esse conceito apresenta duas facetas: os recursos naturais e a contaminação do meio ambiente (NASCIMENTO, 2012).

No que diz respeito aos recursos naturais, um dos aspectos que claramente diferencia a ecoeficiência dos outros enfoques de sustentabilidade (como a produção limpa, por exemplo), é a importância que se atribui à tópicos específicos no uso de recursos naturais como elementos de desenvolvimento econômico. Neste ponto, tem-se três dimensões principais:

1. O uso de recursos naturais (água, matérias-primas e energia);
2. A proteção da biodiversidade e a preocupação com a relação entre o meio ambiente e;
3. As atividades econômicas.

Assim, os indicadores de ecoeficiência de recursos naturais buscam medir o uso absoluto destes, e o aumento ou diminuição da produtividade associados a este processo, como um elemento para se definir políticas de sustentabilidade. Estes indicadores são diferentes dos utilizados na maioria das propostas de indicadores de sustentabilidade desenvolvidos por órgãos

internacionais ou países, como é o caso da proposta da OECD (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), por exemplo.

Quanto a faceta da contaminação, a ecoeficiência é um conceito que nasce na ECO 92, no Rio de Janeiro, como uma proposta fundamentalmente empresarial e sendo uma expressão amoldada pelo Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (CEMDS), como uma maneira de alçar de modo mais proativo os setores privados na empreitada sustentável, sendo inicialmente uma concepção equivalente à produção limpa, o que se associa mais à políticas públicas e a temas relacionados à contaminação, como já apontado anteriormente. Neste item, os indicadores de ecoeficiência não são demasiadamente diferentes dos indicadores que buscam reduzir a contaminação, aqui entendida como a superação dos padrões estabelecidos para lidar com determinados tipos de emissões que afetam o meio ambiente (LEAL JUNIOR; GUIMARÃES, 2013).

#### 3.2.5.1 Princípios fundamentais e princípios dos indicadores

Segundo Moreira (2009), a metodologia de ecoeficiência determina três objetivos principais:

- a. Redução do consumo de recursos naturais, com a diminuição do uso desses recursos (material e energético), além da preocupação com a reciclagem e durabilidade de produtos;
- b. Redução na emissão de gases poluentes, descargas líquidas e propagação de substâncias tóxicas; e
- c. Criação de serviços que visam agregar valor ao produto e conseqüentemente beneficiar clientes.

Além disso, Schaffel (2010) aponta que são necessários também componentes que visem a melhora dos índices de ecoeficiência, tais como a minimização da intensidade energética de bens e serviços, aumento substancial da reciclabilidade dos materiais, redução significativa na emissão de gases poluentes e a maximização do uso sustentável de recursos renováveis.

No que diz respeito aos indicadores de ecoeficiência, a WBCSD (*World Business Council of Sustainable Development*) aponta que estes devem apresentar como princípios a



relevância na proteção ambiental, ser um forte fornecedor de informações aos órgãos públicos e, principalmente, que ele seja capaz de reconhecer a diversidade de cada negócio.

Já para a UNCTAD (*United Nations Trade and Development*), um indicador é uma medida específica de um determinado elemento que visa demonstrar seu rendimento por meio do reconhecimento e valorização de uma informação. A partir dessa definição, pode-se construir diferentes indicadores para um mesmo elemento, a depender da informação disponível (que podem ser tanto quantitativos como qualitativos).

Para a OCDE (*The Organization for Economic Co-operation and Development*), o conceito de indicadores de ecoeficiência volta-se para práticas tecnológicas inclusivas e que tenham como foco a redução de custos, aumento do lucro, melhorias durante todo o processo de produção, sem deixar de lado o olhar sobre a mudança de comportamento dos padrões de consumo da sociedade.

### 3.2.5.2 Indicadores: cálculo e evolução

A ideia de mensurar a ecoeficiência propicia às empresas a possibilidade de monitoramento de suas atividades, além da possibilidade de se estabelecer metas de curto e longo prazo.

No que diz respeito aos indicadores, estes visam mensurar a relação entre o funcionamento ambiental e financeiro de uma empresa, para determinados problemas ambientais. Sturm e Müller (2001) apresentam as seguintes definições para o cálculo da ecoeficiência:

$$\text{Ecoeficiência} = \frac{\text{Valor do produto ou serviço}}{\text{Influência ambiental}} \quad (1A)$$

ou

$$\text{Ecoeficiência} = \frac{\text{Influência ambiental}}{\text{Valor do produto ou serviço}} \quad (1B)$$

A partir da apresentação de como podem ser realizados os cálculos, pode-se afirmar que os indicadores de ecoeficiência são valores numéricos associados a um processo ou produto,

que podem ser calculados ao se incluir numeradores ou denominadores tão diversos quanto o usuário desejar.

De acordo com Sinkin *et al.* (2008), os indicadores de ecoeficiência podem ser classificados em duas categorias. Na primeira, encontram-se os que são válidos virtualmente para qualquer tipo de negócio e são denominados de aplicação geral ou genéricos. Nestes casos, são considerados pela maioria dos modelos e são pensados para temas ou problemas ambientais mundiais, tais como qualidade da água, aquecimento global, deterioramento da camada de ozônio e resíduos perigosos. Já o segundo grupo está focado em contextos particulares de empresas e não são necessariamente aplicados à contextos gerais. Estes são denominados indicadores específicos de negócio. A Tabela 3 apresenta alguns exemplos de indicadores gerais.

**Tabela 3** - Exemplos de indicadores de ecoeficiência de aplicação geral ou genérica

<b>Tipo</b>	<b>Indicador</b>	<b>Descrição</b>
<b>Valor de produto/serviço</b>	Quantidade de produto produzido	Mensura a quantidade de produto fabricado em um determinado tempo
	Quantidade de serviços prestados	Mensura a quantidade de serviço prestado em um determinado tempo
	Vendas líquidas	Valor total das vendas (sem custos)
<b>Influência Ambiental</b>	Consumo de energia	Responsável por mensurar o consumo de diferentes fontes de energia
	Consumo de matéria prima	Responsável por mensurar o consumo de diferentes matérias primas necessárias
	Consumo de água	Responsável por mensurar o consumo de diferentes matérias primas
	Emissões de GEE	Responsável por mensurar a emissão de gases poluentes de cada produto produzido
	Emissões de substâncias deterioradoras da camada de ozônio	Responsável por mensurar os gases produzidos por cada produto

**Fonte:** WBCSD (2006)

Cabe apontar que os indicadores da segunda categoria (os específicos) não são menos importantes que os gerais. Apenas são mais limitados no que diz respeito à sua abrangência, cabendo então à empresa decidir pela sua utilização. Assim, a WBCSD sugere a consulta da ISO 14031 (Avaliação de Desempenho Ambiental) para que a empresa realize a escolha adequada de indicadores específicos.

A norma ISO 14031 é uma referência conceitual para a seleção de indicadores de desempenho ambiental e tem sido usado na Europa desde 1999. Esta norma aborda especificamente as diretrizes para avaliação de desempenho ambiental e a adoção de indicadores, listando mais de 100 critérios que podem ser utilizados (ISO, 2013).

Para que seja possível mensurar a contribuição de uma determinada empresa para a resolução dos problemas ambientais, é necessário levar em consideração os fatores de conversão que ajudam a determinar o quanto contribui a utilização de certa substância a um problema ambiental específico. Por exemplo: é fato que a utilização de energia elétrica contribui para o aquecimento global, mas para determinar o tamanho dessa contribuição é preciso levar em consideração o valor numérico que se converte os quilowatts-hora em toneladas de dióxido de carbono (RINCÓN; WELLENS, 2011).

No Japão (NAKANIWA, 2004) e Austrália (VAN NERKEL, 2004) existem empresas que utilizam indicadores de ecoeficiência, porém observa-se que nestes dois casos, não se objetivou unificar as necessidades de todos os setores empresariais. No Canadá, o NRTEE (*National Round Table on the Environment and the Economy*, 2001) desenvolveu uma metodologia que busca a padronização de definições e regras para o cálculo e divulgação de indicadores de ecoeficiência (genéricos ou específicos). Outro exemplo é a metodologia proposta pela WBCSD (2000), comumente a mais utilizada e que proporciona relevantes informações para o desenvolvimento, implementação e interpretação de indicadores de ecoeficiência para qualquer tipo de empresa.

Os indicadores de ecoeficiência estruturados pelo WBCSD fornecem uma gama de possibilidades que cobrem o amplo conjunto de aspectos ambientais relacionadas com a produção e utilização de produtos e serviços, inclusive, com opções para medir o “Valor” de produtos ou serviços. Combinados juntos, eles podem ser usados para descrever a ecoeficiência de uma empresa. Todos os indicadores não são necessariamente aplicáveis a todas as empresas. Então, cada empresa deve avaliar seu próprio negócio para determinar o que são “Específicos de Negócios” aplicáveis e úteis para a gestão e as partes externas interessadas, além dos indicadores geralmente aplicáveis.

No Brasil, há diversos estudos que se propõem analisar as questões relacionadas à ecoeficiência, e conseqüentemente, seus possíveis indicadores (LIMA, 2014; BERMOND, 2015; SALGADO, 2004). Observa-se que nestes estudos, a metodologia proposta segue as referências apresentadas pela WBCSD (2006).

Uma empresa, a partir da execução da logística colaborativa, poderá propor mecanismos para a resolução de problemas ambientais. A seguir será tratado o conceito de logística colaborativa, seus princípios e sua aplicação no transporte, bem como a influência dos veículos automotores na poluição das grandes cidades e o monitoramento de emissões.

### 3.3 LOGÍSTICA COLABORATIVA

Durante a análise da cadeia de suprimentos de um dado produto, verifica-se que a concentração e o envolvimento do trabalho das empresas implicadas resultam em valor agregado para o produto. Porém, essa referência será inegavelmente maior para os sistemas mais eficientes ou para os integrantes que apresentam equilíbrio econômico entre seus parceiros diretos. Em suma, o desenvolvimento de sinergias constitui um jogo “ganha-ganha”, visto que os membros do negócio atuam em modo colaborativo e com o pensamento em atender ao consumidor final, com preço mais atraente e maior nível de serviço prestado (ALMEIDA; VIEIRA, 2013).

As organizações que trabalham de maneira independente ou desarticulada no âmbito de uma rede de abastecimento percebem resultados negativos ou “soma-zero” para toda a cadeia envolvida, caso o cliente final venha a optar pelo produto do concorrente em função da maior eficiência dos processos de distribuição. A integração entre os participantes dessa atividade é fundamental para convergir em incentivos, trocar informações e alinhar custos e ganhos. Desta forma, diferentes articulações de sincronização das ações passaram a ser implementadas nas cadeias, saindo do mercado livre, passando pela cooperação, coordenação e chegando à colaboração (ALMEIDA; VIEIRA, 2013).

A aplicação de conceitos como o da Logística Colaborativa deve estar dentre as medidas a serem adotadas por uma organização, na expectativa de que tenha uma atuação caracterizada como sustentável, desempenhando atividades para que seu produto atenda à sociedade, refletindo assim, em lucros e não provoque impactos negativos ao meio ambiente, além do foco com a implementação de transporte colaborativo e aos efeitos da poluição.

Segundo Silva (2013), a logística colaborativa pode ser definida como as ações logísticas voltadas para a integração dos participantes da cadeia por meio das modernas tecnologias da informação e comunicação. O objetivo dessa prática é desenvolver estratégias e planos operacionais cooperativos, beneficiando principalmente o consumidor com melhores produtos e melhores serviços agregados, trazendo vantagens competitivas para todos os

participantes e proporcionando a integração de toda a cadeia. Dessa forma, aumenta a troca de informações mediante o compartilhamento de recursos físicos, sistêmicos e humanos.

Na literatura internacional, a logística colaborativa é tratada como uma forma de estratégia da empresa para reduzir custos e aumentar sua eficiência. Wang (2014) descreve a logística colaborativa como uma colaboração funcional que leva a economias de integração, coordenando atividades interdependentes. Ainda nessa linha, Carvalho *et al.* (2016) acreditam que a colaboração no processo logístico pode simplificar e tornar mais eficaz o desenvolvimento dos processos, relativamente ao tempo e à qualidade, explorando o conhecimento de pessoas específicas desses processos que trabalham dentro da organização.

No circuito da cadeia de suprimentos, a logística colaborativa tem se constituído em uma nova tendência de relação entre os principais integrantes envolvidos, por oportunizar benefícios aos planos estratégicos da organização. Essa prática proporciona diminuição de custos, elevação no nível de serviço, redução de inventário, flexibilidade das operações e consolidação nos negócios (ZHOU; HUI; LIANG, 2011).

A logística colaborativa tem estreita ligação com o modo como as organizações fazem o intercâmbio de informações, empreendem ações de maneira compartilhada e constituem relações interpessoais. A partir desta interpretação e para que esta prática aconteça, torna-se importante o conhecimento das pretensões, capacidade e dificuldades do parceiro, em que se evidencia a necessidade de avaliar seu potencial logístico (ALMEIDA; VIEIRA, 2013).

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; BARROS; PRADO, 2013).

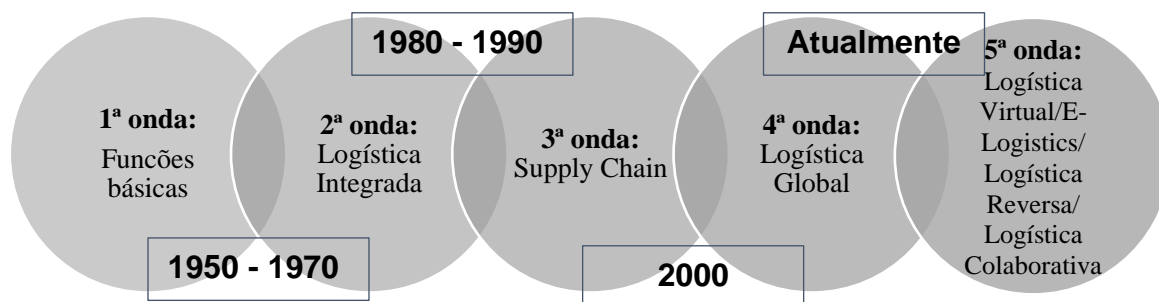
A logística apresenta notável relevância no cenário atual, em especial, no contexto das grandes organizações, quando se refere aos benefícios da gestão da logística, a fim de gerar redução nos custos e no tempo das movimentações de materiais, e consequente aumento do lucro total (BOWERSOX *et al.*, 2013).

Por conta de sua importância, apesar de ser considerada uma das atividades mais antigas da história, são constantes os estudos e a introdução de novos conceitos, uso de tecnologia e a

quebra de paradigmas no setor logístico e da cadeia de suprimentos (GIANNAKIS; CROOM, 2004).

O conceito de logística colaborativa tem sido foco de intensas pesquisas de diversos autores acadêmicos, por apresentar características compatíveis e adaptáveis ao mercado atual, sendo considerada por alguns pesquisadores como a “quinta onda” da expansão do escopo de atuação da logística (SILVA, 2010), conforme apresentado na Figura 20.

**Figura 20 - A expansão do escopo de atuação da logística**



**Fonte:** Adaptado de BOWERSOX (2013)

A logística colaborativa está setorizada em duas vertentes principais. A primeira delas é a colaboração tratada como vertical, que é realizada por fornecedores e clientes. Já a segunda é a colaboração horizontal, existente entre concorrentes, que, por sua vez, quebra paradigmas devido à falta de confiança entre as empresas envolvidas (SILVA, 2013).

De acordo com Bowersox *et al.* (2014), para se obter um processo colaborativo de sucesso, as organizações precisam atender três aspectos básicos:

1. Estímulos à confiança e aos valores mútuos necessários ao desenvolvimento e sustentação das operações estratégicas coordenadas, não cabendo benefício unilateral e sendo importante uma visão e definição de objetivos compartilhados e compactuados entre clientes e fornecedores a respeito dos princípios da colaboração. Os objetivos da colaboração devem ter direcionamentos à agregação de valor ao consumidor final;
2. Devem ser estabelecidos diretrizes formais que configurem políticas e rotinas operacionais conjuntas no sentido de trabalhar com os procedimentos e eventos imprevistos. Definição das lideranças e divisão das responsabilidades, desenhando o modo de compartilhamento dos planejamentos e as informações operacionais, constituindo vínculos financeiros que atrelem as empresas ao seu desempenho mútuo. Essas políticas devem ser motivadoras da partilha dos riscos e de benefícios;

3. As colaborações devem ser cuidadosas com os pontos negativos que porventura possam acontecer na relação. As partes precisam estar preparadas para enfrentar situações complexas, tais como o término da parceria antes da necessidade real do dissolvimento.

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.

Dessa forma, será apresentado o modelo da colaboração de sucesso.

### 3.3.1 Sete proposições para a colaboração de sucesso

Para Caldeira *et al.* (2012), a colaboração de sucesso, independentemente do modo de parceria compactuada, possui como base de sustentação três pilares: impacto, intimidade e visão. Estes são fatores críticos que implicam, respectivamente, na capacidade de alcançar os resultados possíveis, no relacionamento entre as organizações com elevado nível de aproximação e na expectativa de sucesso que pode ser conseguida por intermédio da colaboração.

Em contrapartida, ainda para os autores, alguns fatores podem atingir de modo considerável a continuidade das parcerias, tais como:

- a. Alterações das estratégias nas empresas;
- b. Graus de comprometimento diferenciados;
- c. Falta de equilíbrio de poder por conta de recursos, informações e benefícios;

- d. Confiança precipitada;
- e. Conflitos de lealdade;
- f. Falta de comprometimento na participação com recursos;
- g. Ausência de uma estrutura compartilhada e integração insuficiente;
- h. Apego à política interna dos parceiros.

Quando uma organização pretende ser dinâmica em suas ações, a comunicação entre os envolvidos e o trabalho em conjunto constituem-se como grande problema da cadeia de distribuição dos produtos. Estes fatores foram identificados por Manrodt e Fitzgerald (2001) em duas linhas de pesquisa. A primeira, ao analisarem o *Keeping Score: Measuring the Business Value of Logistics in the Supply Chain*, que na tradução livre significa “Mantendo a pontuação no ranking: medindo o valor comercial da logística na cadeia de suprimentos”, estudo divulgado pelo *Council of Logistics Management (CLM)* em 1999. A segundo é uma pesquisa anual a respeito das maiores tendências da logística e transportes nos Estados Unidos.

Fundamentados nestas publicações, os autores criaram sete proposições para a colaboração de sucesso:

1. Os profissionais da logística e da cadeia de abastecimento devem ter uma visão de processo das empresas, conforme elas rumam para estratégias colaborativas;
2. Nem todos os processos são iguais, porém a importância de cada um se deve à estratégia colaborativa da organização;
3. O processo de gestão deve ser aprimorado antes da implementação da Logística Colaborativa;
4. A Logística Colaborativa, mesmo ainda em um estágio incipiente, vem sendo adotada por comunidades mais desenvolvidas;
5. O surgimento de novas ferramentas vem contribuindo para aumentar o grau de integração, coordenação e colaboração;
6. A visão das atividades-chave da cadeia de abastecimento é o fator principal para a integração, coordenação e colaboração da cadeia de abastecimento;
7. O futuro, mais do que a colaboração, consistirá na sincronização das atividades.

Para Ferreira, Ferreira e Palhares (2015), o sucesso da colaboração tem uma relação direta com a habilidade e com os interesses dos gestores das organizações em constituir alianças



consolidadas por meio da confiança demonstrada entre os participantes e da abdicação do individualismo em favor de parcerias colaborativas.

Já Ahmad e Ullah (2013), comentam que os três impulsionadores que aprimoram a colaboração e que direcionam os processos da cadeia de suprimentos compartilhados, conduzindo aos melhores resultados das atividades, são a troca de informações, o alinhamento dos incentivos e a sincronização de decisões.

### 3.3.2 Melhorando o desempenho com a logística colaborativa

As parcerias oportunizam benefícios relevantes para as organizações que sofrem com deficiências em certas competências e recursos, possibilitando a união de potencialidades para desenvolver vantagens competitivas que não são possíveis obter trabalhando isoladamente. Elas permitem também que a empresa tenha acesso com mais facilidade a novos mercados e oportunidades de sinergias operacionais e aprendizagens mútuas (CALDEIRA *et al.*, 2012).

Os autores ainda afirmam que a estratégia de colaboração é vista como um esforço das empresas em alcançarem suas metas e objetivos por meio da cooperação com outras ao invés de competir contra elas. Nesse contexto, a estratégia de colaboração se traduz em uma concatenação de recursos e energias entre as companhias, com o propósito de atingir uma posição de destaque.

A partir do conceito tradicional e conservador da logística, ela não possibilita a comunicação das informações entre os participantes da cadeia de abastecimento, visto que o processo tem seu início somente depois que o pedido de venda é emitido, isto é, trata-se de uma situação de caráter relativo. O exercício da logística colaborativa fundamenta-se na essência da engenharia simultânea, com todos os integrantes do evento participando da criação do produto ou da ação (SILVA, 2010).

Ressalta-se que a expectativa de ganhos com a implementação da Logística Colaborativa é geralmente mais significativa que no trabalho com a logística tradicional, pois nesta, a redução de custos fica apenas nas operações de transportes. Já na abordagem colaborativa, idealizada e estabelecida desde o começo do projeto, gera-se mais benefícios, como redução de custos, melhoria no nível de serviço, diminuição de inventário, precisão das previsões, flexibilidade operacional e fortalecimento global da cadeia de suprimentos (ALMEIDA; VIEIRA, 2013).

Para que se consiga obter eficácia na colaboração, é necessária uma forte predisposição à confiança entre os parceiros, visto que compartilharão informações estratégicas de seus negócios. Ao trocar informações como níveis de estoque e previsão de vendas, as empresas podem reduzir os tempos de ciclo, atender pedidos mais rapidamente, reduzir excesso de estoque e melhorar a precisão das previsões e o atendimento ao cliente (ALMEIDA; VIEIRA, 2013).

A dinâmica da Logística Colaborativa, na visão de Buller (2012), evidencia o fortalecimento das potencialidades das organizações participantes, configurando melhorias no desempenho de suas atuações por meio do compartilhamento de informações, tecnologias e recursos. Esse cenário de trabalho conjunto reflete em benefícios para os membros da parceria, como:

- a. Redução de custos;
- b. Fortalecimento da cadeia de suprimentos;
- c. Sustentabilidade;
- d. Inteligência logística;
- e. Aumento da oferta de trabalho;
- f. Ganho em competitividade.

São fatores que somados, se consolidam em vantagem competitiva frente às empresas que atuam de forma independente. A concentração de esforços e o pensamento em consenso robustecem as empresas para enfrentar as adversidades e alcançar os objetivos planejados.

Silva, Barros e Prado (2013) explicam que a Logística Colaborativa também tem sua aplicação no fluxo de cargas. Compartilhar um mesmo recurso de transporte para movimentação de produtos e materiais é denominado de transporte colaborativo. Essa é a parte mais relevante da Logística Colaborativa, visto que tem abrangência envolvendo desde os fornecedores até os consumidores, com todos atuando em prol do mesmo objetivo. A implementação do transporte colaborativo tem a proposta de mitigar as ineficiências da idealização e consolidação do transporte.

### 3.3.3 Transporte colaborativo

O sistema de transporte é o elemento chave na cadeia logística, unindo atividades separadas do processo produtivo. O transporte é necessário em todos os procedimentos de

produção, desde a fabricação até a entrega aos consumidores finais, e nos retornos também. O sistema de transporte é a atividade econômica mais importante entre os componentes dos sistemas de logística empresarial. O transporte ocupa um terço do valor dos custos de logística e influencia o desempenho do sistema logístico imensamente (KUMAR; SHIRISHA, 2014).

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).

A prática do transporte colaborativo surgiu de iniciativas que buscavam novos níveis de eficiência operacional nas cadeias de suprimento. O Comitê de Logística do VICS (*Voluntary Inter-Industry Commerce Standards*) foi o responsável pela apresentação do conceito no ano de 2000 (SUTHERLAND, 2004). O Subcomitê de Transporte Colaborativo do VICS (*Sub-Committee – Collaborative Transportation Management*) apresenta a definição desta prática como um processo holístico, que une parceiros de uma cadeia de suprimentos e provedores de serviços logísticos com o intuito de eliminar as ineficiências do planejamento e da execução do transporte, objetivando aperfeiçoar o desempenho operacional de todas as partes envolvidas na relação (SUTHERLAND, 2004). Ademais, Silva (2010) acredita que esse é o elo mais importante da Logística Colaborativa, porque abrange desde os fornecedores até os clientes, em que todos trabalham em busca do mesmo objetivo.

Ferreira, Ferreira e Palhares (2015) afirmam que a implementação da gestão de transporte colaborativo, também conhecida como *Collaborative Transportation Management* (CTM), se apresenta com a proposta de elevar a eficiência das operações de transporte (reduzir o tempo de trajeto e entrega, melhorar do frete retorno e diminuir o transporte com capacidade ociosa), elevar vendas, baixar os custos fixos e o capital de giro empregado, reduzir os estoques

na cadeia de suprimentos, maximizar a satisfação dos clientes, gastar menos tempo com a realização de inventários, reduzir o índice de erros e desperdícios, aprimorar a troca de informações entre os parceiros, aumentar o nível de serviço, otimizar o uso dos equipamentos e da mão de obra, além da oportunidade de se obter taxas menores para a realização dos contratos.

A aplicação da logística colaborativa pode ser realizada em diversos mercados. Tacla (2013) afirma que o transporte de cargas colaborativo é, provavelmente, um dos ramos mais importantes da logística colaborativa, em que, dadas as condições tecnológicas e evolutivas do “Gerenciamento da Cadeia de suprimentos”, surgiu como uma oportunidade e necessidade natural desse processo. Do mesmo modo, Chan e Zhang (2011) afirmam que o transporte colaborativo surgiu como uma ação efetiva da tão cobiçada Gestão da Cadeia de Suprimentos.

A colaboração entre diferentes empresas é uma maneira eficaz de melhorar as operações logísticas de ambas. Um exemplo é quando duas empresas usam um mesmo armazém para dividir seus custos fixos, ou então quando estas distribuem um ou mais produtos para a mesma região contratam um mesmo transportador para distribuir para ambas empresas, ou ainda, quando duas empresas de transporte compartilham informações sobre ordens de transporte para permitir viagens de retorno (GUAJARDO; RÖNNQVIST, 2016).

Neste contexto, Silva (2010) destaca, dentre os potenciais benefícios do transporte colaborativo, o aproveitamento dos recursos de transporte empregados na operação. Em algumas situações, a colaboração fica evidenciada apenas entre o embarcador e seus transportadores, com melhorias na comunicação e na visibilidade das cargas, no entanto, em outros casos mais abrangentes, o que acontece é o compartilhamento dos veículos em “fluxos casados” de movimentação de mercadorias. Nesse sentido, integrantes da mesma cadeia ou embarcadores com cargas para complemento se aproximam para constituir ciclos de elevado rendimento, acordando cargas de retorno.

A implementação da CTM busca empreender estratégias para agregar valor ao serviço de transporte executado pelas organizações. Durante este processo, analisa-se todas as possibilidades de melhorias, não se restringindo somente ao sistema de movimentação de cargas, mas também as articulações de trabalhos conjuntos com outras empresas, buscando aumentar a eficiência dos processos (FERREIRA; FERREIRA; PALHARES, 2015).

Com a intenção de tornarem-se competitivas no atual mercado, as empresas necessitam de uma implementação de cadeia de suprimentos assertiva, que se relacione positivamente ao desenvolvimento sustentável. Tornar-se sustentável é algo imperativo e inegociável para muitas

organizações, uma vez que a crescente dinâmica em torno de questões como escassez de recursos, mudanças climáticas, redução na emissão de gases poluentes e novas regulamentações trazem à tona desafios críticos que a indústria enfrentará nos próximos anos. Essa nova dinâmica impõe uma crescente pressão para que esses quesitos sejam atendidos, principalmente ao estabelecimento de metas ambiciosas na mitigação da emissão de gases poluentes (AMER; ELTAWIL, 2014).

Dessa forma, será apresentada uma breve discussão sobre a poluição do ar, a influência dos veículos automotores na poluição das grandes cidades, e, ainda, o monitoramento de emissões antes de entrar propriamente no assunto relacionado aos corredores logísticos de soja.

### 3.3.4 A gestão sustentável na logística e na cadeia de suprimentos

Atualmente, ao voltar-se para a área empresarial e acadêmica, nota-se que a gestão da sustentabilidade mostra-se como uma vertente de interesse dos que atuam na cadeia de suprimentos, uma vez que esse tipo de gestão vem se apresentando como marco crucial na tomada de decisões na área de operações (MANN *et al.*, 2010).

Seuring e Muller (2008) definem a gestão da sustentabilidade da cadeia de suprimentos (GSCS) como uma forma de se pensar de maneira estratégica, transparente e de maneira integrada, que visa atingir objetivos sociais, ambientais e econômicos, em uma visão sistêmica de coordenação de processos que estão interligados em toda a cadeia. Assim, percebe-se que são muitas as possibilidades que incentivam a inclusão da sustentabilidade no processo de gestão da cadeia de suprimentos, uma vez que a sustentabilidade pode ser vista não como uma fonte de custos, mas sim como uma diferencial para a vantagem competitiva.

Gonçalves-Dias *et al.* (2009) relatam que, até uma década atrás, o tema de sustentabilidade era visto à margem do modelo de negócios, uma vez que haviam apenas iniciativas compensatórias apoiadas em projetos espalhados. Porém, essa perspectiva vem mudando e nota-se que a GSCS tem potencial para a redução de impactos ambientais de qualquer setor, sem o prejuízo da qualidade, custo e eficiência dos processos.

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, em que as ações são tomadas pelo governo; e a segunda é uma visão micro da situação, na qual 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 CO<sub>2</sub>. 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 CO<sub>2</sub>, 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 CO<sub>2</sub>, 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 ativo, visto que o modelo do equipamento tem influência nas emissões de CO<sub>2</sub>. 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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.

### 3.3.5 Iniciativas e ferramentas de apoio à sustentabilidade na logística

Nos últimos anos, tem-se notado a crescente expansão de iniciativas, normas, códigos, ferramentas e recursos voltados para ajudar empresas no desenvolvimento de estratégias de gestão da cadeia de suprimentos mais sustentável e prática. Assim, nota-se que as empresas apresentam maiores possibilidades de escolha dos recursos e suas utilizações, para então, ajudar a melhorar a sustentabilidade da cadeia de suprimentos.

A inclusão de práticas sustentáveis na cadeia de suprimentos de grandes empresas vem sendo apoiada, nos últimos anos, por diferentes iniciativas internacionais que se voltam para impulsionar a transmissão. Para a Rede Brasil do Pacto Global (2019), ao incluir essa visão em suas práticas de mercado, as empresas respondem às críticas mais comuns relacionadas às ausências de políticas relacionadas ao meio ambiente.

No Brasil, esse tipo de iniciativa tem seu início com a Resolução nº 18 do CONAMA, que criou o Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), em 6 de maio de 1986. Este programa, inicialmente coordenado pelo IBAMA, teve como principal objetivo a definição dos primeiros limites de emissão de GEE (para veículos leves), contribuindo assim para o atendimento aos padrões de qualidade do ar instituídos pelo PRONAR.

Já a Lei nº 8.723, de 28 de outubro de 1993 ratificou a necessidade de redução dos níveis de emissão de GEE, fazendo com que fosse possível a indução do desenvolvimento tecnológico de fabricantes (de motores, autopeças e combustível).

Ademais, foi editado o Decreto nº 7.746, de 5 de junho de 2012, que regulamenta o Art. 3º da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, em que são estabelecidos as diretrizes e critérios que visam a promoção do desenvolvimento nacional sustentável em todas as contratações realizadas em esfera pública federal, além de instituir a Comissão Interministerial de Sustentabilidade na Administração Pública (CISAP).



## 4 MATERIAL E MÉTODOS

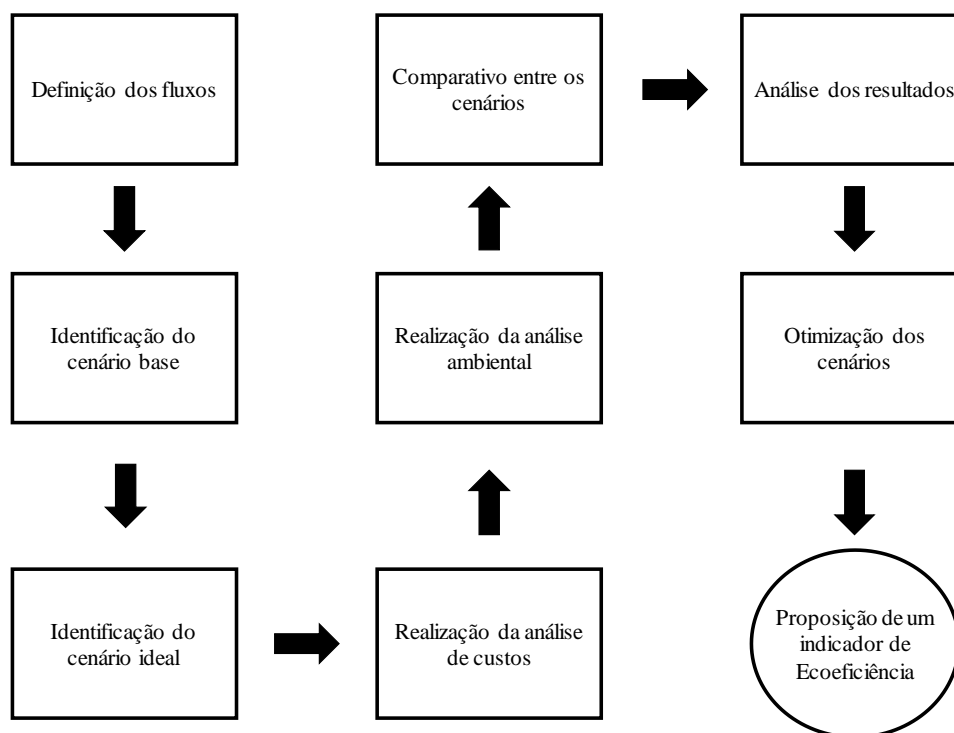
A fim de se analisar a utilização da logística colaborativa nos portos de Santos e Paranaguá, que são respectivamente o principal porto brasileiro exportador de soja e o principal importador de fertilizantes, e identificar os impactos gerados por essa prática nos custos de transportes, quantificar as emissões de CO<sub>2</sub> e avaliar indicadores de ecoeficiência, foram utilizadas metodologias de natureza qualitativa e quantitativa, que estão descritas a seguir.

### 4.1 IDENTIFICAÇÃO E DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Para Schoonenboom e Johnson (2017), a combinação de dois métodos de pesquisa (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. Ademais, como referem os autores, é possível a maior abrangência nas respostas relacionadas à pesquisa, o que não acontece quando se utiliza apenas uma das abordagens. Assim, o presente estudo baseou-se na estratégia exploratório-sequencial, que é caracterizada pela coleta e análise de dados quantitativos juntamente com a coleta e análise de dados qualitativos, a fim de complementar informações (CRESWELL, 2013).

Visando o melhor entendimento do percurso metodológico deste trabalho, a Figura 21 apresenta as etapas desta pesquisa, que logo em seguida são descritas e relacionadas aos objetivos geral e específicos do estudo.

**Figura 21** - Etapas da pesquisa da utilização da logística colaborativa entre as operações de soja e de fertilizantes nos portos Santos e Paranaguá



Fonte: AUTOR (2019)

## 4.2 DEFINIÇÃO DOS FLUXOS

Nesta seção será apresentado o percurso metodológico para a definição dos fluxos de soja e fertilizantes.

### 4.2.1 Fluxo da Soja

Os fluxos de soja utilizados para o presente estudo são originados no estado do Mato Grosso, sendo o destaque para esse estado já explicitado anteriormente na seção 3.1.3 Panorama e perspectivas da sojicultura, e exportado pelos dois principais portos exportadores do país Santos e Paranaguá. Conforme apresentado anteriormente, na seção supracitada, eles foram responsáveis, nos anos de 2014, 2015 e 2016, por aproximadamente 50% das exportações nacionais de soja (MDIC, 2017).

Por meio do acesso ao banco de dados do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), foram obtidos os fluxos de soja originados no estado do Mato Grosso e de fertilizantes destinados ao mesmo estado, referente ao ano de 2018 para os portos avaliados e tais informações serão detalhadas no capítulo de Resultados e Discussões.

O grande destaque é o Porto de Santos, maior porto da América Latina, com movimentação de aproximadamente 130 milhões de toneladas de cargas (CODESP, 2018), tendo assim papel importante na economia brasileira, que é sustentada principalmente pela exportação de *commodities* agrícolas, minerais e energéticas. Ele capta produtos, de forma representativa, de várias localidades brasileiras, incluindo o estado do Mato Grosso, cujas distâncias de transporte rodoviário chegam a ultrapassar 2.500 km. O detalhamento dessas informações foi apresentado na seção 3.1.4 Estimativa do escoamento das exportações de soja.

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. No que diz respeito ao Porto de Paranaguá, este é considerado o maior porto exportador de produtos agrícolas do Brasil, sendo o maior porto graneleiro da América Latina (AAPA, 2018).

#### 4.2.2 Fluxo de Fertilizantes

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. Como apresentado na seção 3.1.7 O mercado de fertilizantes no Brasil, a partir desses dois portos, os insumos dirigem-se principalmente para os estados de Mato Grosso, Goiás, Paraná e São Paulo, sendo o estado de Mato Grosso o maior consumidor. Assim, o fluxo de fertilizantes definido para esse estudo parte dos portos de Santos e Paranaguá para o estado de Mato Grosso.

#### 4.3 CENÁRIOS AVALIADOS

Na presente pesquisa, foram comparados dois cenários, sendo um o cenário base, considerando a fração de caminhões que atualmente 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, diferentemente do que hoje ocorre.

Para o desenvolvimento desta etapa da pesquisa, foi necessária a participação de caminhoneiros que realizam os trajetos estudados, bem como a obtenção de diferentes dados, que estão descritos a seguir.

#### 4.3.1 Participantes

Foram incluídos motoristas de diferentes regiões do Brasil, que transportam soja originada do estado do Mato Grosso, provenientes de uma transportadora com sede no Estado do Paraná e que conta com escritórios em diversas cidades brasileiras, que espontaneamente manifestaram interesse em participar do estudo.

##### 4.3.1.1 Critérios de exclusão

Foram excluídos participantes que não consentiram participar da pesquisa e que não responderam todas as perguntas do questionário.

Vale ressaltar que todas as informações advindas das respostas dos questionários foram utilizadas única e exclusivamente para fins de investigação. Ao final, os motoristas foram caracterizados de acordo com o trajeto realizado.

#### 4.3.2 Instrumentos e materiais

Este estudo contou com dois conjuntos distintos de materiais. Um refere-se à verificação de incidência da logística colaborativa por meio de um questionário, o qual foi aplicado presencialmente e de forma coletiva. O outro está relacionado à investigação e definição dos cenários estudados, a partir da utilização de dados de soja e de fertilizantes referentes ao ano de 2018, extraídos do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), bem como para a análise dos resultados financeiros e ambientais gerados pela aplicação do conceito de logística colaborativa sob o aspecto da ecoeficiência, que visa tanto a otimização dos custos de transporte quanto a conservação de energia e redução de emissões.

#### 4.3.2.1 Instrumento para verificação de incidência da logística colaborativa

A fim de se verificar a incidência da logística colaborativa, foi aplicado um questionário criado pelo pesquisador deste estudo, visando coletar informações de caracterização do perfil dos caminhões utilizados, o consumo de combustível (carregado e vazio), incidência e os impedimentos enfrentados pelos caminhoneiros para a realização do frete retorno de fertilizantes.

Para a definição da quantidade necessária de questionários aplicados, utilizou-se a metodologia proposta por Hoffman (1991). A partir da aplicação da Equação 2, pode-se obter o tamanho mínimo da amostra suficiente para se atingir o nível de confiança de 95%. Ressalta-se que o índice de confiança em 95% é o mais utilizado na literatura, por isso a opção nesta pesquisa.

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

Em que

- n*: Tamanho mínimo da amostra avaliada
- N*: Espaço 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 admitida (0,05)
- p*: Proporção que se espera encontrar (adota-se 0,5)

#### 4.3.2.2 Materiais para a definição e comparativos dos cenários

No que diz respeito à investigação, definição e análise dos cenários estudados, foram utilizados materiais advindos de diferentes fontes, tais como:

- a. Tabela de fretes de soja e fertilizantes: consiste em uma tabela com os valores de frete de soja e fertilizantes praticados no ano de 2018 entre os portos de Santos e Paranaguá e algumas cidades do estado de Mato Grosso, obtidos a partir do contato com o IMEA (Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária).
- b. Tabela com as cargas exportadas de soja: refere-se à uma tabela com as cargas de soja que foram exportadas pelo estado do Mato Grosso durante o ano de 2018, entregues aos portos de Santos e Paranaguá, obtida no site do ComexStat.

- c. Tabela com as cargas importadas de fertilizantes: trata-se de uma tabela com as cargas de fertilizantes que foram importadas para o estado de Mato Grosso por intermédio dos portos de Santos e Paranaguá durante o ano de 2018, obtida no site do ComexStat.

#### 4.3.3 Identificação dos cenários

A seguir serão descritos como os cenários base e ideal foram identificados.

##### 4.3.3.1 Identificação do cenário base

Para identificação do cenário base, foram aplicados questionários (Anexo I) junto a transportadoras e caminhoneiros para cada um dos portos analisados no presente estudo. Normalmente o grande fluxo de operação de soja se concentra entre os meses de fevereiro a junho, pois são os meses de colheita.

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.

Cabe ressaltar que a coleta foi realizada em apenas um momento, uma vez que os cálculos utilizados neste trabalho já apontam para o ganho em cada unidade de carga, ou seja, apenas com poucas informações já é possível descrever os resultados com alguma precisão, levando em consideração que a amostra é estatisticamente significativa.

Assim, entende-se que aumentar o número de questionários coletados, mesmo que em diferentes épocas do ano, aponta para resultados ainda mais precisos para o cenário atual, porém nada muda em relação ao cenário ideal, uma vez que a ordem de grandeza se mantém constante.

Para exemplificar os apontamentos anteriores, pode-se dizer que este estudo apresenta uma medida apontando que a cada tonelada de carga que o caminhão volta carregado com fertilizante, espera-se uma redução, em reais, dos custos de transporte da operação. A partir da coleta realizada, já se tem a quantidade de caminhões que voltam carregados com fertilizantes; caso esse número aumente, a carga de fertilizante muda, porém, a métrica de redução é constante, ou seja, sempre será a mesma.

#### 4.3.3.2 Identificação do cenário ideal

Quanto ao cenário ideal, é evidente que a carga máxima de retorno por porto é justamente a sua carga importada de fertilizante, portanto, na quarta coluna da Tabela 4 está apresentada a relação entre as cargas de fertilizantes frente a operação de soja por porto, obtidos a partir da base de dados do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (2019). Dessa forma, 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.

**Tabela 4 - Representatividade da carga de fertilizantes frente a soja**

<b>Porto</b>	<b>CTS: Carga total de soja (t)</b>	<b>CTF: Carga total de fertilizante (t)</b>	<b>Representatividade (%)</b>
Santos	8.951.457,87	127.456,66	1,42
Paranaguá	1.040.171,02	206.723,17	19,87

**Fonte:** MDIC (2019)

#### 4.4 ANÁLISE DOS CENÁRIOS ESTUDADOS

A seguir serão apresentados os procedimentos realizados para a realização dos cálculos propostos em cada um dos cenários avaliados na presente pesquisa.

##### 4.4.1 Procedimento de coleta de dados

As matrizes de origem-destino que foram utilizadas nesta pesquisa foram orientadas pelos procedimentos utilizados por diferentes autores (PINHEIRO, 2012; ÁVILA, 2016). As definições dos pontos de origem de oferta de soja foram determinadas a partir de municípios representativos do estado selecionado para esta pesquisa, sendo que, para a determinação destes, realizou-se uma pesquisa no sistema SIDRA (Sistema IBGE de Recuperação Automática). Selecionadas as microrregiões produtoras de soja no ano de 2018, selecionou-se os maiores municípios produtores de soja de cada microrregião. De acordo com Ávila (2016), ao limitar a pesquisa em termos de microrregiões, a operacionalização dos procedimentos para análise dos dados torna-se mais ágil, em comparação ao uso de todos os municípios produtores.

O questionário teve como objetivo a caracterização dos caminhões, bem como a identificação da incidência da logística colaborativa, e sua construção se deu após o reconhecimento de três variáveis: caminhão, rotas e frete retorno e que estão descritas na Tabela 5.

**Tabela 5 - Caracterização do questionário aplicado**

<b>Variáveis</b>	<b>Definições para caracterização</b>
<b>Caminhão</b>	Perguntas que visam a identificação das características do caminhão. Exemplo: <b>Qual é a capacidade do veículo?</b>
<b>Rotas</b>	Perguntas que buscam identificar as rotas percorridas, bem como o consumo de combustível por rota. Exemplo: <b>Qual o consumo médio de combustível por km na rota de ida?</b>
<b>Frete de Retorno</b>	Perguntas que visam identificar a utilização da logística colaborativa e os principais fatores que facilitam/impedem a prática. Exemplo: <b>De cada 10 viagens no ano, em quantas o veículo volta vazio?</b>

**Fonte:** AUTOR (2019)

Na Tabela 5, observa-se que 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).

As perguntas que caracterizam as rotas praticadas por motorista têm como principal objetivo obter os consumos médios de combustível para tais rotas (ida/volta) e identificar o ponto de origem e o porto de destino.

Já as perguntas referentes especificamente ao frete de retorno buscam identificar a representatividade da operação de frete retorno entre a soja e fertilizante, e fazer também uma abordagem qualitativa das limitações da efetivação em maior escala da logística colaborativa. O questionário está disponível no Anexo I.

Para a aplicação do questionário, primeiramente foi realizada uma pesquisa em diferentes veículos especializados em transportes a fim de se encontrar uma transportadora que



abrangesse o universo a ser estudado, bem como houvesse facilidade de acesso para aplicação do questionário. A partir da busca em fontes como o anuário da Confederação Nacional do Transporte (CNT), Agência Nacional dos Transportes Terrestres (ANTT) e revistas especializadas na área, identificou-se a segunda maior transportadora rodoviária de cargas nacional, com sede na cidade de Maringá, no estado do Paraná, e com escritórios espalhados em diferentes cidades do Brasil, possibilitando assim a ida do pesquisador a um dos escritórios para a aplicação do questionário. A empresa conta com uma frota de mais de 1.600 caminhões dedicados exclusivamente para o transporte de grãos e produtos químicos, aproximadamente 100.000 caminhões terceirizados, está presente em 19 estados e conta com mais de 500 colaboradores diretos.

Após a identificação da transportadora que poderia atender aos objetivos do presente estudo, iniciou-se o contato com a mesma afim de iniciar a aplicação do questionário. Após a aceitação por parte da empresa em colaborar com o estudo, escolheu-se a melhor data para a ida a um dos escritórios (localizado no município de Piracicaba/SP, residência do pesquisador). Os questionários foram aplicados nos pátios dos escritórios localizados nas cidades de Cubatão/SP e Paranaguá/PR.

No que diz respeito à obtenção dos materiais necessários para a realização das análises propostas nesta tese, foram contatados diferentes órgãos para a obtenção dos dados utilizados.

Para as informações referentes aos valores de frete de soja e fertilizantes, estes são de difícil acesso, uma vez que ainda não há uma fonte de dados que combine todas as possibilidades de origem-destino ou origem-transbordo.

Para a validação e obtenção de mais informações referentes aos fretes que seriam necessários para a realização desta pesquisa, foram consultados o Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária (IMEA) e a Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA). Nos relatórios disponibilizados por tais entidades, referentes ao ano de 2018, foi possível obter informações a respeito dos fretes nos trajetos necessários para este estudo, bem como a validação das estimativas para os trajetos sem informações precisas.

Para a obtenção dos dados referentes às cargas de soja e de fertilizantes, foi consultado o site do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, por meio do portal ComexStat (acesso gratuito às estatísticas de comércio exterior do Brasil). Neste sistema foi possível obter os dados de operação de soja pelos dois portos selecionados para este estudo. Ressalta-se que nem toda origem de soja informada pelo ComexStat correspondeu exatamente à origem correta, mas sim de acordo com o SIDRA. Como justificativa para esse fato, entende-se que muitas

vezes, a soja vem de um armazém que está localizado no município que é apontado como origem, mas que não necessariamente sua produção tenha ocorrido neste local. Uma vez que nesta tese as questões relacionadas à armazenagem não estão sendo consideradas em seus detalhes, optou-se pela retirada dos municípios exportadores indicados no portal ComexStat que não eram correspondentes às informações de origem do SIDRA.

Especificamente sobre as cargas transportadas e o consumo médio dos caminhões, utilizou-se informações da transportadora que intermediou a aplicação do questionário. Tais informações foram validadas a partir das respostas dos questionários aplicados aos caminhoneiros. A partir da aplicação do questionário foi possível obter informações a respeito da capacidade de transporte dos veículos, bem como da média de consumo dos caminhões. A partir da identificação da capacidade, estimou-se qual o valor referente de transporte de soja por caminhão no ano de 2018, assumindo-se, portanto, que essa carga é de 37 toneladas por caminhão (independente do produto a ser transportado – soja ou fertilizante).

Neste estudo, o consumo de combustível dos caminhões foi estimado a partir das respostas dos questionários, porém as informações a respeito do consumo médio também foram obtidas a partir dos trabalhos do Ministério do Meio Ambiente (2014) e Messer (2015), em que foram considerados que o consumo médio dos caminhões no modal rodoviário depende de diferentes fatores, como a frota de veículos, idade do caminhão, capacidade e quantidade de carga que o caminhão transporta, entre outros. Nesta pesquisa não se pretende estimar valores precisos sobre o consumo de combustível, uma vez que, para a precisão de resultados, deve-se levar em consideração além dos fatores já mencionados, como a possibilidade de o caminhão voltar ao destino de origem vazio. Para estes casos, o consumo de combustível deveria ser alterado, uma vez que o consumo depende demasiadamente da quantidade transportada.

No que diz respeito à conversão de consumo de combustível em emissões de CO<sub>2</sub>, foi realizada a partir da metodologia *GHG Protocol*, que é a ferramenta de contabilidade internacional mais usada por governos e empresas para entender, quantificar e gerenciar as emissões de Gases de Efeito Estufa. Ela serve de base para quase todos os padrões e programas de GEE do mundo (da *International Standards Organization (ISO)* ao *The Climate Registry*), além de centenas de inventários de GEE preparados por empresas ao redor do mundo (IRMA, 2017).

#### 4.4.2 Procedimento de análise dos dados

A pesquisa de natureza qualitativa, de acordo com Gil (2017), proporciona ao pesquisador maior familiaridade com o assunto, não se preocupando com a expressão em números, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão, seja de um grupo social ou uma organização, etc. No caso deste estudo, entende-se como o aprofundamento da compreensão da utilização da logística colaborativa nos dois principais portos brasileiros - Santos/SP e Paranaguá/PR. A análise dos dados da pesquisa qualitativa não segue um padrão específico, uma regra pré-determinada, o pesquisador tem a possibilidade de associar diversas concepções teórico-metodológicas conforme as circunstâncias da natureza da pesquisa.

Ainda segundo Gil (2017), o aspecto quantitativo leva em consideração tudo aquilo que pode ser quantificável, traduzindo em números, opiniões e informações, para que possam ser posteriormente classificados e analisados. Dessa forma, o método *survey* consiste em um levantamento de dados junto a um determinado público, onde o fenômeno ocorre.

A partir da ideia de Gil (2017), foi necessário quantificar os impactos em termos de consumo de combustíveis, emissão de gases poluentes e redução de custos de transporte potencialmente obtidos a partir da intensificação da prática da logística colaborativa. Para este fim foram aplicados os questionários já mencionados, a fim de obter, por meio das respostas, quais os principais fatores que hoje contribuem para a limitação da logística colaborativa entre grãos e fertilizantes nos portos de Santos e Paranaguá. Esses fatores podem ser no âmbito fitossanitários, econômicos, infraestrutura, sazonalidade, entre outros.

As análises estatísticas neste estudo foram realizadas por meio do programa Excel e contou com o suporte técnico de um estatístico. Para analisar o intervalo de confiança, optou-se pela utilização do intervalo de 95% (BUSSAB; MORETTIN, 2012). Estatisticamente, esse é o intervalo comumente utilizado. Assim, esse índice foi aplicado em todos os dados em que a estatística descritiva foi utilizada.

Em discussões sobre desempenho e sustentabilidade nos negócios, o conceito de ecoeficiência é popular para ser utilizado na integração da medição dos aspectos corporativos ambientais e econômicos (CALLEN; TYTECA, 1999; CIROTH, 2009; FIGGE; HAHN, 2013). Desde o surgimento do conceito de ecoeficiência nos anos 90, o Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável cunhou a ideia de que a ecoeficiência fornece uma linha de base fundamental para o uso de recursos ambientais de forma mais eficiente,

ligando questões ambientais e considerações de eficiência na tomada de decisões corporativas (SCHMIDHEINY, 1992).

Nesta pesquisa, explorou-se a medição integrada do desempenho ambiental e econômico corporativo na logística de escoamento da produção de soja brasileira. Utilizou-se uma abordagem multi-metodológica em um caso ilustrativo, em que o debate sobre uma melhoria ambiental e econômica ganha-ganha requer uma melhor compreensão da ecoeficiência na logística e na gestão da cadeia de suprimentos.

Ao explorar e abordar o tópico de pesquisa “integrando a medição do desempenho financeiro e de sustentabilidade nas operações logísticas que envolvem a soja e fertilizantes do estado do Mato Grosso”, este documento apresenta três contribuições principais. Em primeiro lugar, uma vez que o surgimento de pesquisas sobre cadeias de suprimento sustentáveis e logística verde está em rápido desenvolvimento, este estudo fornece uma visão importante sobre a ligação entre o desempenho de sustentabilidade ambiental e o desempenho econômico na logística. Em particular, a emissão de dióxido de carbono é usada para medir desempenho ambiental.

Este estudo apresenta alguns aspectos da logística de transporte de operação de soja em um contexto empírico, devido a sua importância econômica, como já citado anteriormente, em que segundo o CEPEA (2018), o PIB da agropecuária correspondeu à aproximadamente 20% do PIB total brasileiro no ano de 2018, e também pelo impacto que suas operações têm na economia e no meio ambiente. Em terceiro lugar, são exploradas multi-metodologias para identificar soluções ecoeficientes com foco de carbono para a logística verde.

Devido à falta de uma abordagem abrangente e estruturada para a identificação e mensuração do desempenho logístico ambiental e econômico, este estudo utiliza um processo estático de mapeamento e cálculos de custo/emissão, usando modelagem matemática, bem como complementar análise de sensibilidade, a fim de obter uma melhor compreensão sobre o impacto da logística colaborativa nas operações logísticas da soja e fertilizante mato-grossense. Como Murphy e Poist (2003) apontam, as soluções verdes ampliarão a área de logística, bem como influenciarão os gerentes de logística e cadeia de abastecimento a lidar e operar seus negócios de maneira sustentável.

O resultado dos questionários permitiu analisar o cenário base identificado e um cenário “ideal”, que já foi descrito anteriormente, no momento da pesquisa bibliográfica, e, além disso, avaliar os impactos financeiros e ambientais na potencial redução da emissão de CO<sub>2</sub> que a logística colaborativa geraria para o setor, bem como os limitantes dele.

#### 4.4.3 Análise dos custos de transporte

Para Silva Júnior e Gomes (2019), os custos de transporte têm se tornado um importante diferencial competitivo, uma vez que a redução desses custos impacta diretamente o valor do produto, causando assim melhorias na prestação de serviços.

Neste contexto, entende-se a necessidade de as empresas voltarem-se para as análises relacionadas a todos os custos que envolvem o transporte, pois apenas assim elas continuam competitivas, principalmente, no mercado externo. De acordo com Santos *et al.* (2018), ao comparar os custos de transporte no Brasil com outros grandes países produtores de soja (EUA ou Argentina), nota-se que no país, estes custos são até quatro vezes maiores, impactando assim, a comercialização dos grãos. Sampaio *et al.* (2012) mostram que os custos de transporte impactam positiva ou negativamente no preço final do produto, ou seja, percebe-se assim a necessidade de uma boa gestão do custo de transporte, pois este fator afeta diretamente no resultado empresarial.

Para essa pesquisa, o custo de transporte é entendido como o valor em reais (R\$) para que toda a carga de fertilizante com destino ao estado do Mato Grosso nos portos estudados seja transportada. Neste ponto, observa-se que os estudos relacionados à transporte de *commodities* agrícolas voltam-se, principalmente, para a avaliação apenas de custos operacionais.

Entende-se que, a partir da aplicação do questionário, nem sempre o caminhoneiro volta com o caminhão carregado. Assim, o frete (para esses casos), contemplaria apenas a viagem de ida, fazendo com que o caminhoneiro precise levar em consideração que o montante recebido para a viagem de ida deve ser suficiente para cobrir os custos de transporte da viagem de ida e da sua viagem de volta. Ressalta-se também que a carga é levada em consideração, uma vez que o valor do frete é dado por tonelada (carga carregada), chamado assim de “frete-peso” (CNT, 2014).

A partir do contexto apresentado, entende-se ser necessário para atingir os objetivos desta tese, a construção de uma abordagem de análise financeira que leve em consideração os fatores apresentados a partir da aplicação dos questionários e a necessidade de se criar ferramentas para que fosse possível a análise financeira dos dados aqui apresentados. Neste contexto, apresenta-se a Equação 3, que fornece o valor da tonelada do frete de fertilizante obtida como a razão entre o custo total do transporte de fertilizantes e o produto da fração da frota que participa da logística colaborativa pela carga total de fertilizantes.

$$VTFF = \frac{CTTF}{f_p \cdot CTF} \quad (3)$$

Em que VTFF: Valor da tonelada do frete de fertilizante (R\$/t)  
 CTTF: Custo total do transporte de fertilizantes (R\$)  
 CTF: Carga total de fertilizantes (t)  
 $f_p$ : Fração da frota que participa da logística colaborativa  $\{ f_p \in \mathbb{R} \mid 0 \leq f_p \leq 1 \}$

Para as informações da aplicação da Equação 3, os dados utilizados foram a carga total de fertilizante, que foi obtida da Tabela 4 (página 95); a fração da frota que participa da logística colaborativa da Tabela 11 (página 114); e o custo total do transporte de fertilizantes que pode ser visto na Tabela 15 (página 122).

A partir da Equação 3, é possível determinar o valor do frete para cada um dos caminhões, por meio da Equação 4, apresentada a seguir. Ressalta-se que a Equação 4 baseia-se no conceito de frete-peso, uma vez que o valor do frete do caminhão é obtido em função da carga.

$$VFF = VTFF \cdot CMC \quad (4)$$

Em que VFF: Valor do frete de fertilizante (R\$)  
 VTFF: Valor da tonelada do frete de fertilizante (R\$/t)  
 CMC: Carga média do caminhão (t)

As informações para a aplicação da Equação 4 podem ser observadas na Tabela 10 (página 114), em que se encontra a capacidade de carga média do caminhão.

A partir das Equações 3 e 4, é possível determinar o custo total do transporte de fertilizantes necessário para a produção de soja, representado na Equação 5.

$$CTTF_{f_p} = VTFF \cdot CTF \quad (5)$$

Em que  $CTTF_{f_p}$ : Custo total do transporte de fertilizante em função de  $f_p$  (R\$)  
 VTFF: Valor da tonelada do frete do fertilizante (R\$/t)  
 CTF: Carga total de fertilizante (t)

As Equações 4 e 5 compartilham a mesma variável VTFF, que é obtida a partir da Equação 3. Para a aplicação da Equação 5, utilizou-se os dados de Tabela 4 (página 95), referentes a carga total de fertilizantes.

A proposta para as análises desse estudo parte da ideia de aumentar a fração de viagens em que o caminhoneiro volta com carga (neste caso, fertilizantes), reduzindo assim, os custos de transporte da operação. A seguir, inicia-se as discussões voltadas para as análises ambientais.

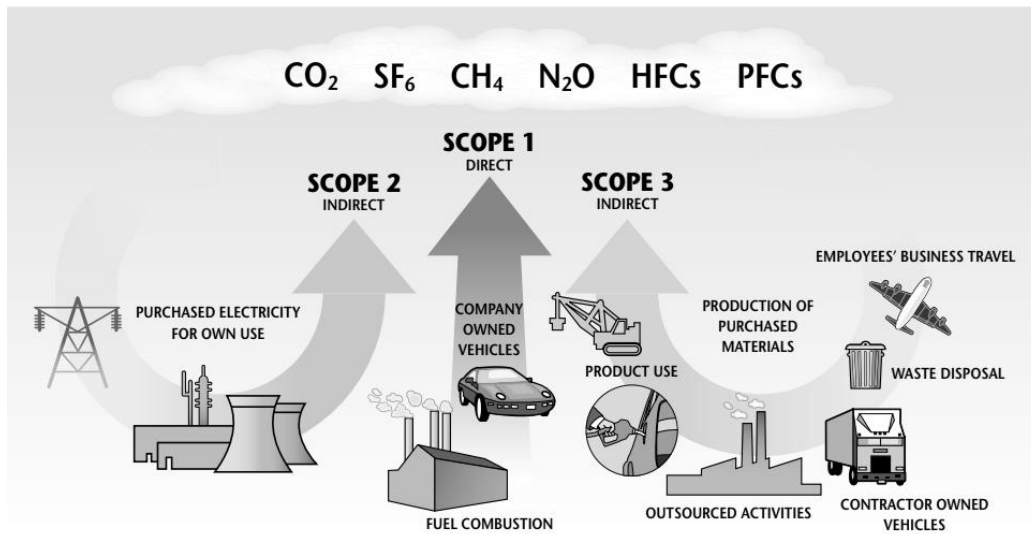
#### 4.4.4 Análise ambiental

As análises ambientais, como já mencionado anteriormente, partem da metodologia do *GHG Protocol*, que é o protocolo mais utilizado para esse tipo de análise. Neste estudo, buscou-se relacionar a metodologia do *GHG Protocol* com os objetivos propostos, principalmente ao focar na ideia de construção de indicadores que visam a ecoeficiência. Assim, algumas alterações foram necessárias para que os objetivos fossem atingidos.

Para a gestão efetiva e inovadora de GEE (Gases de Efeito Estufa), 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.

Para ajudar a delinear fontes de emissão direta e indireta, melhorar a transparência e orientar diferentes tipos de organizações, políticas climáticas e metas de negócios, três “escopos” (escopo 1, escopo 2 e escopo 3) são definidos para a contabilização de GEE e elaboração de relatórios, conforme apresentado na Figura 22.

**Figura 22** - Escopos do *GHG Protocol* em uma cadeia de valor



**Fonte:** Adaptado de WRI & WBCSD (2013)

Os escopos 1 e 2 são cuidadosamente definidos neste padrão para garantir que duas ou mais empresas não contabilizem as emissões no mesmo escopo. No escopo 1 as emissões diretas de GEE ocorrem a partir de fontes pertencentes ou controladas pela empresa, por exemplo, emissões da combustão em caldeiras próprias ou controladas, fornos, veículos, etc. Já o escopo 2 considera as emissões de GEE da geração de eletricidade comprada e consumida pela empresa. A eletricidade adquirida é definida como a eletricidade que é comprada ou de outra forma trazida para o limite organizacional da empresa. As emissões do Escopo 2 ocorrem fisicamente nas instalações em que a eletricidade é gerada.

O escopo 3 é uma categoria de relatório opcional que permite o tratamento de todas as outras emissões indiretas. As emissões do escopo 3 são uma consequência das atividades da empresa, mas ocorrem a partir de fontes não pertencentes ou controladas pela empresa.

Na Figura 22 é possível ver as categorias de relatórios distintas no escopo 3 e também mostra como o escopo 3 se relaciona ao escopo 1 (emissões diretas de fontes próprias ou controladas) e ao escopo 2 (emissões indiretas da geração de eletricidade comprada, vapor, aquecimento e resfriamento consumidos pela empresa relatora). O escopo 3 inclui todas as outras emissões indiretas que ocorrem na cadeia de valor de uma empresa. As categorias do escopo 3 pretendem fornecer às empresas uma estrutura sistemática para medir, gerenciar e reduzir as emissões em uma cadeia de valor corporativa. As categorias são projetadas para serem mutuamente exclusivas para evitar que uma empresa contabilize duplamente as emissões entre as categorias.



Serviços de transporte e distribuição que são comprados pela empresa são excluídos da categoria Transporte e Distribuição *Downstream* (categoria 9) e incluídos na categoria Transporte e Distribuição *Upstream* (categoria 4), porque no cenário estudado as empresas compram o serviço de transporte. A categoria 9 inclui apenas emissões de transporte e distribuição de produtos após o ponto de venda.

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 CO<sub>2</sub> é melhor estimado a partir do consumo de combustível, pois este está diretamente relacionado às emissões. O CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O 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 CO<sub>2</sub>/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. Na Tabela 6 tem-se as distâncias médias das rotas analisada entre cidades do estado do Mato Grosso e os portos de Santos e Paranaguá.

**Tabela 6** - Distâncias médias das rotas analisadas a partir de uma ferramenta de roteirização online

Origem	Destino	DMT: Distância média do trajeto (km)
Campo Novo do Parecis		2.015
Campo Verde		1.600
Rondonópolis		1.450
Sapezal	Santos/SP	2.150
Diamantino		1.850
Sorriso		2.030
Canarana		1.700
Campo Novo do Parecis		2.200
Campo Verde		1.730
Rondonópolis		1.600
Sapezal	Paranaguá/PR	2.320
Diamantino		2.000
Sorriso		2.200
Canarana		1.885

Fonte: AUTOR (2019)

O consumo de diesel foi identificado por meio da aplicação do questionário, em que os motoristas entrevistados informaram o consumo médio dos seus veículos carregados e vazios para as rotas dos dois portos estudados, e que está apresentado no Anexo I.

O modelo de análise para esta pesquisa assume como premissa a necessidade de transportar até o estado de origem da soja as respectivas cargas de fertilizantes necessárias para a sua produção. Na modelagem matemática desenvolvida visando a determinação da quantidade de CO<sub>2</sub>, foi considerada a capacidade de transporte dos caminhões, o consumo destes vazios e carregado, a fração da frota que retorna carregada, o fator de emissão proposto pelo *GHG Protocol*, bem como a carga total de fertilizante importado anualmente. A Equação 6, a seguir, descreve o contexto apresentado.

$$QCO_2 = \left\{ f_p \cdot \left( \frac{CTF}{CMC} \right) \cdot \left( \frac{DMT}{CMCC} \right) + (1 - f_p) \cdot \left( \frac{CTF}{CMC} \right) \cdot \left( \frac{DMT}{CMCV} \right) \right\} \cdot fep \quad (6)$$

Em que QCO<sub>2</sub>: Quantidade de CO<sub>2</sub> produzida (kg CO<sub>2</sub>)

$f_p$ : Fração da frota que participa da logística colaborativa  $\{ f_p \in \mathbb{R} \mid 0 \leq f_p \leq 1 \}$

CTF: Carga total de fertilizantes (t)

CMC: Carga média caminhão (t)

DMT: Distância média do trajeto (km)

CMCC: Consumo médio do caminhão carregado (km/L)

CMCV: Consumo médio do caminhão vazio (km/L)

fep: Fator de emissão (2,603 kg CO<sub>2</sub>/L)

A Equação 6 descreve a quantidade de kg de CO<sub>2</sub> produzida no transporte de fertilizantes em função da fração de frota que participa da logística colaborativa. Além disso, em sua modelagem referida, a equação considera a distância do trajeto percorrido pelos caminhões, a capacidade de carga que cada um deles transporta, além do consumo de combustível destes nos casos em que o caminhão está rodando vazio e quando o caminhão percorre o trajeto carregado.

A carga total de fertilizantes foi obtida a partir da Tabela 4 (página 95); a distância média das rotas analisadas na Tabela 6 (página 105); a capacidade de carga média dos caminhões, o consumo médio do caminhão carregado e vazio da Tabela 10 (página 114) e os dados da fração da frota que participa da logística colaborativa foram obtidos a partir da Tabela 11 (página 114).

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.

#### 4.4.5 Indicadores de Ecoeficiência

Tratando-se da construção de um indicador de ecoeficiência a partir dos dados oriundos deste projeto, parte-se novamente da metodologia proposta pelo WBCSD (2006), em que o indicador pode ser construído a partir dos aspectos assumidos para se apresentar os resultados.

Para esta pesquisa, parte-se de diferentes aspectos para as descrições dos indicadores que podem ser propostos, visando o auxílio no monitoramento da logística colaborativa.

##### 4.4.5.1 Indicador Financeiro

Visando a análise da logística colaborativa no desempenho financeiro das rotas estudadas nesta pesquisa, propõe-se um modelo que leva em consideração o valor total de soja transportada, bem como o valor total de fertilizantes importados em função da fração da frota que retorna carregada e descarregada.

O indicador financeiro (IF), proposto neste trabalho, é definido pela Equação 7. IF é uma função definida por partes. As componentes  $f(\bar{x})$  e  $g(\bar{y})$ , estão definidas em (8) e (9) respectivamente.

$$IF = \begin{cases} 0 & \text{se } f_p = 0 \\ \frac{f(\bar{x})}{g(\bar{x})} & \text{se } 0 < f_p \leq 1 \end{cases} \quad (7)$$

$$\text{Em que} \quad f(\bar{x}) = CTS \cdot VTFS + c \cdot (f_p \cdot CTF - (1 - f_p) \cdot CTF) \cdot VTFF \quad (8)$$

$$g(\bar{y}) = CTS \cdot VTFS + c \cdot (CTF \cdot VVFF) \quad (9)$$

A Equação 8 representa a soma do custo total do transporte da soja com os custos do transporte dos fertilizantes, estes, ponderados pela fração da frota que participa da logística

colaborativa. Por sua vez, a Equação 9 representa os custos do cenário ideal, que neste caso, entende-se como sendo os custos mínimos que se obtém ao empregar a totalidade da frota necessária para o transporte de fertilizantes por meio da logística colaborativa.

A variável  $\bar{x}$  é dada por  $\bar{x} = (CTS, VTFS, CTF, VTFF, c, f_p)$ . Analogamente, a variável  $\bar{y}$  é dada por  $\bar{y} = (CTS, VTFS, CTF, VVFF, c)$ .

Sendo

- IF: Indicador Financeiro
- CTS: Carga total de soja (t)
- VTFS: Valor da tonelada do frete da soja (R\$/t)
- $f_p$ : Fração da frota que participa da logística colaborativa

$$\{ f_p \in \mathbb{R} \mid 0 \leq f_p \leq 1 \}$$

- CTF: Carga total de fertilizantes (t)
- VTFF: Valor da tonelada do frete de fertilizante (R\$/t)
- VVFF: Valor virtual do frete de fertilizante (R\$/t)
- $c$ : Ponderador da equação ( $0 \leq c \leq \frac{CTS}{CTF}$ )

Deste modo, o indicador financeiro pode ser compreendido como sendo um quociente em que o numerador denota o custo do transporte da carga de soja em adição ao custo do transporte do fertilizante, descrito em função da fração de frota que participa da logística colaborativa. Já o denominador representa os custos ideais dos transportes da soja e do fertilizante. Assim, o indicador financeiro consiste numa medida do quanto o custo corrente de transporte em função da frota atuante está próximo à situação ideal dos custos mínimos, aqui denominado de cenário ideal.

A variável VVFF pode ser entendida como sendo o valor do frete ideal, que é obtida ao se utilizar a totalidade da frota disponível no transporte do fertilizante. Assim, quanto mais próximo  $f_p$  está de 1, mais o valor de VTFF está próximo de VVFF, matematicamente tem-se  $VVFF = \lim_{f_p \rightarrow 1} VTFF$ .

O fator de ponderação denotado neste trabalho por  $c$ , tem como função a equalização entre a carga total de soja (CTS) e a carga total de fertilizante (CTF). A partir dos dados apresentados nas bases de volumes, verificou-se que a carga total de soja possui ordem de grandeza muito maior que a carga total de fertilizante. Assim, pode-se descrever essa relação como:

$$c = \frac{CTS}{CTF} \quad (10)$$

Visando exemplificar como encontra-se o ponderador para este trabalho, tem-se:

- Trajeto: MT – Santos; Carga de soja exportada: 8.951.457,87 toneladas; Carga de fertilizante importada: 27.456,66 toneladas. Assim, a razão entre esses números, que define o fator de ponderação ( $c$ ) é de 70,23.
- Trajeto: MT – Paranaguá; Carga de soja exportada: 1.040.171,02 toneladas; Carga de fertilizante importada: 206.723,17. Assim, a razão entre esses números, que define o fator de ponderação ( $c$ ) é de 5,03.

Para a aplicação da Equação 7, os dados das cargas de soja e fertilizantes transportadas foram obtidos na Tabela 4 (página 95); a fração da frota que participa da logística colaborativa da Tabela 11 (página 114); e os valores dos fretes de soja e fertilizante estão disponíveis na Tabela 13 (página 121).

O Quadro 1, a seguir, fornece uma descrição dos elementos envolvidos na Equação 7.

**Quadro 1** - Explicação das variáveis da Equação 7

Expressão Matemática	Significado
$CTS \cdot VTFS$	Valor total do transporte de soja
$c \cdot f_p \cdot CTF \cdot VTFF$	Valor auferido pela empresa com caminhões que participam da logística colaborativa
$- c \cdot (1 - f_p) \cdot CTF \cdot VTFF$	Custo dos caminhões que não participam da logística colaborativa transportando fertilizantes
$CTS \cdot VTFS + c \cdot (CTF \cdot VVFF)$	Melhor valor auferido pela empresa com o emprego da logística colaborativa

Fonte: AUTOR (2020)

#### 4.4.5.2 Indicador Ambiental

Com o intuito de se estudar a influência da logística colaborativa na melhora dos indicadores ambientais em cada uma das rotas estudadas nesta pesquisa, propõem-se um modelo que considera as emissões de CO<sub>2</sub> relacionadas ao transporte de soja, bem como as emissões referentes ao transporte de fertilizantes.

Entende-se que, para a construção do modelo aqui proposto, o Indicador Ambiental levou em consideração as informações que foram coletadas a partir da aplicação do questionário

(Anexo I). Deste modo, é apontado que há sempre uma fração da frota envolvida no frete de retorno do fertilizante.

Assim, foi proposto um modelo em que para  $f_p = 0$  tem-se  $IA = 0$  e para valores de  $0 < f_p \leq 1$ , tem-se  $0 < IA \leq 1$ . Matematicamente, descreve-se este modelo como:

$$IA = \begin{cases} 0 & \text{se } f_p = 0 \\ \frac{f(\bar{x})}{g(\bar{x})} & \text{se } 0 < f_p \leq 1 \end{cases} \quad (11)$$

Sendo as funções  $f(\bar{x})$  e  $g(\bar{y})$  definidas respectivamente por:

$$f(\bar{x}) = \left\{ \left( \frac{CTS}{CMC} \right) \cdot \left( \frac{DMT}{CMCC} \right) + f_p \cdot \left( \frac{CTF}{CMC} \right) \cdot \left( \frac{DMT}{CMCC} \right) + (1 - f_p) \cdot \left( \frac{CTF}{CMC} \right) \cdot \left( \frac{DMT}{CMCV} \right) \right\} \cdot fep \quad (12)$$

$$g(\bar{y}) = \left\{ \left( \frac{CTS}{CMC} \right) \cdot \left( \frac{DMT}{CMCC} \right) + \left( \frac{CTF}{CMC} \right) \cdot \left( \frac{DMT}{CMCC} \right) \right\} \cdot fep \quad (13)$$

De modo analogo a notação empregada para definir o indicador financeiro, aqui, a variável  $\bar{x}$  também é empregada para sintetizar as várias variáveis da função  $f$ , neste sentido, é válida a seguinte igualdade  $f(\bar{x}) = f(CTS, CMC, DMT, CMCC, CTF, f_p, fep)$ , o mesmo é feito com a função  $g(\bar{y})$ , ou seja,  $g(\bar{y}) = g(CTS, CMC, DMT, CMCC, CTF, fep)$ .

Sendo IA: Indicador Ambiental

CTS: Carga total de soja (t)

CTF: Carga total de fertilizantes (t)

CMC: Carga média caminhão (t)

CMCC: Consumo médio do caminhão carregado (km/L)

CMCV: Consumo médio do caminhão vazio (km/L)

DMT: Distância média do trajeto (km)

$f_p$ : Fração da frota que participa da logística colaborativa  $\{ f_p \in \mathbb{R} \mid 0 \leq$

$f_p \leq 1 \}$

$fep$ : Fator de emissão (2,603 kg CO<sub>2</sub>/L)

O modelo apresentado visa mostrar que a logística colaborativa melhora os indicadores ambientais, uma vez que o custo ambiental pago (kg de CO<sub>2</sub> /tonelada transportada), se reduz à medida em que uma maior fração da frota participa da logística colaborativa.

Para a aplicação da Equação 11, utilizou-se os dados das cargas de soja e fertilizantes transportadas foram obtidos na Tabela 4 (página 95); a distância do porto à cidade de origem da Tabela 6 (página 105); a capacidade média de carga dos caminhões, o consumo médio do caminhão carregado e vazio da Tabela 10 (página 114); e a fração da frota que participa da logística colaborativa da Tabela 11 (página 114).

Para a explicação de cada um dos termos utilizados na Equação 11, tem-se o Quadro 2.

**Quadro 2** - Explicação das variáveis da Equação 11

Expressão Matemática	Significado
$\frac{CTS}{CMC}$	Número de caminhões utilizados no transporte de soja
$\frac{DMT}{CMCC}$	Consumo de combustível no trajeto
$f_p \cdot \left(\frac{CTF}{CMC}\right)$	Número de caminhões que participam da logística colaborativa
$(1 - f_p) \cdot \left(\frac{CTF}{CMC}\right)$	Número de caminhões que não participam da logística colaborativa
$\left(\frac{CTS}{CMC}\right) \cdot \left(\frac{DMT}{CMCC}\right) \cdot fep$	Quantidade total de kg CO <sub>2</sub> produzida no transporte da soja
$\left(\frac{CTF}{CMC}\right) \cdot \left(\frac{DMT}{CMCC}\right) \cdot fep$	Quantidade total de kg CO <sub>2</sub> produzida no transporte do fertilizante

Fonte: AUTOR (2020).

## 5 RESULTADOS

Os resultados encontrados neste estudo foram organizados em três partes, sendo:

1. Comparativos entre os cenários e suas respectivas análises financeira e ambiental, a qual traz o resultado da simulação de cenários proposta nos métodos deste estudo, além de um panorama geral dos resultados encontrados na presente pesquisa.
2. Fatores limitantes da logística colaborativa, ou seja, quais os principais fatores limitantes, apresentados e expostos pelos agentes atuantes no setor de transportes, fatores estes que limitam a aplicação da logística colaborativa para soja e fertilizantes no Brasil.
3. Otimização dos cenários e a consequente validação de indicadores de ecoeficiência.

### 5.1 COMPARATIVO ENTRE CENÁRIOS E RESPECTIVAS ANÁLISES

Antes de iniciar a apresentação dos comparativos entre os cenários, será descrito o resultado geral encontrado nas respostas dos questionários aplicado aos 96 caminhoneiros.

Inicialmente foi possível a coleta de 154 respostas, advindas de caminhoneiros que realizavam diferentes trajetos e transportavam os mais diversos tipos de produtos (soja, milho, 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.

A distribuição por portos das respostas dos 96 questionários utilizados nesta pesquisa está apresentada na Tabela 7.

**Tabela 7** - Tamanho da amostra dos questionários aplicados

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

Fonte: AUTOR (2018)

A Tabela 8 apresenta a análise do espaço amostral da coleta de dados primária realizada no presente estudo.



**Tabela 8 - Análise do espaço amostral da coleta de dados**

<b>Porto</b>	<b>CTS: Carga total de soja (t)</b>	<b>Número de Viagens</b>	<b>Número de Veículos</b>	<b>Amostra</b>
Santos	8.951.457,87	241.931	3.445	54
Paranaguá	1.040.171,02	26.672	5.301	42

**Fonte:** Adaptado de MDIC (2019)

A Tabela 8 apresenta na coluna denominada Porto, o porto exportador. Em seguida, tem-se a carga exportada (em toneladas) de soja que foi produzida pelo estado do Mato Grosso durante o ano de 2018. A coluna Número de Viagens apresenta o número necessário de viagens para o escoamento da carga total produzido e seu escoamento em cada um dos dois portos estudados, sendo que para a realização desse cálculo, primeiro identificou-se a carga exportada por cada um dos portos, a partir do levantamento dos dados no portal ComexStat. Posteriormente, identificou-se a partir dos resultados questionários e a utilização de estatística descritiva para a análise das variáveis numérica.

A partir da utilização da Equação 2, apresenta-se a Tabela 9, que expõe os dados dos cálculos referentes ao tamanho das amostras ideais, a partir da aplicação da Equação 2 e a amostra conseguida por porto.

**Tabela 9 - Tamanho mínimo da amostra por porto e amostra coletada**

<b>Porto</b>	<b>Tamanho mínimo da amostra</b>	<b>Amostra</b>	<b>DP</b>	<b>Média</b>
Santos	48	54	4,24	51
Paranaguá	38	42	2,82	40

**Fonte:** AUTOR (2018)

Em decorrência dos diferentes fatores apontados na seção de revisão da literatura, para esta pesquisa avaliou-se que o consumo de combustível pelos caminhões nas rodovias deve ser levado em consideração a partir das respostas obtidas na aplicação do questionário, em que os resultados encontrados estão apresentados na Tabela 10.

**Tabela 10** - Características da frota envolvida no estudo obtidas por meio da aplicação do questionário

Aspectos	Porto de Santos	Porto de Paranaguá
CMCC: Consumo médio do caminhão carregado (km/L)	1,92	1,95
Desvio Padrão	0,17	0,27
CMCV: Consumo médio do caminhão vazio (km/L)	2,88	2,89
Desvio Padrão	0,23	0,18
CMC: Carga média do caminhão (t)	36,00	39,00
Desvio Padrão	3,00	5,00

Fonte: AUTOR (2019)

A partir da análise dos questionários (Anexo I), observa-se que são poucas as viagens de retorno em que o caminhoneiro não volta carregado, mostrando assim a efetiva utilização do frete de retorno, conforme ilustrado na Tabela 11, lembrando que, para o cenário ideal, tem-se que todos os caminhões (100%) devem voltar carregados.

**Tabela 11** - Fração da frota (fp) que participa da logística colaborativa identificada a partir da aplicação do questionário - por porto e cenários

Porto	Cenário Base	Cenário Ideal
Paranaguá	76% (0,76)	100% (1,00)
Santos	61% (0,61)	100% (1,00)

Fonte: AUTOR (2019)

Dentre os aspectos que impedem que o frete de retorno seja praticado, 10 caminhoneiros apontaram que o principal impeditivo é o valor baixo do frete e 8 caminhoneiros disseram que os motivos mais relevantes são a demora no carregamento e a falta de tombador<sup>5</sup>. Os demais respondentes não apresentaram respostas para esta pergunta.

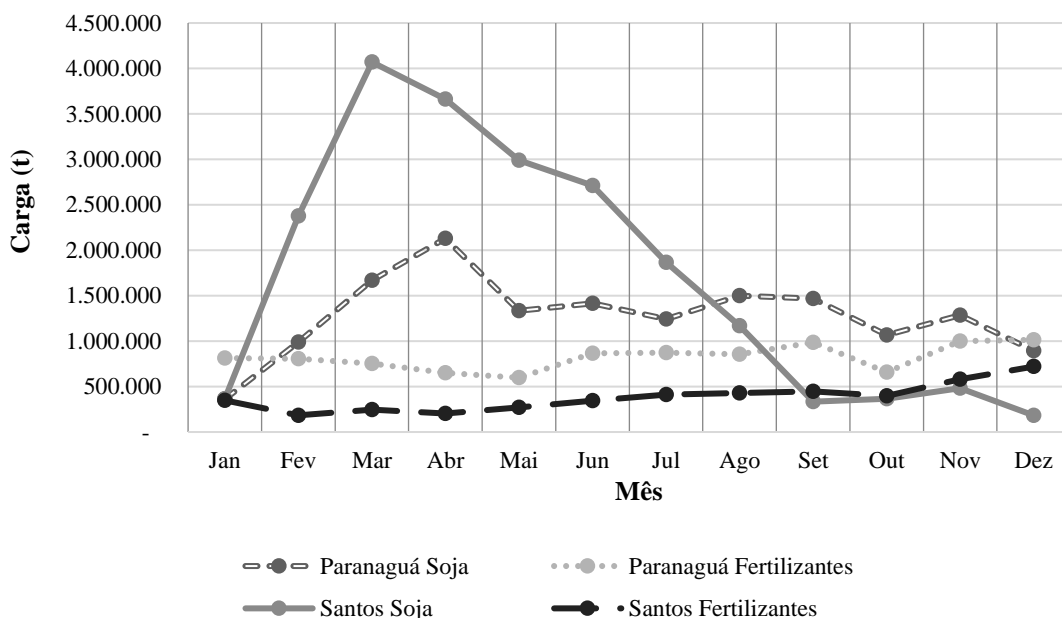
A melhoria do fator de carga para o transporte de carga é geralmente reconhecida como a forma mais eficiente energeticamente e que reduz as emissões de CO<sub>2</sub> do transporte sem reduzir a mobilidade, ou seja, o fator de carga pode ser entendido como as possibilidades de transporte de cargas visando a redução na emissão de gases. No caso analisado, a dinâmica da operação da soja e de fertilizantes entre as rotas estudadas neste trabalho caracterizam-se pela grande diferença entre a carga de soja exportada e a carga de fertilizantes importadas.

<sup>5</sup>Quando aplicado a veículos, o termo tombador ou basculante representa os equipamentos que são utilizados, principalmente, para o transporte de materiais (grãos, concreto, frutas etc.).

Neste sentido, visando estudar a contribuição da logística colaborativa nos indicadores aqui apresentados, é necessário optar por ponderar a porção de fertilizantes por uma constante, para que seja possível diminuir a desproporção apresentada pela carga. Entende-se que este ponderador consiste na razão entre a carga de soja e fertilizante, permitindo assim avaliar adequadamente a influência da logística colaborativa nos modelos aqui apresentados. Ressalta-se que ele parte de 0 até 71, pois foi esta a razão identificada nos dados deste trabalho.

Para a compreensão deste fato, apresenta-se a Figura 23, com as cargas de soja exportados no ano de 2018, bem como a carga de fertilizantes importados, nos portos de Santos e Paranaguá.

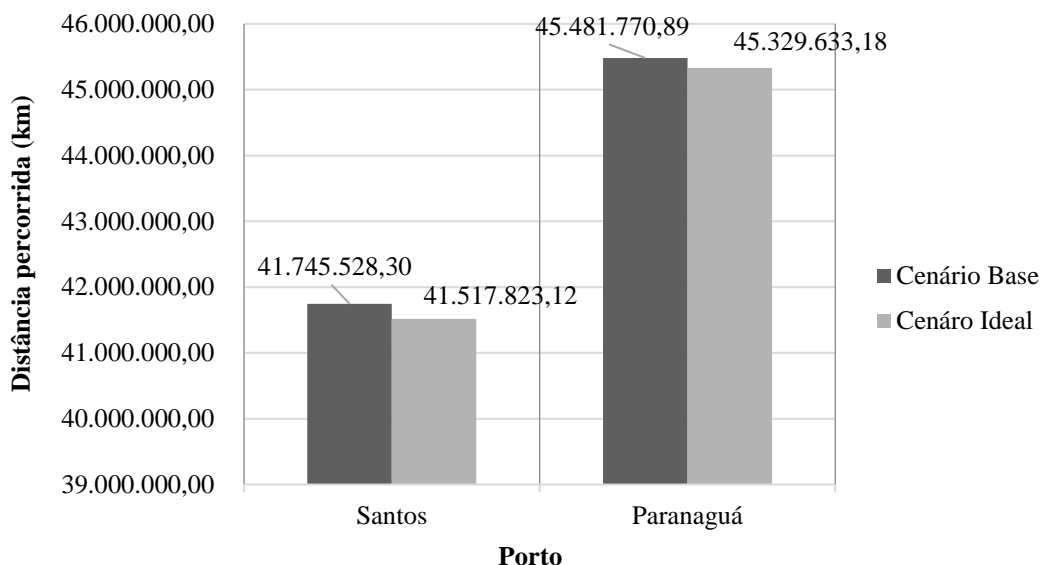
**Figura 23** - Operação de soja e de fertilizantes por meio dos portos de Santos e Paranaguá no ano de 2018



Fonte: MDIC (2019)

A Figura 24 apresenta um comparativo entre a quantidade mensal de quilômetros que os caminhões rodam vazios no cenário base, identificado durante a aplicação do questionário, e o cenário ideal, em que 100% da carga de fertilizantes participaria da logística colaborativa.

**Figura 24 - Comparativo mensal de quilômetros rodados com o caminhão vazio nas operações de soja e de fertilizantes nos portos de Santos e Paranaguá no ano de 2018**

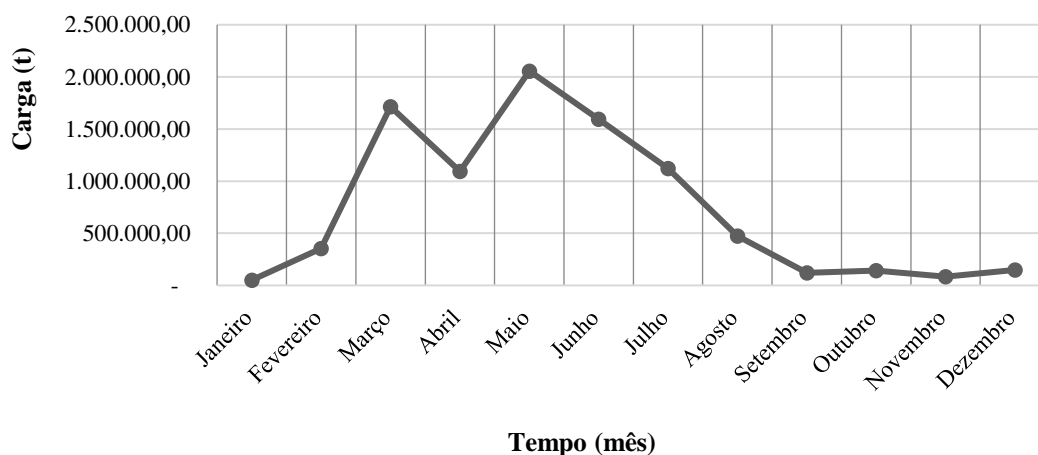


Fonte: AUTOR (2019)

Com a aplicação da logística colaborativa gerou-se uma redução na ordem 379.842,89 quilômetros rodados com os caminhões vazios, sendo 227.705,18 quilômetros para o porto de Santos e 152.137,71 quilômetros para Paranaguá.

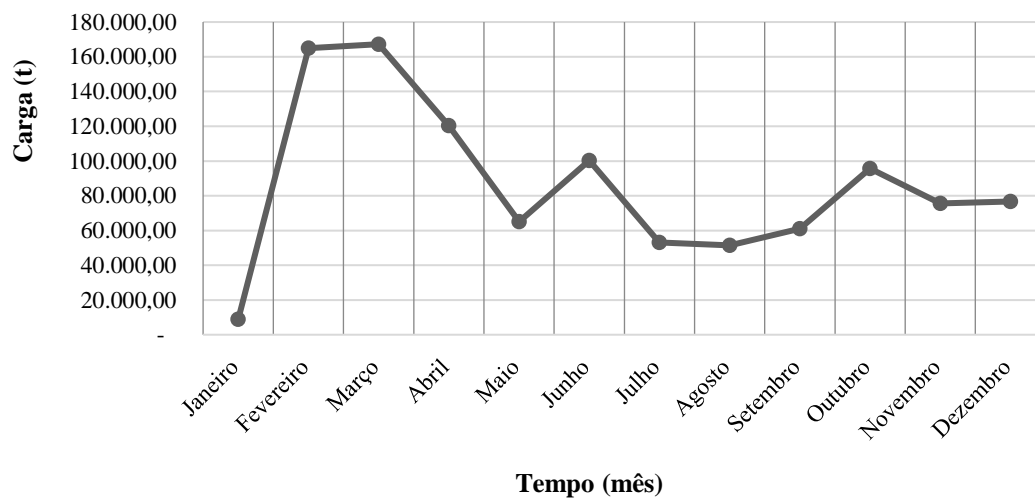
Pode-se justificar a distância mensal que os caminhões rodam vazios entre o cenário base a partir da sazonalidade de operação de soja que é produzida no estado de Mato Grosso. Tal fato pode ser observado nas Figuras 25 e 26, a quais ilustram a sazonalidade da soja produzida no estado do Mato Grosso e exportada pelos portos de Santos e Paranaguá ao longo do ano de 2018.

**Figura 25 - Operação de soja mato-grossense pelo porto de Santos no ano de 2018**



Fonte: MDIC (2019)

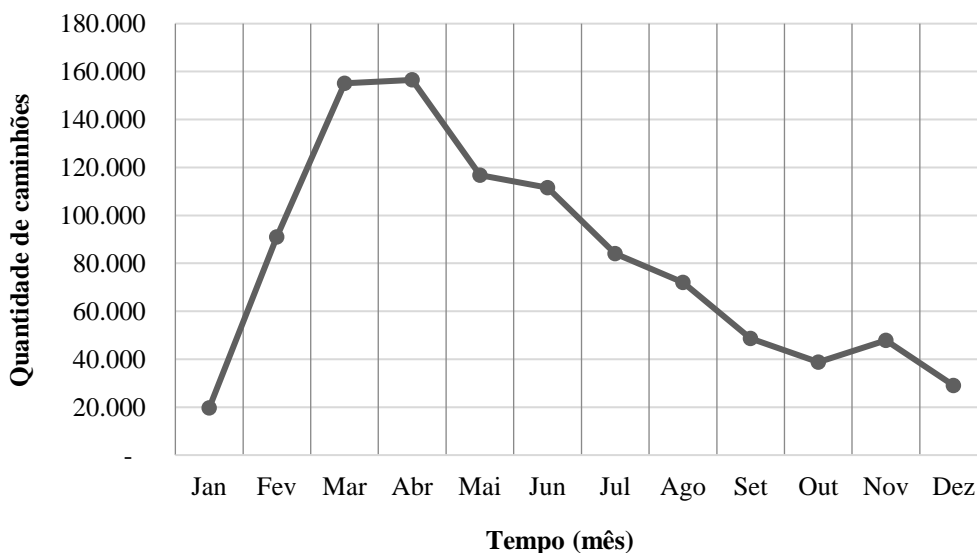
**Figura 26 - Operação de soja mato-grossense pelo porto de Paranaguá no ano de 2018**



Fonte: MDIC (2019)

A Figura 27 apresenta a média mensal de veículos que descarregaram soja mato-grossense nos portos de Santos e Paranaguá no ano de 2018, destacando-se os picos nos meses de março e maio como mais significativos do ano.

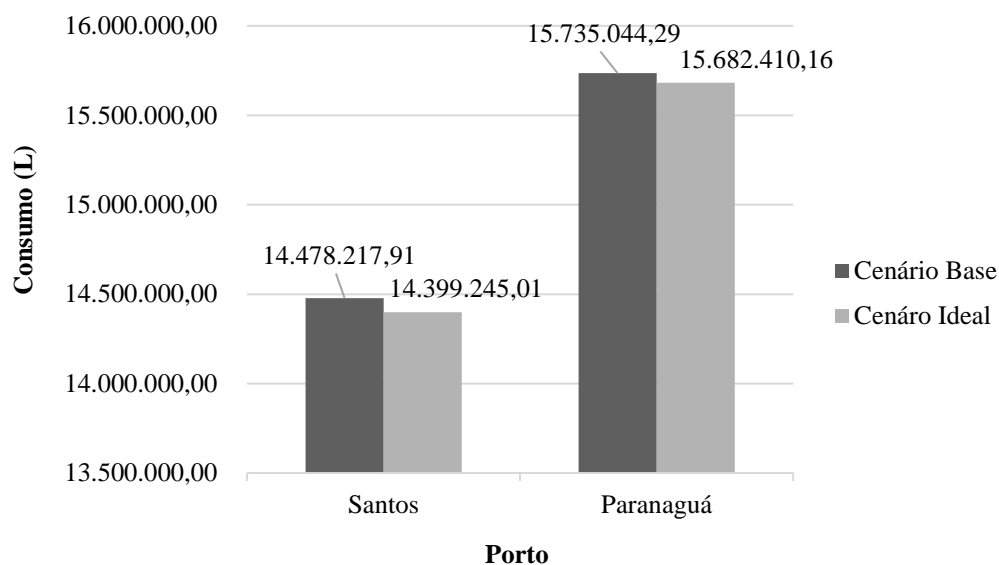
**Figura 27 - Média mensal de descarregamento de soja nos portos de Santos e Paranaguá no ano de 2018**



Fonte: MDIC (2019)

A Figura 28 que apresenta um comparativo, em milhares de litros, do consumo mensal de combustível decorrente do transporte de soja (com destino nas zonas portuárias) e fertilizantes (com origem nas zonas portuárias) para os cenários base e ideal.

**Figura 28** - Consumo mensal de diesel identificado a partir da aplicação do questionário - por porto no ano de 2018

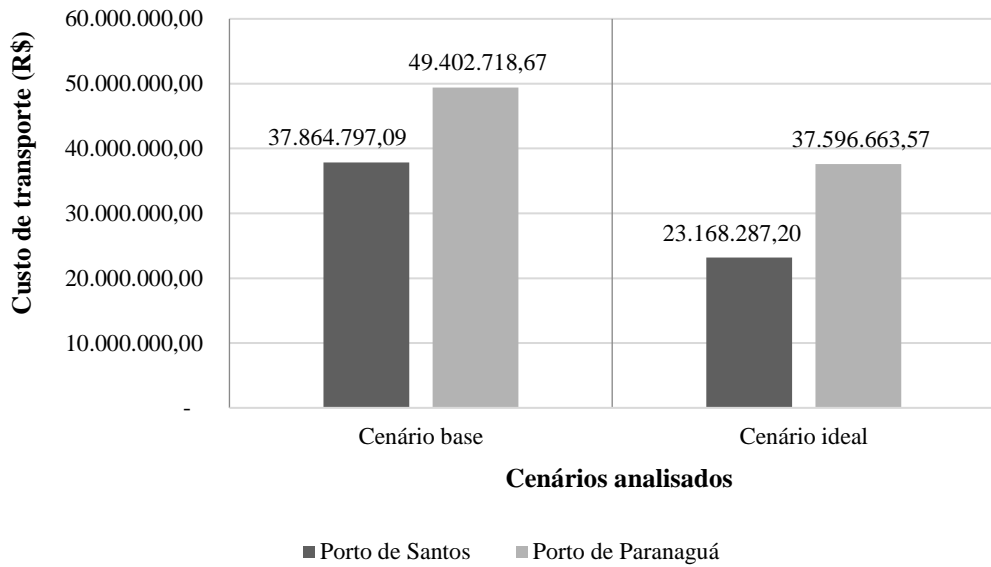


Fonte: AUTOR (2019)

A princípio, chama atenção a maior representatividade do porto de Paranaguá no que se refere ao consumo de combustível, ocorrendo a redução mensal de 52.634 litros em comparação ao Cenário Ideal. Tal fato é decorrente do maior equilíbrio entre as cargas de soja e fertilizantes que transita pelo porto paranaense. No porto de Santos, por haver uma discrepância grande entre as cargas de soja e fertilizantes, o potencial de redução de consumo está estimado em 78.973 litros mensais de óleo diesel.

A Figura 29 apresenta o potencial de redução de custo de transporte entre o cenário base (real) e o cenário ideal, ou seja, aumento da efetividade de logística colaborativa entre soja e fertilizantes. Desta forma, Paranaguá e Santos se destacam pela potencial redução mensal de custos de transporte.

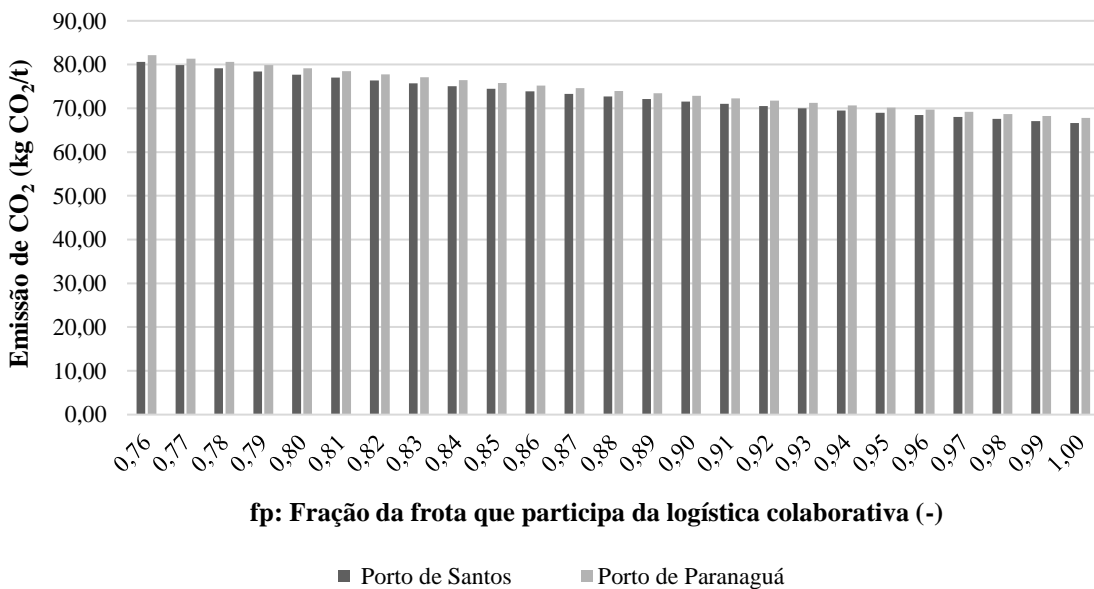
**Figura 29** - Comparativo de custo operacional de transporte estimado a partir da aplicação do questionário - por porto no ano de 2018



Fonte: AUTOR (2019)

A fim de analisar por outra ótica, a Figura 30 apresenta um comparativo da evolução da redução de GEE entre os portos estudados, em função da fração da frota que participa da colaboração. Para a análise e cálculo das emissões, partiu-se da aplicação da metodologia *GHG Protocol* e as informações identificadas a partir da coleta de informações no questionário aplicado.

**Figura 30** - Emissão de CO<sub>2</sub> por porto (kg CO<sub>2</sub>) no ano de 2018 (metodologia *GHG Protocol*)



Fonte: AUTOR (2019)

### 5.1.1 Resultados financeiros

A seguir, inicia-se a apresentação dos resultados financeiros, a partir das análises e comparações dos cenários base e ideal, para os dois portos estudados. Todas as informações apresentadas partem dos dados coletados das diferentes fontes e foram construídas a partir da utilização das equações propostas na metodologia.

No porto de Santos foram exportados cerca de 8.951.457,87 de toneladas de soja e importados 127.456,66 toneladas de fertilizante no ano de 2018. Por outro lado, no porto de Paranaguá foram exportados cerca de 1.040.171,02 de toneladas de soja e importados 206.723,17 toneladas de fertilizantes no mesmo período. Com esses dados pode-se calcular a carga média movimentada em cada porto, conforme a Tabela 15.

A partir da aplicação do questionário identificou-se que a capacidade média dos veículos dos motoristas atuantes no porto de Santos é de 36 toneladas e 39 toneladas para os atuantes em Paranaguá. Assim, apresenta-se a Tabela 12 com os valores de carga média por porto e produto. Cabe salientar que, para os casos analisados nesta tese, tem-se sempre o tipo de frete para a soja como sendo exportação, e para o fertilizante, importação.

**Tabela 12** - Carga média mensal movimentada nos portos de Santos e Paranaguá no ano de 2018

Porto	Produto	Carga média (t)
Santos	Soja	745.955
Santos	Fertilizante	10.621
Paranaguá	Soja	86.681
Paranaguá	Fertilizante	17.227

**Fonte:** Adaptado de MDIC (2019)

Na Tabela 13 é apresentado o levantamento do valor médio do frete das rotas analisadas.



**Tabela 13** - Valor médio da tonelada do frete praticado nas operações de soja e fertilizantes nos portos de Santos e Paranaguá no ano de 2018

<b>Origem</b>	<b>Destino</b>	<b>Valor médio (R\$/t)</b>
Campo Novo do Parecis	Santos	312,75
Campo Verde	Santos	235,15
Rondonópolis	Santos	259,06
Diamantino	Santos	277,77
Sorriso	Santos	323,82
Canarana	Santos	270,40
Campo Novo do Parecis	Paranaguá	288,96
Campo Verde	Paranaguá	218,94
Rondonópolis	Paranaguá	200,10
Diamantino	Paranaguá	259,06
Sorriso	Paranaguá	270,35
Canarana	Paranaguá	283,23
<b>Origem</b>	<b>Destino</b>	<b>Valor médio (R\$/t)</b>
Santos	Campo Novo do Parecis	214,13
Santos	Campo Verde	168,49
Santos	Rondonópolis	165,32
Paranaguá	Campo Novo do Parecis	223,00
Paranaguá	Campo Verde	191,38
Paranaguá	Rondonópolis	156,96
Paranaguá	Sapezal	217,92

**Fonte:** IMEA (2019)

A partir das informações contidas na Tabela 13, é possível determinar as médias de dispersão e posição referente aos valores dos fretes de exportação e importação. Neste sentido, calcula-se a média e o desvio padrão para os portos de Santos e Paranaguá, conforme Tabela 14.

**Tabela 14** - Médias de dispersão referente aos valores dos fretes de soja e fertilizantes no ano de 2018

<b>Porto</b>	<b>Produto</b>	<b>Valor médio (R\$/t)</b>	<b>Desvio Padrão (R\$/t)</b>
Santos	Soja	279,82	33,29
	Fertilizante	182,65	27,31
Paranaguá	Soja	253,44	36,06
	Fertilizante	197,31	30,26

**Fonte:** IMEA (2019)

Pode-se ver na Tabela 15 o cálculo por porto e tipo de produto do custo do transporte, em que se multiplicou a carga média de soja e fertilizantes pela média dos fretes das suas respectivas rotas, considerando os 12 meses de operação referente ao ano de 2018.

**Tabela 15** - Análise do custo de transporte das operações de soja e fertilizantes nos portos de Santos e Paranaguá no ano de 2018

Porto	Produto	Carga média (t)	Frete médio (R\$/t)	CTT: Custo total de transporte (R\$)
Santos	Soja	745.955	279,82	2.504.838.796,42
Santos	Fertilizantes	10.621	182,65	23.279.838,21
Paranaguá	Soja	86.681	253,44	291.065.519,14
Paranaguá	Fertilizantes	17.227	197,31	37.757.792,13

**Fonte:** MDIC (2019); IMEA (2019)

Fixando o porto, tem-se a seguir o custo total da operação de transporte no ano de 2018, que é apresentado na Tabela 16, sendo o custo do transporte calculado a partir da multiplicação entre o frete médio e a carga média por porto, com as informações coletadas nas diferentes fontes de dados utilizadas neste trabalho.

**Tabela 16** - Custo de transporte total por porto no ano de 2018 identificados nas bases de dados

Porto	Custo total de transporte (R\$)
Santos	2.528.118.634,63
Paranaguá	328.823.311,27

**Fonte:** AUTOR (2019)

Existe uma diferença de tonelagem entre a carga de soja exportada entre os portos, assim como entre a carga de fertilizante importada, dessa forma foi calculado a taxa de representatividade entre os dois produtos para cada um dos portos avaliados. O valor indica que no porto de Santos a carga de fertilizante importada para o estado do Mato Grosso representa cerca de 1,4% de toda a carga de soja exportado pelo estado. Por outro lado, no porto de Paranaguá a carga de fertilizante importada com destino ao estado mato-grossense equivale a cerca de 19,8% de toda a carga de soja exportado.

Com a aplicação do questionário pode-se identificar que em cerca de 61%, ou 0,61, das viagens de volta realizadas pelos motoristas entrevistados no porto de Santos o fertilizante era a carga transportada. No porto de Paranaguá o índice foi de 76%, ou 0,76. Com base nesses

números aplicou-se um modelo que relaciona essa fração com o custo de transporte da operação.

A fração de viagens em que o caminhão volta carregado é dada, no cenário base, a partir dos resultados observados na aplicação do questionário. Para o cenário ideal, a fração é dada pela aplicação total da logística colaborativa no transporte de fertilizantes importado. Por fim, tem-se os resultados dos custos de transporte para os dois cenários estudados e o fator de redução, ao comparar-se os cenários ideal e base.

A Tabela 17 apresenta uma primeira aplicação das Equações apresentadas na metodologia, contemplando os doze meses do ano de 2018.

**Tabela 17** - Resultados financeiros obtidos a partir da aplicação da logística colaborativa – ano de 2018

<b>Porto</b>	<b>Cenário Base (R\$)</b>	<b>Cenário Ideal (R\$)</b>	<b>Redução estimada (R\$)</b>
Santos	2.528.118.634,63	2.514.447.781,28	13.670.853,35
Paranaguá	304.410.876,50	292.514.748,53	11.896.127,97

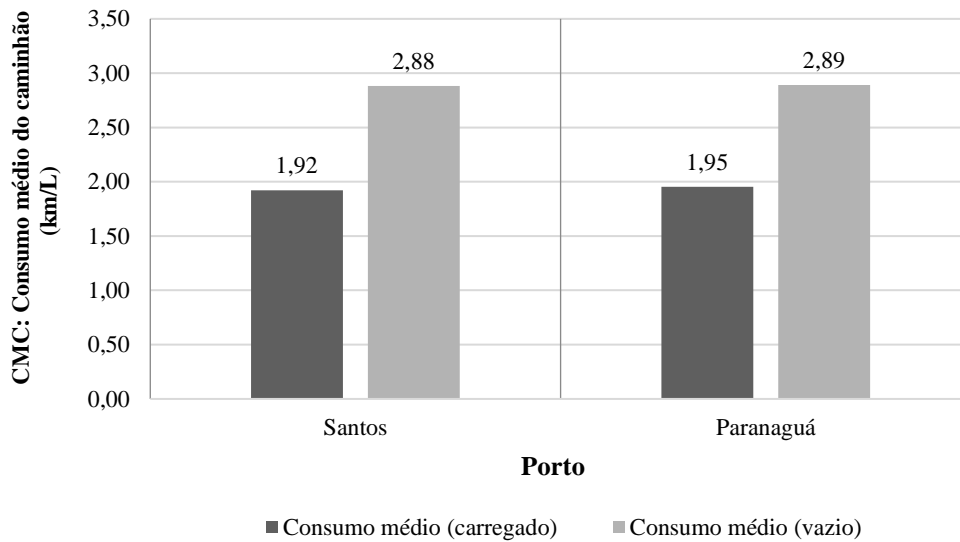
**Fonte:** AUTOR (2019)

Como pode-se observar, tem-se uma redução de mais de 0,5% nos custos do porto de Santos e de 4% em Paranaguá ao aplicar-se a logística colaborativa entre soja e fertilizantes, sendo uma economia conjunta de R\$ 25.566.981,31 ao longo do ano de 2018.

### 5.1.2 Resultados ambientais

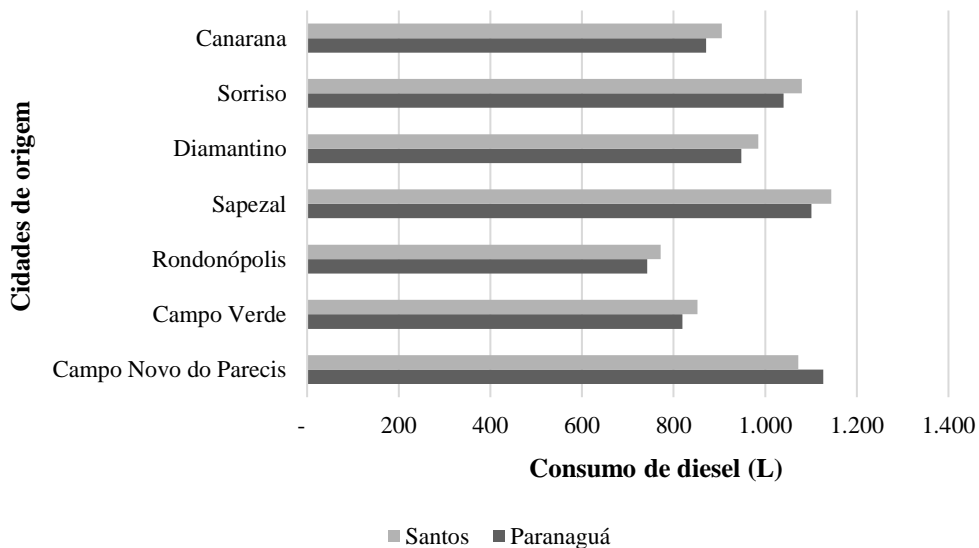
Foi constatado, a partir da aplicação do questionário e do levantamento dos dados da ANTT (2018), que para o porto de Santos o consumo médio de um caminhão carregado é de 1,92 km/L (DP = 0,17) e para o porto de Paranaguá é de 1,95 km/L (DP = 0,27), sendo que quando o veículo roda vazio o consumo reduz para 2,88 km/L (DP = 0,23) e 2,89 km/L (DP = 0,18), respectivamente. A Figura 31 apresenta os resultados constatados.

**Figura 31 - Consumo médio identificado dos caminhões a partir da aplicação do questionário para as rotas de Santos e Paranaguá (2018)**



Fonte: AUTOR (2019)

**Figura 32 - Consumo médio por viagem das rotas com destino aos portos de Santos e Paranaguá no ano de 2018**



Fonte: AUTOR (2019)

A Figura 32 apresenta o consumo médio por rota estudada nesta pesquisa, com os destinos para os portos de Santos e Paranaguá. Os dados foram obtidos a partir da aplicação do questionário (Anexo I) e análise das distâncias percorridas. Na Tabela 18 apresenta-se o número total de viagens mensais que são necessárias para o escoamento da carga em cada um dos portos.

**Tabela 18** - Número de viagens necessárias para realizar as operações de soja e de fertilizantes – ano de 2018

Porto	Produto	Número de viagens
Santos	Soja	241.932
Santos	Fertilizante	3.445
Paranaguá	Soja	26.672
Paranaguá	Fertilizante	5.301

Fonte: AUTOR (2019)

Após a apresentação desses dados, inicia-se a discussão com a apresentação da Tabela 19, em que se tem os resultados encontrados para os dois portos analisados. A Tabela em questão apresenta os principais resultados ambientais, em um comparativo entre o cenário base e ideal.

**Tabela 19** - Resultados ambientais para os portos de Santos e Paranaguá – ano de 2018

Origem	Produto	QCO2: Quantidade de CO <sub>2</sub> produzida (kg CO <sub>2</sub> /t)		Redução (%)
		Cenário base	Cenário Ideal	
Santos	Fertilizante	94,85	65,37	31,08
Paranaguá	Fertilizante	82,15	67,79	17,48

Fonte: AUTOR (2019)

O fator de emissão está fixado em 2,603 kg CO<sub>2</sub>/litro para o diesel, 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 do questionário.

Para a fração de viagens em que os caminhões voltam carregados de fertilizantes, para o cenário base, a informação advém da aplicação do questionário e para o cenário ideal, a fração 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 do questionário.

Em resultado ambiental, tem-se os valores totais de emissões de kg CO<sub>2</sub>, 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 da carga de fertilizantes por meio dos caminhões que levam a soja até os portos de Santos e Paranaguá, tem-se uma redução no ano de 2018 do quociente kg CO<sub>2</sub>/t. A partir dessa perspectiva, apresenta-se a seguir os principais limitantes identificados neste estudo.

## 5.2 LIMITAÇÕES DA LOGÍSTICA COLABORATIVA

Sendo um dos objetivos específicos desta pesquisa a obtenção, por meio das respostas dos questionários aplicados, dos principais fatores que hoje contribuem e que limitam a logística colaborativa entre soja e fertilizantes nos portos de Santos e Paranaguá, identificou-se os itens que se apresentam a seguir.

### 5.2.1 Sazonalidade

A colheita da safra de verão de soja, milho e outros grãos brasileiros, ocorre basicamente no primeiro semestre do ano civil. Tais características específicas para a soja podem ser analisadas na Figura 33, a qual apresenta o calendário agrícola da soja por estado brasileiro.

**Figura 33 – Calendário nacional de plantio e colheita – Soja**

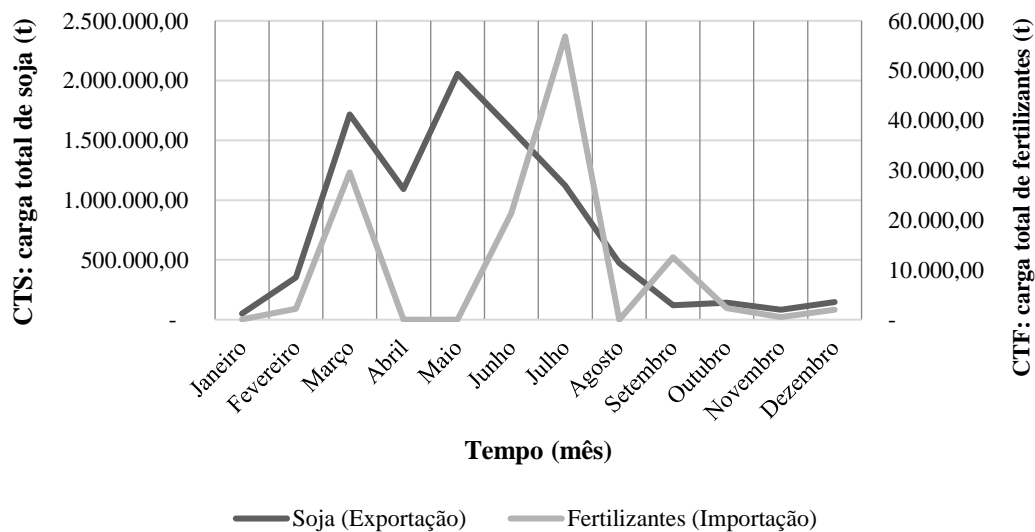
	22/09 a 21/12			21/12 a 20/03			20/03 a 21/06			21/06 a 22/09		
	Primavera			Verão			Outono			Inverno		
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
<b>Norte</b>												
RR	C						P	P	P		C	C
RO	P	P	P	C	C	C	C					
PA		P	P	P		C	C	C	C			
TO	P	P	P		C	C	C	C				
<b>Nordeste</b>												
MA	P	P	P	P	P/C	C	C	C	C	C		
PI		P	P	P		C	C	C	C			
BA	P	P	P		C	C	C	C				
<b>Centro-Oeste</b>												
MT	P	P	P	C	C	C	C					P
MS	P	P	P	C	C	C	C					P
GO	P	P	P	C	C	C	C					
DF	P	P	P		C	C	C					
<b>Sudeste</b>												
MG	P	P	P	C	C	C	C	C				
SP	P	P	P		C	C	C	C				P
<b>Sul</b>												
PR	P	P	P	C	C	C	C					P
SC	P	P	P	P	P/C	C	C	C				
RS	P	P	P			C	C	C				

Legenda: P - Plantio; C - Colheita; P/C - Plantio e colheita.

Fonte: CONAB (2016)

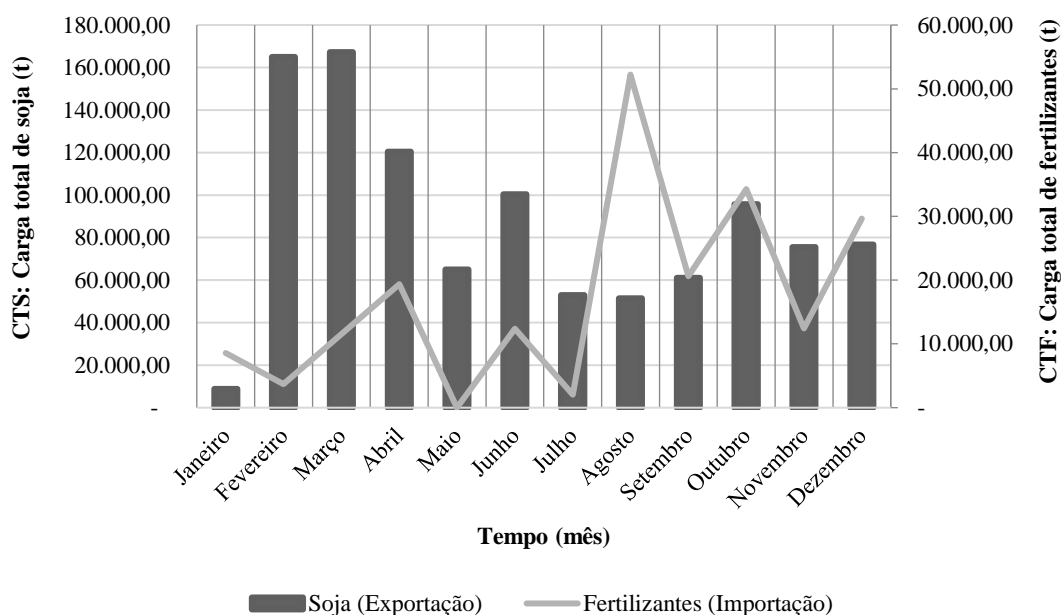
Além da colheita se concentrar no primeiro semestre do ano civil, a operação de soja também se dá neste período, conforme ilustrado nas Figuras 34 e 35. Nelas estão expostos a exportação da soja mato-grossense no ano de 2018 por meio dos portos de Santos e Paranaguá. Em ambas pode-se ver que o maior fluxo de fertilizantes ocorre no segundo semestre do ano civil, ou seja, período que antecede a concentração do plantio das culturas de verão, cujo plantio ocorre entre os meses de outubro e dezembro na maior parte do país.

**Figura 34 - Operação de soja e de fertilizantes no ano de 2018 – Porto de Santos**



Fonte: MDIC (2019)

**Figura 35 - Operação de soja e de fertilizantes no ano de 2018 – Porto de Paranaguá**



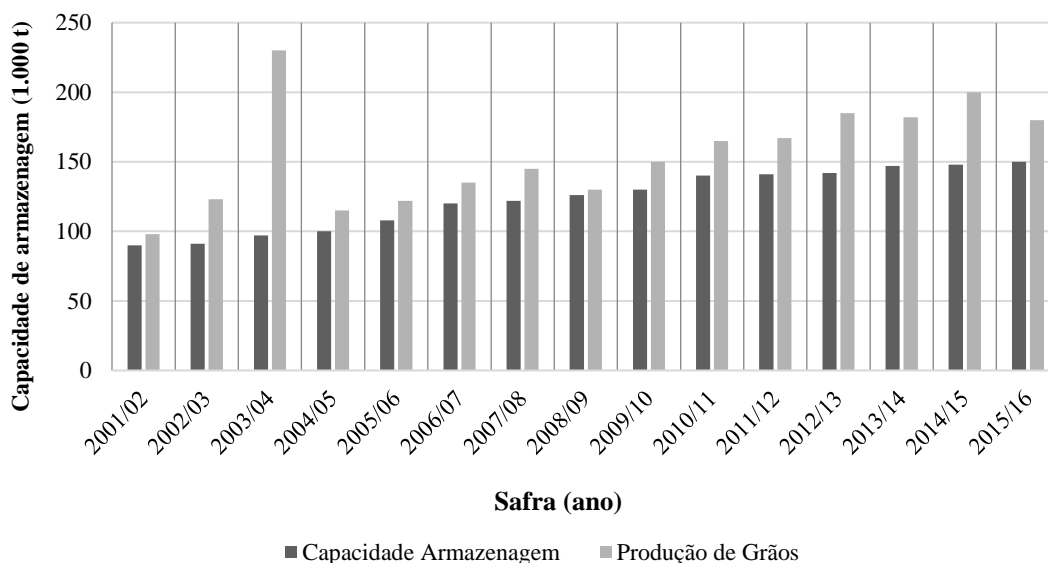
Fonte: MDIC (2019)

Assim, deve-se levar em consideração que o período de maior demanda por transporte rodoviário para grãos é o primeiro semestre e o período de maior demanda por transporte rodoviário para fertilizantes é o segundo semestre. Dessa forma, para que haja uma maior efetivação do transporte colaborativo para estes produtos, seria necessário um escoamento mais homogêneo ao longo do ano. Para tanto, faz-se necessário uma adequação na estrutura da capacidade de armazenagem para ambos os produtos.

Para a Organização nas Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), é necessário que o país possua uma capacidade de armazenagem superior à 20% do total da capacidade da produção (visando cobrir os meses de superprodução). No Brasil, segundo dados da Conab (2017b), no ano de 2016, para cada tonelada produzida de grãos, a capacidade de armazenamento é de apenas 600 quilos, mostrando o déficit enfrentado pelo país neste quesito, assim como pode ser observado na Figura 36.



**Figura 36** - Evolução da produção de grãos e da capacidade estática de armazenamento brasileira



Fonte: CONAB (2017b)

Segundo Coêlho (2018), o setor de agronegócio brasileiro corresponde a mais de 23% do PIB nacional, sendo este um dos setores que mais tem o potencial de impulsionar a economia. Diversos os fatores que contribuem para esse sucesso, como: clima, aumento da área plantada, investimento em tecnologia, elevação da mão de obra, ampliação da oferta de crédito. Neste sentido, há o envolvimento de diferentes questões acerca de planejamento, como por exemplo, a armazenagem da safra. Após a colheita e antes do transporte, é fundamental que o produto seja armazenado adequadamente para que seja possível garantir um bom planejamento operacional, visando melhorar a qualidade da cadeia de maneira integral.

Ainda para o autor, paralelo a esses pontos acerca da crescente produção agrícola nacional, do ponto de vista de infraestrutura, o cenário nacional ainda carece de diversos elementos. Como destaque, pode-se citar:

- Falta de espaço de armazenamento: A partir do levantamento realizado pelo Programa de Construção e Armazenagem - PCA (BRASIL, 2018), o país apresenta falta de lugares para realizar o processo, além de apresentar locais que não apresentam uma boa estrutura de armazenamento. Dado isso, no ano de 2017, ocorreu um déficit de 70 milhões de toneladas.
- Desperdício de material: Como apresentado no tópico anterior, o país apresenta locais inadequados para armazenamento. Assim, ocorre que em muitos casos, os produtos colhidos são descartados. Esse ponto apresenta-se como uma das piores consequências

sobre o déficit de armazenamento, fazendo com que haja uma perda de potencial de crescimento (devido à diminuição dos lucros).

- Ruptura da cadeia logística: Para que não haja prejuízo com o desperdício da produção, produtores abrem mão da armazenagem e os produtos colhidos seguem diretamente para o destino. Apesar de parecer eficiente, rompe-se com a cadeia logística, uma vez que ela é formada por diversos elos, e eliminar a etapa de armazenagem, deixa de lado um ciclo de produção, venda e abastecimento interno.

Com a identificação dessa deficiência na armazenagem, entende-se que os agricultores são forçados a pagarem custos mais elevados de transporte, bem como a necessidade de retardar a colheita, a fim de se evitar o processo de fermentação no transporte.

A partir do explicitado, pode-se analisar o comportamento dos principais indicadores logísticos referente ao segundo semestre do ano civil (neste caso, 2018). Inicia-se a apresentação com a variação da carga de soja e fertilizante entre os dois semestres do ano de 2018 para os portos estudados, apresentados na Tabela 20.

**Tabela 20** - Variação semestral da carga de soja e fertilizantes no ano de 2018

Semestre	Santos		Paranaguá	
	CTS: Carga total de soja (t)	CTF: Carga total de fertilizante (t)	CTS: Carga total de soja (t)	CTF: Carga total de fertilizante (t)
1º	6.863.721	53.213	626.760	55.499
2º	2.087.737	74.243	413.411	151.225
Variação (%)	-69,60	39,50	-34,00	172,50

**Fonte:** AUTOR (2019)

Observa-se, a partir da Tabela 20, um aumento expressivo da operação de fertilizantes no segundo semestre do ano, e uma redução de 69,60% na operação de soja no porto de Santos. Detalhadamente, apresenta-se as Tabelas 21 e 22, em que são apresentadas as cargas transportadas, mês a mês (segundo semestre do ano), nos portos de Santos e Paranaguá, respectivamente.

**Tabela 21** - Cargas transportadas e variação mensal no porto de Santos para o segundo semestre de 2018

Meses	CTS: Carga total de soja (t)	Varição Soja (%)	CTF: Carga total de fertilizante (t)	Varição Fertilizante (%)
Julho	1.121.725	0	56.877	0
Agosto	473.095	-57,80	0	0
Setembro	121.793	-74,30	12.532	0
Outubro	140.979	15,80	2.334	-81,37
Novembro	82.684	-41,30	500	-78,58
Dezembro	147.461	78,30	2.000	300,00

Fonte: AUTOR (2019)

A partir da observação dos dados apresentados na Tabela 24, destaque-se a queda do transporte de soja entre os meses de agosto e setembro, com uma taxa de variação de 74,30%. Para o fertilizante, tem-se um aumento de 300% entre os meses de novembro e dezembro, que são os meses de plantio de grãos.

Ressalta-se que, para a carga nula apresentado no mês de agosto de 2018 é reflexo de políticas de tabelamento de frete, o que represou as entregas de fertilizante ao mercado nacional, juntamente com a greve dos caminhoneiros ocorrida no primeiro semestre do ano.

De acordo com levantamento feito pela Companhia Docas do Estado de São Paulo (CODESP, 2018)<sup>6</sup>, as importações de fertilizantes no Porto de Santos registraram queda de 4,1% nos primeiros oito meses de 2018, e as entregas ao consumidor final recuaram 2,3% no período. Este fato esteve relacionado com as dificuldades de transportes durante o mês de agosto, como descrito na Tabela 22.

**Tabela 22** - Cargas transportadas e variação mensal no porto de Paranaguá para o 2º semestre

Meses	CTS: Carga total de soja (t)	Varição Soja (%)	CTF: Carga total de fertilizante (t)	Varição Fertilizante (%)
Julho	53.021	0	2.054	0
Agosto	51.392	-3,10	52.229	244,25
Setembro	61.116	18,90	20.591	-60,58
Outubro	95.703	56,60	34.271	66,43
Novembro	75.499	-21,10	12.420	-63,76
Dezembro	76.680	1,60	29.659	138,80

Fonte: AUTOR (2019)

<sup>6</sup> Visando maior detalhamento de informações, os dados podem ser observados no relatório de Análise do movimento físico do porto de Santos. Disponível em: <[http://intranet.portodesantos.com.br/docs\\_codesp/doc\\_codesp\\_pdf\\_site.asp?id=124749](http://intranet.portodesantos.com.br/docs_codesp/doc_codesp_pdf_site.asp?id=124749)>. Acesso em: 27 set. 2019.

Para o porto de Paranaguá, destaca-se a variação para a soja entre os meses de setembro e outubro. Para os meses entre novembro e dezembro, o destaque de crescimento de fertilizantes assemelha-se ao porto de Santos, neste caso com 138,80%.

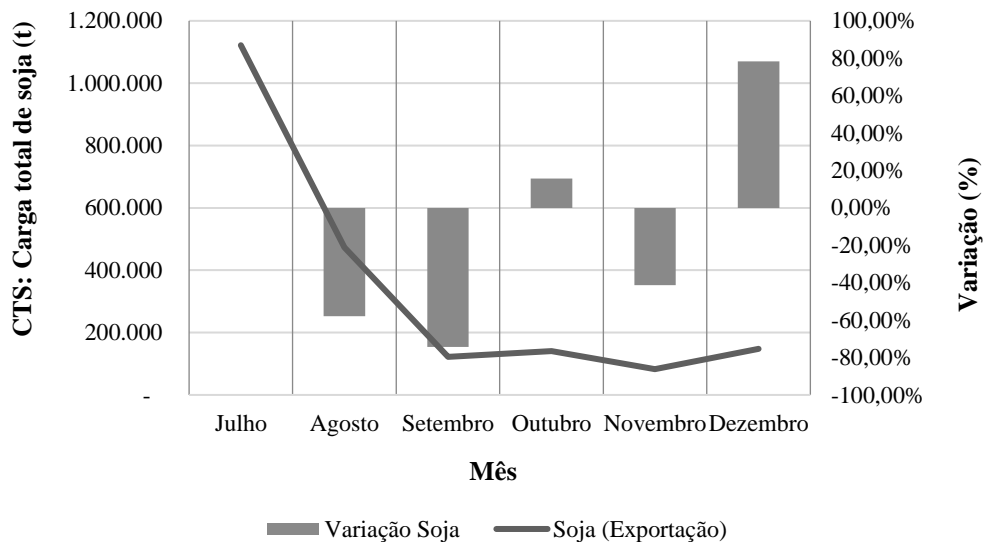
A partir dos dados levantados no capítulo de Revisão da Literatura, observa-se que a performance na operação de fertilizantes pelo porto de Paranaguá no ano de 2018 alcançou seu melhor resultado desde 2011. Tal fato não foi mais significativo devido à greve dos caminhoneiros ocorrida no primeiro semestre de 2018, que impactou negativamente no desempenho das importações (principalmente em maio e junho), quando foram descarregadas tão somente 1.380 toneladas. Este número ficou bem abaixo da média histórica para estes meses, que aponta 1.620 toneladas no período 2011 a 2017. Apesar de existir disponibilidade de berços de atracação dos navios, faltavam caminhões para retirar os produtos do cais e dos armazéns de retaguarda. Tal situação chegou a provocar o adiamento de algumas atracações programadas, implicando em aumento dos custos de sobre estadia.

A propósito do aumento dos valores totais e médios de pagamento de *demurrage* em relação a 2017, tais cifras receberam também ao longo de 2018 o impacto dos percalços logísticos provocados por um acréscimo atípico das importações de fertilizantes nos meses de novembro e dezembro. Historicamente, estes meses apresentam, em média, o ingresso de 1.367 toneladas. Em 2018 foram 1.981 toneladas, o que significou aumento de 45 % em relação ao mesmo período nos anos de 2011 a 2017.

Entende-se que são muitas as variáveis que interferem na formação dos custos portuários. Desde as condições de infraestrutura dos cais até a implantação de sistemas inteligentes de gestão, passando pela utilização de equipamento operacional adequado. Por oportuno, vale ressaltar a expectativa do setor para 2019, considerando um cenário brasileiro e mundial favorável, é que existem plenas condições para sobrepujar a performance das importações verificada em 2018, para o que se conta também com a manutenção da filosofia e do processo de melhoria contínua das condições gerais da infraestrutura e das operações portuárias, em especial no que toca à solução dos recorrentes problemas de automação e informatização no Cais Comercial.

A partir da análise de outra perspectiva, apresenta-se a Figura 37.

**Figura 37 – Variação da carga de soja nos meses de julho a dezembro de 2018 no porto de Santos**

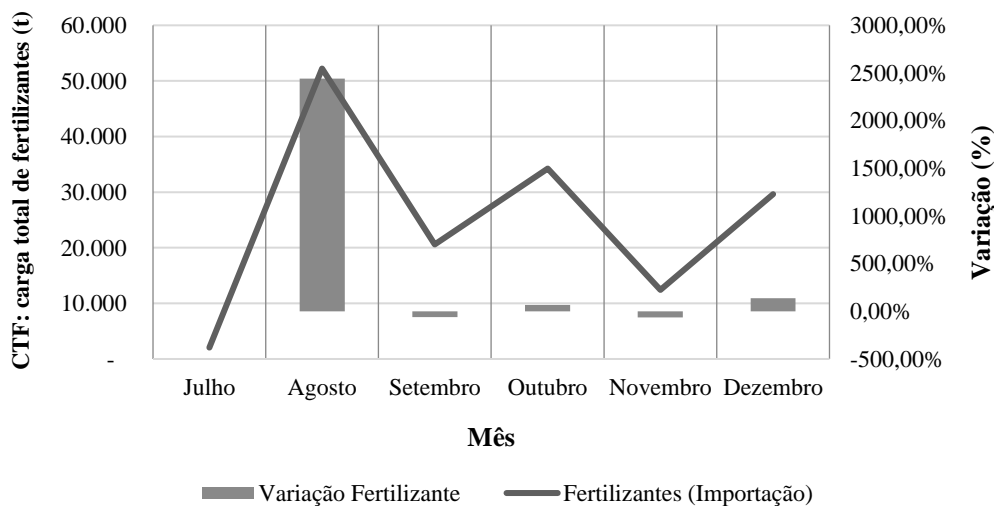


Fonte: AUTOR (2019)

A Figura 37 apresenta a evolução da carga de soja no porto de Santos nos meses que compõem o segundo semestre de 2018, fazendo uma comparação com a carga mensal em relação ao mês anterior. Destaca-se uma redução de um pouco mais de 50% no mês de agosto, comparado ao mês de julho, e um crescimento de aproximadamente 80% no mês de dezembro em relação ao mês de novembro.

Para a verificação da evolução da operação de fertilizantes, apresenta-se a Figura 38, no porto de Paranaguá.

**Figura 38 - Comparativo entre carga de fertilizantes e variação nos meses de julho a dezembro de 2018 no porto de Paranaguá**



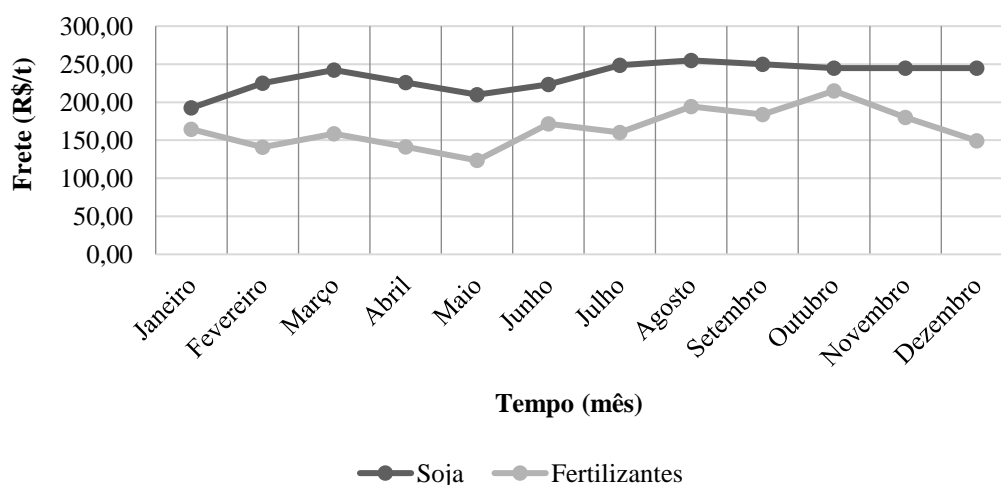
Fonte: AUTOR (2018)

Observa-se que, com uma carga de mais de 50.000 toneladas de fertilizantes e um crescimento superior a 2.400%, o mês de agosto de 2018 apresentou valores expressivamente superior comparada aos demais meses do ano.

### 5.2.2 Valor do frete

De acordo com 28 motoristas entrevistados, um grande empecilho para a efetivação da logística colaborativa é o valor do frete pago, sendo este muitas vezes baixo, o que por sua vez torna mais atrativo o caminhão voltar vazio para carregar mais rápido uma nova carga de soja. A Figura 39 apresenta o frete de soja e o frete de fertilizante para a rota Rondonópolis (MT) até Santos (SP), entre os meses de janeiro e dezembro de 2018, ressaltando que para fertilizante o fluxo é inverso, tendo sua origem em Santos e o destino em Rondonópolis, entretanto, a distância é a mesma, tanto para o fluxo de ida quanto para o fluxo de retorno.

**Figura 39** – Comportamento do frete de soja e fertilizantes para a rota Rondonópolis (MT) e Santos (SP) no ano de 2018

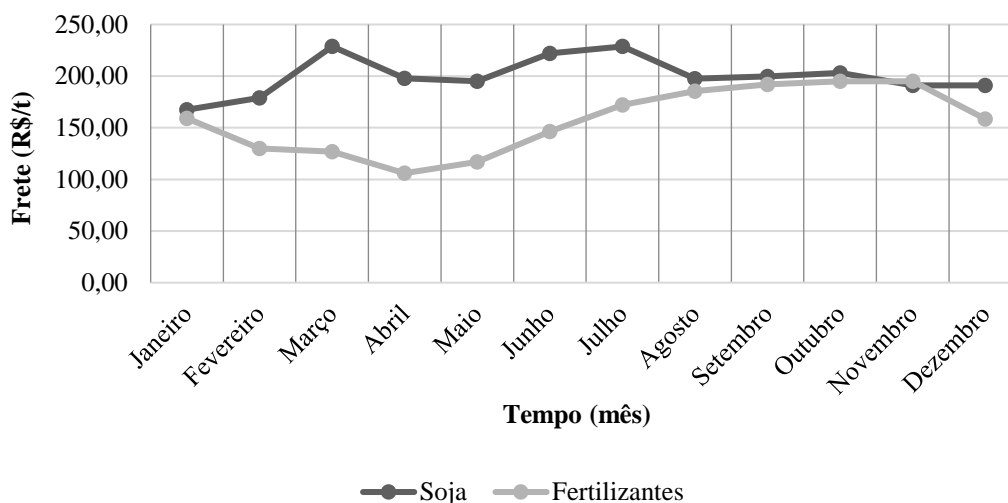


Fonte: IMEA (2019)

Ao apresentar o valor do frete de retorno com um limitante para o transporte colaborativo, vale destacar a fala de um dos transportadores entrevistados: “Em alguns períodos do ano o frete de fertilizantes é tão baixo, que não paga nem os custos da volta, portanto, optamos por voltar vazio (Roberto Farias\* (nome fictício), motorista)”. Para provar tal argumento, destaca-se que nos meses de fevereiro, março, abril e maio de 2018, o frete médio de soja foi de R\$ 225,00/t e o de fertilizante R\$ 140,00/t para a rota analisada. Ou seja, o frete

de fertilizante para o retorno representou cerca de 60% do frete de soja, sendo que a distância do transporte é a mesma, 1.600 km entre origem e destino.

**Figura 40** – Comportamento do frete de soja e fertilizantes para a rota Rondonópolis (MT) e Paranaguá (PR) no ano de 2018



Fonte: IMEA (2019)

Na Figura 40 pode-se ver comportamento semelhante no mercado de fretes de soja para a rota de Rondonópolis (MT) e Paranaguá (PR), que tem distância similar ao fluxo de Santos (1.600 km). No período entre os meses de março e maio de 2018 o valor do frete médio de soja foi de R\$ 207,00/t e o de fertilizantes de R\$ 117,00/t. A relação do valor pago para o fertilizante é 56% menor no período. Um fator que chama a atenção no fluxo de Paranaguá é o comportamento do frete de fertilizante no segundo semestre, no qual a partir do mês de julho há uma escalada nos valores e o seu valor representa, em média, 94% do valor da soja, sendo que no mês de novembro chega a ficar até 2% maior que o valor da soja.

Acerca dos impactos da sazonalidade, que foram apresentados anteriormente, entende-se que este fator pode impactar diretamente no valor do frete ao longo do ano. Para comprovar esta variação durante o segundo semestre de 2018, apresenta-se a Tabela 23.

**Tabela 23** - Variação semestral do valor do frete nos portos de Santos e Paranaguá no ano de 2018

Semestre	Santos		Paranaguá	
	Valor da tonelada do frete da soja (R\$/t)	Valor da tonelada do frete do fertilizante (R\$/t)	Valor da tonelada do frete da soja (R\$/t)	Valor da tonelada do frete do fertilizante (R\$/t)
1º	262,13	166,64	247,36	170,35
2º	273,32	198,66	244,75	219,36
Variação (%)	4,30	19,20	-1,10	28,80

Fonte: AUTOR (2019)

A partir dos dados apresentados na Tabela 23, observa-se que no segundo semestre, o valor do frete fica 19,2% mais alto para a operação de fertilizantes no porto de Santos e 28,8% para o porto de Paranaguá. Tal como já mencionado, o aumento do valor do frete pode estar relacionado à diminuição da carga exportada de soja, e conseqüentemente, menos caminhões dirigindo-se aos portos.

Detalhadamente, apresenta-se as Tabelas 24 e 25, em que são apresentados os preços do frete nos portos de Santos e Paranaguá, respectivamente.

**Tabela 24** - Valores do frete nos meses de julho a dezembro de 2018 para o porto de Santos

Mês	Valor da tonelada do frete da soja (R\$/t)	Valor da tonelada do frete do fertilizante (R\$/t)	Variação Soja (%)	Variação Fertilizante (%)
Julho	291,04	176,45	0	0
Agosto	298,75	211,87	2,60	20,10
Setembro	292,88	214,98	-2,00	1,50
Outubro	285,54	228,91	-2,50	6,50
Novembro	285,67	200,45	0,00	-12,40
Dezembro	281,13	159,28	-1,60	-20,50

Fonte: Adaptado de IMEA (2019)

Como pode ser observado na Tabela 24, o mês com o maior frete é agosto (para o valor do frete de soja), e outubro (para fertilizante), sendo que, no mês de dezembro (quando se inicia o período de colheita de soja), esses valores começam a diminuir.



**Tabela 25** - Valores do frete nos meses de julho a dezembro de 2018 para o porto de Paranaguá

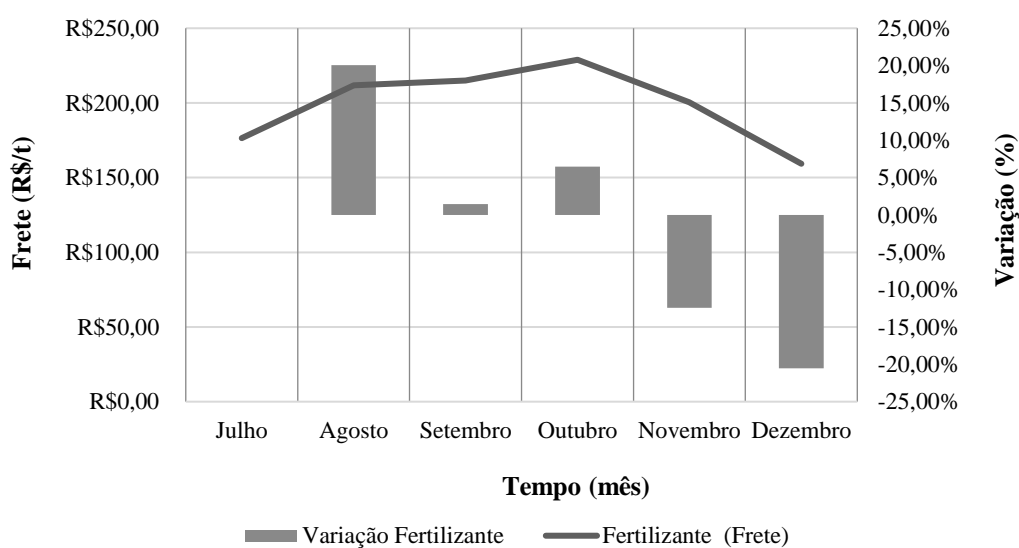
Mês	Valor da tonelada do frete da soja (R\$/t)	Valor da tonelada do frete do fertilizante (R\$/t)	Variação Soja (%)	Variação Fertilizante (%)
Julho	273,33	205,00	0	0
Agosto	273,29	231,75	0,00	13,00
Setembro	265,04	238,00	-3,00	2,70
Outubro	253,00	240,00	-4,50	0,80
Novembro	246,75	220,00	-2,50	-8,30
Dezembro	245,73	210,88	-0,40	-4,10

Fonte: Adaptado de IMEA (2019)

As Tabelas 24 e 25 apresentam todos os valores médios de frete que foram calculados mensalmente e a variação em relação ao mês anterior para os portos de Santos e Paranaguá respectivamente. Como pode ser observado em ambas, os valores começam a queda no mês de dezembro, sendo sempre o frete de soja maior que o de fertilizantes.

Para a análise por outra perspectiva, apresentam-se as Figuras 41 e 42, em que são apresentadas as variações do preço de frete nos meses do segundo semestre do ano de 2018, para os portos de Santos e Paranaguá, respectivamente.

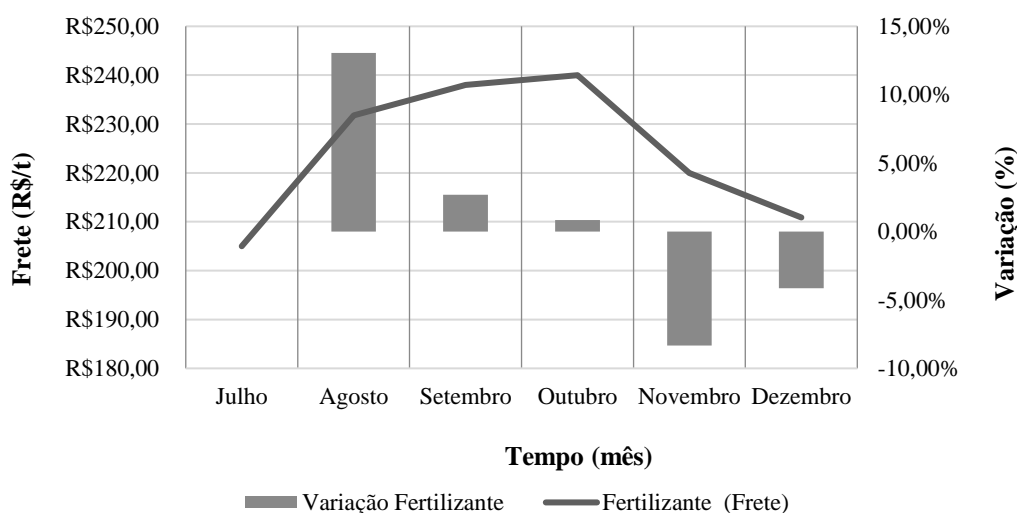
**Figura 41** – Variação do valor do frete no segundo semestre de 2018 para o porto de Santos



Fonte: AUTOR (2019)

A Figura 42 apresenta a evolução do preço médio do frete ao longo dos meses do segundo semestre de 2018 no porto de Santos, com destaque para o mês de outubro, em que o preço começa a baixar.

**Figura 42 -** Variação do valor do frete no segundo semestre de 2018 para o porto de Paranaguá



Fonte: AUTOR (2019)

Tal como mostrado para o porto de Santos, o valor do frete tem o mesmo comportamento para o porto de Paranaguá, sendo para este caso, o valor mais alto no mês de outubro, e a maior variação, no mês de agosto.

### 5.2.3 Comunicação, ativos e infraestrutura inadequada

A falta de dinamismo no que diz respeito a comunicação chamou atenção por parte dos agentes entrevistados. Segundo eles, o caminhão que sai do interior do Brasil carregado com grãos, na maioria das vezes tem que buscar uma carga de retorno nos portos depois de descarregar a soja ou o milho, por exemplo. Ainda segundo os entrevistados, o ideal seria que tal caminhão já saísse do interior com a carga de retorno agendada, para assim diminuir a espera e decorrente ociosidade do caminhão na zona portuária.

Outro importante limitante destacado pelos agentes entrevistados é a inadequação entre ativo de transporte (especificamente implemento rodoviário) e as infraestruturas de recebimento de fertilizantes. Segundo esses agentes, a maior parte dos veículos disponíveis para o transporte de grãos com destino as zonas portuárias são graneleiros convencionais, ou seja,

eles precisam da infraestrutura de descarregamento denominada “tombador”. Trata-se de um sistema que inclina (tomba) o caminhão para que os grãos da carroceria escorram e sejam assim descarregados. Entretanto, uma parcela significativa das fábricas de fertilizantes não possui tal infraestrutura, e, portanto, demandam caminhões basculantes, os quais são auto descarregáveis.

Um exemplo de grandeza do tempo de espera, segundo os agentes entrevistados, para o porto de Santos, alguns caminhoneiros acabam ficando até 2 dias esperando por carga de retorno no porto, ferindo a capacidade de faturamento do caminhão diante do tempo ocioso.

#### 5.2.4 Propostas voltadas para redução dos fatores limitantes da logística colaborativa

Além dos fatores levantados a partir da análise dos resultados desta pesquisa como fatores limitantes da logística colaborativa, Power *et al.* (2011), apontam que fatores como prioridades competitivas, serviços oferecidos e uso inadequado de informações podem interferir na colaboração. Ao contornar essas situações, a colaboração passa a ser bem-sucedida.

A partir de todas essas análises, diferentes estudos apresentam alternativas, mesmo que paliativas, voltadas para a diminuição dos impactos que impedem a colaboração. Kayikci (2009) apresenta um estudo em que traz um modelo que visa o desenvolvimento de parcerias estratégicas visando a colaboração, e conseqüentemente, elucidando os benefícios e impactos positivos do transporte colaborativo na cadeia de suprimentos. Nesta pesquisa, observa-se que a partir da utilização de estratégias desenhadas para cada tipo de empresa, há resultados positivos que melhoram o desempenho financeiro, levando em consideração os interesses a longo prazo de todas as partes envolvidas na colaboração, decisões de negócios e políticas operacionais.

Gonzalez-Feliu e Morana (2011) apresentam em sua pesquisa uma abordagem semelhante, desenvolvendo uma estrutura para o modelo de parceria estratégica visando o transporte colaborativo no setor de alimentos na França. O destaque para o sucesso foca-se no compartilhamento de informações entre as empresas, levando em consideração a análise de risco de todos os tipos (financeiro, tecnologia e político).

Já nos estudos de Silva *et al.* (2013), focaram no problema da redução de custos de frete no processo de exportação entre indústrias manufatureiras de bens de fabricação e transportadoras marítimas. A partir da utilização do escopo estratégico de relacionamento, observaram o papel de cada uma das partes no processo de colaboração nos processos de

interações financeiras e de meio ambiente. Como metodologia para a solução de problemas encontrados, utilizaram como embasamento a Simulação Baseada em Agentes (ABMS).

Wen (2012), apresenta os impactos da colaboração de transportadoras em Taiwan, mostrando as vantagens competitivas que esse tipo de ação acarreta para a cadeia de suprimentos. O principal foco da pesquisa é a apresentação da relação existente entre a capacidade logística das transportadoras e as vantagens competitivas que elas podem apresentar a partir da organização de ações voltadas para a aplicação efetiva da colaboração por meio de troca de informações entre as empresas parceiras, gerando assim, relações de confiança entre os participantes.

No cenário nacional, nota-se iniciativas voltadas para a melhora da colaboração e comunicação entre empresas transportadoras, a partir de ações voltadas com o Marco Regulatório da Economia Colaborativa (BRASIL, 2018), em que as discussões voltam-se para a responsabilidade, avaliação da confiança, relação de emprego e tributação como pontos essenciais para uma possível regulamentação, e que apesar de abranger diferentes setores, impacta diretamente o transporte. Levando em consideração iniciativas isoladas, encontra-se ações de empreendedores com a criação de aplicativos, como o *TruckPad*, que tem como intuito a aproximação de cargas que precisam de transporte e caminhoneiros disponíveis para o frete (CNT, 2018c).

Apesar do crescente interesse na colaboração, existem ainda uma gama de questões que ainda permanecem sem estudos ou respostas adequadas e que forneçam subsídios garantidos para as empresas. Assim, ainda é preciso capturar as interações entre as partes colaborativas, concentrar-se na integração das estruturas de formação do processo colaborativo para a tomada de decisão, foco na utilização de um alinhamento de incentivos visando a persuasão das partes colaboradoras, entre outros.

### 5.3 OTIMIZAÇÃO DOS CENÁRIOS – ECOEFICIÊNCIA

Como apresentado no capítulo de Revisão da Literatura, o termo ecoeficiência parte de diferentes perspectivas, porém a mais relevante e utilizado na literatura acerca do assunto tem como referência a descrição utilizada pela WBCSD (2006). Assim, neste estudo, buscou-se a apresentação dos resultados para esse indicador da mesma maneira que os apresentados pela entidade em seus relatórios, em que os perfis de ecoeficiência de diferentes empresas são

expostos em relatórios publicados pelo órgão<sup>7</sup>. Deste modo, as análises relacionadas à ecoeficiência propostas nesta tese têm como objetivo estimar os ganhos financeiros e ambientais a partir da utilização da logística colaborativa. Inicia-se a apresentação desses resultados com a Tabela 26, indicando ao final o valor do custo total da operação de fertilizante realizada no Porto de Santos.

**Tabela 26** - Resultado financeiro obtido com a aplicação da logística colaborativa na operação de fertilizante no Porto de Santos no ano de 2018

$f_p$ : Fração da frota que participa da logística colaborativa (-)	VTFF: Valor da tonelada do frete de fertilizante (R\$/t)	VFF: Valor do frete de fertilizante (R\$)	CTTF <sub>fp</sub> : Custo total do transporte de fertilizante em função de fp (R\$)
0,61	297,08	10.991,95	37.864.797,09
0,65	278,93	10.320,50	35.551.789,12
0,70	255,52	9.454,22	32.567.649,31
0,75	245,23	9.073,42	31.255.874,27
0,80	226,95	8.396,98	28.925.707,85
0,85	218,79	8.095,23	27.886.230,33
0,90	191,29	7.077,83	24.381.521,78
0,95	185,47	6.862,22	23.638.797,73
1,00	181,77	6.725,63	23.168.287,20

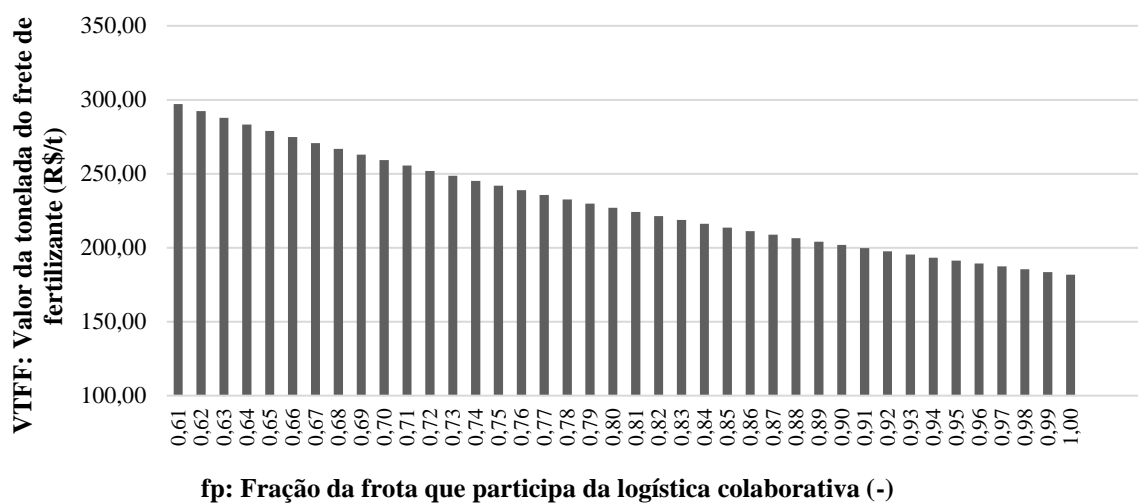
Fonte: AUTOR (2019)

A Tabela 26 inicia-se com a apresentação da fração de colaboração identificada no porto de Santos a partir da aplicação do questionário. Como mencionado anteriormente, neste porto, tem-se aproximadamente 61% dos caminhões participando do frete de retorno. Observa-se que, neste cenário, o custo total da operação de fertilizantes é de R\$ 37.864.797,09. Ao aumentar o percentual de colaboração, observa-se os custos decaindo gradativamente, como pode ser observado ao se atingir o nível de 100% de colaboração, em que os custos totais de importação podem chegar a R\$ 23.168.287,20, ou seja, nota-se uma redução nos custos de R\$ 14.696.509,89, ou seja, uma redução de aproximadamente 36% dos custos em relação ao valor inicial.

A Figura 43, apresenta graficamente redução do valor do frete da operação de fertilizante no Porto de Santos a partir da utilização da logística colaborativa. Assim como observado na Tabela 26, tem-se que quanto maior a fração de colaboração, menor o valor do frete.

<sup>7</sup> Por exemplo como o disponível em: <http://www.gdrc.org/sustbiz/measuring.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2019.

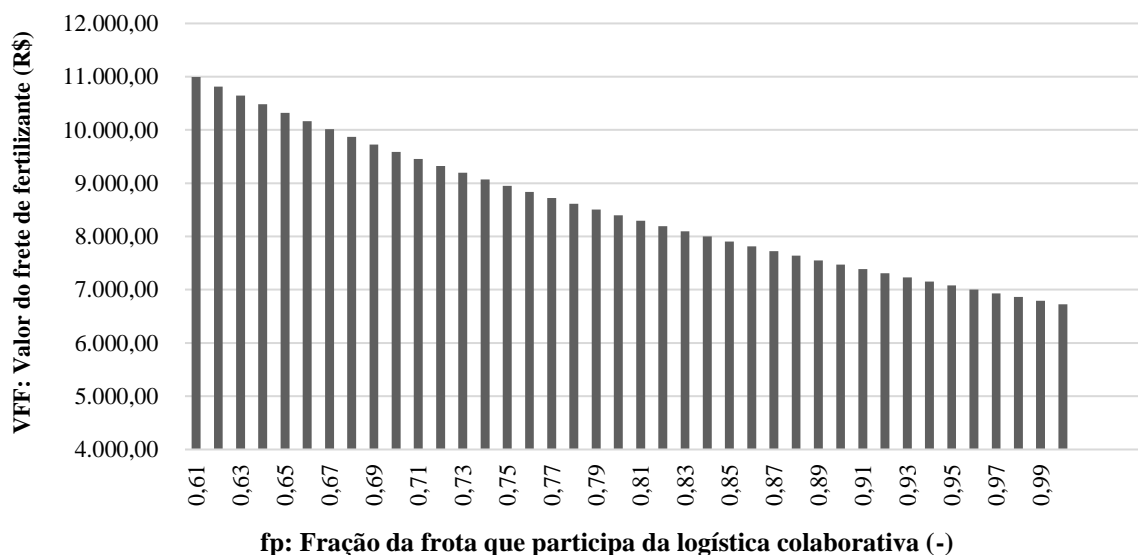
**Figura 43** - Comportamento do valor do frete de fertilizante transportado a partir do porto de Santos no ano de 2018



Fonte: AUTOR (2019)

Como consequência da redução do valor da tonelada transportada de fertilizante, o valor total pago por caminhão diminui, como pode ser observado na Figura 44.

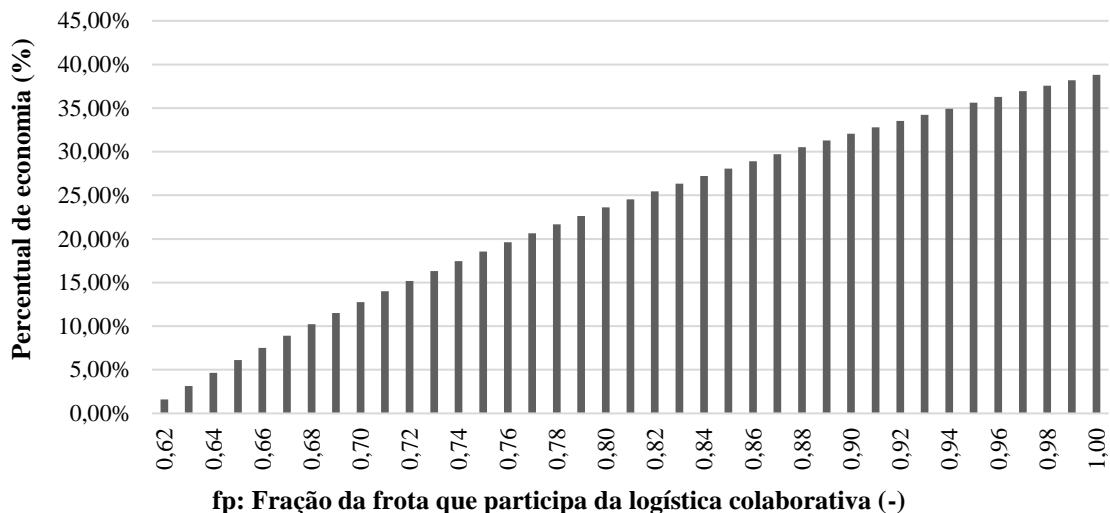
**Figura 44** - Custo por caminhão no transporte de fertilizante no Porto de Santos em 2018



Fonte: AUTOR (2019)

Já a Figura 45 mostra a economia em relação ao custo inicial à medida que se aumenta a fração da frota que participa da logística colaborativa. Como pode ser observado, para a totalidade da frota participando da logística colaborativa, o custo é reduzido em aproximadamente 40% quando comparado ao custo inicial, que foi aferido no cenário base.

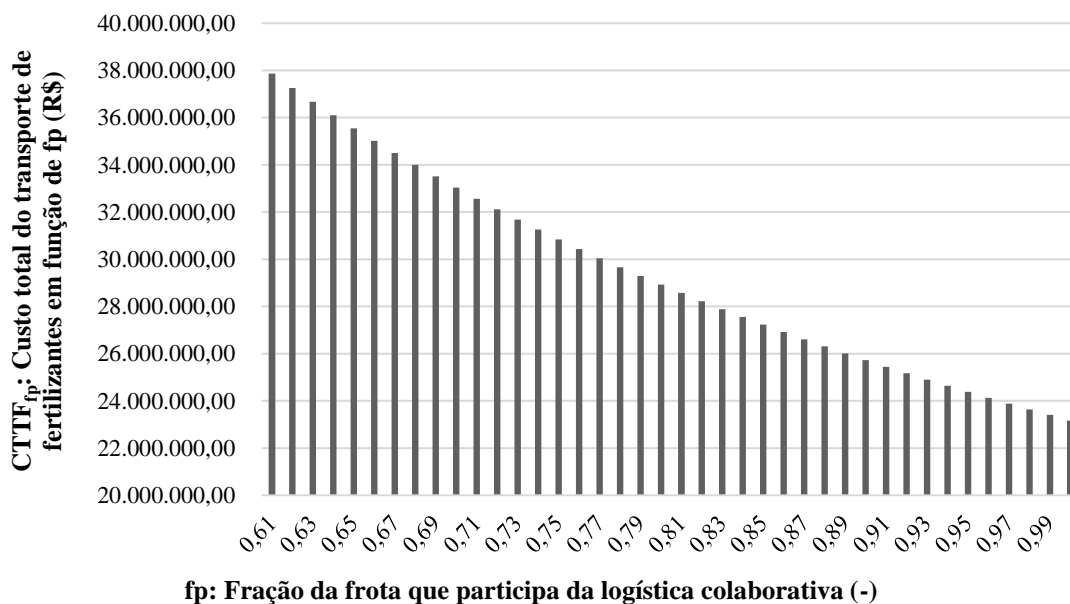
**Figura 45** – Comparativo do custo total de transporte de fertilizante no Porto de Santos em 2018



Fonte: AUTOR (2019)

Ao se considerar o custo total do transporte da demanda de fertilizantes, apresenta-se a Figura 46, em que é possível observar que o custo inicial de transporte era de R\$ 37.864.797,09 e gradualmente cai para R\$ 23.168.287,20, quando 100% da frota estiver participando da logística colaborativa.

**Figura 46** – Comportamento do custo total de transporte de fertilizante em função da frota no Porto de Santos em 2018



Fonte: AUTOR (2019)

No que diz respeito ao porto de Paranaguá, este foi responsável pela operação de 1.040.171,02 toneladas de soja e a operação de 206.723,17 toneladas de fertilizantes no ano de 2018, a um custo de transporte da operação estimado de R\$ 49.402.718,67. Como apresentado para o porto de Santos, tem-se a Tabela 27, em que estão presentes os índices de colaboração e seus respectivos resultados.

**Tabela 27** - Resultado financeiro obtido com a aplicação da logística colaborativa na operação de fertilizante no Porto de Paranaguá no ano de 2018

<b>f<sub>p</sub>: Fração da frota que participa da logística colaborativa (-)</b>	<b>VTFF: Valor da tonelada do frete do fertilizante (R\$/t)</b>	<b>VFF: Valor do frete do fertilizante (R\$)</b>	<b>CTTF<sub>fp</sub>: Custo total do transporte de fertilizantes em função de f<sub>p</sub> (R\$)</b>
0,76	238,98	9.320,22	49.402.718,67
0,80	224,31	8.747,93	46.369.218,40
0,85	213,80	8.338,33	40.198.084,43
0,90	202,60	7.901,44	39.882.316,56
0,95	191,40	7.464,55	39.566.548,64
1,00	181,87	7.092,91	37.596.663,57

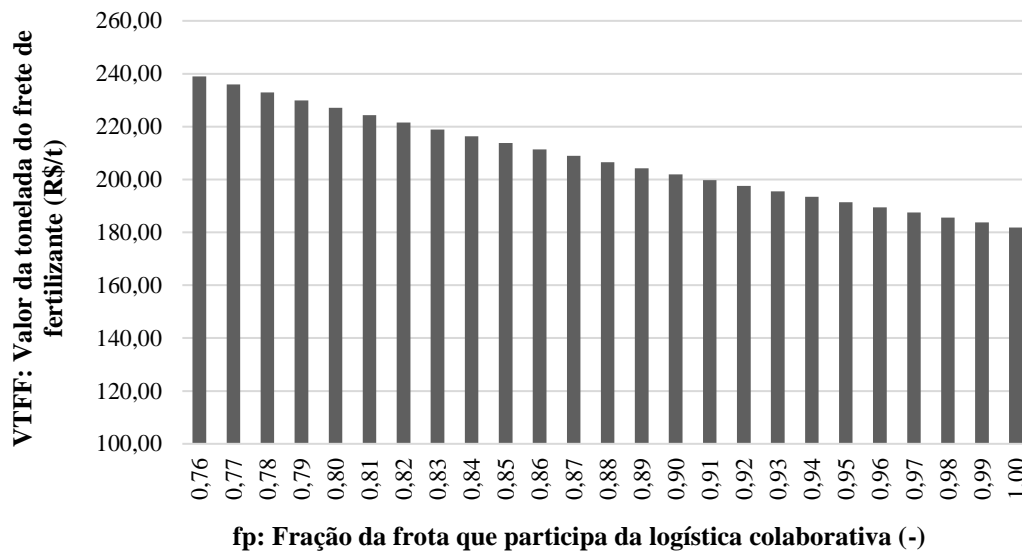
**Fonte:** AUTOR (2019)

A Tabela 27 inicia-se com a apresentação da fração da frota que participa de colaboração e que foi identificada no porto de Paranaguá a partir da aplicação do questionário. Como mencionado anteriormente, neste porto, tem-se 0,76 da fração da frota de caminhões participando do frete de retorno. Observa-se que, neste cenário, o custo total da operação de fertilizantes é de R\$ 49.402.718,67. Ao aumentar o percentual de colaboração, observa-se os custos decaindo gradativamente, como pode ser observado ao se atingir a totalidade de colaboração, em que os custos totais de importação podem chegar a R\$ 37.596.663,57, ou seja, nota-se uma redução nos custos de R\$ 11.806.055,10.

A partir das informações da Tabela 27, apresenta-se a visão gráfica das informações na Figura 47, em que é possível observar que o valor da tonelada transportada inicialmente era de R\$ 238,98 com 0,76 da frota sendo utilizada, e reduz para R\$ 181,87 ao se utilizar a totalidade da frota na logística colaborativa.



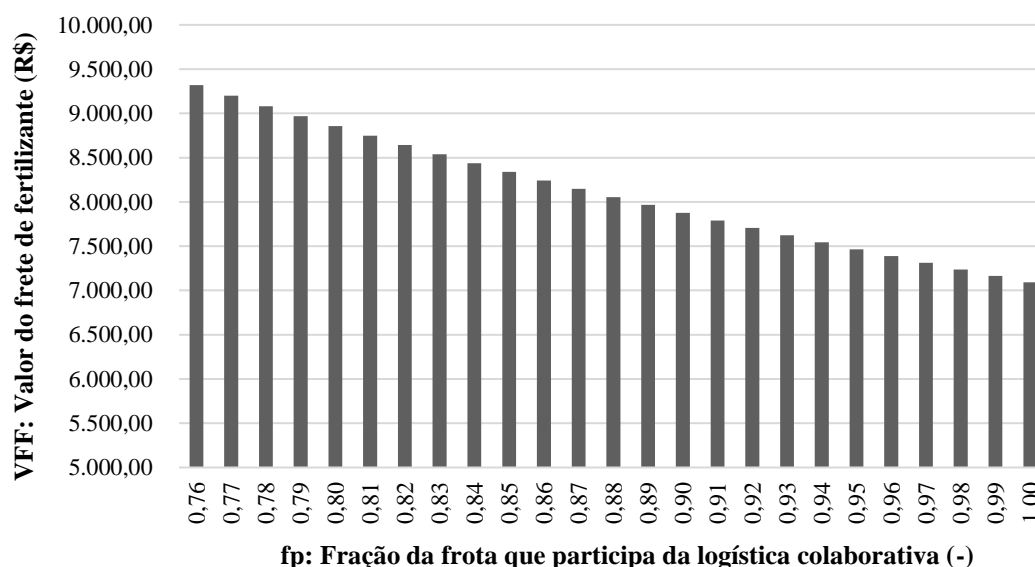
**Figura 47 -** Comportamento do valor do frete de fertilizante transportado a partir do porto de Paranaguá no ano de 2018



Fonte: AUTOR (2019)

Uma consequência imediata da redução do valor da tonelada do frete fertilizante consiste na redução no valor total do frete do caminhão, o qual é mostrado na Figura 48, em que é possível observar que o valor do frete do caminhão é de R\$ 9.320,22 com 0,76 da frota participando da logística colaborativa, e reduz para R\$ 7.092,91 com a totalidade da frota participando da logística colaborativa.

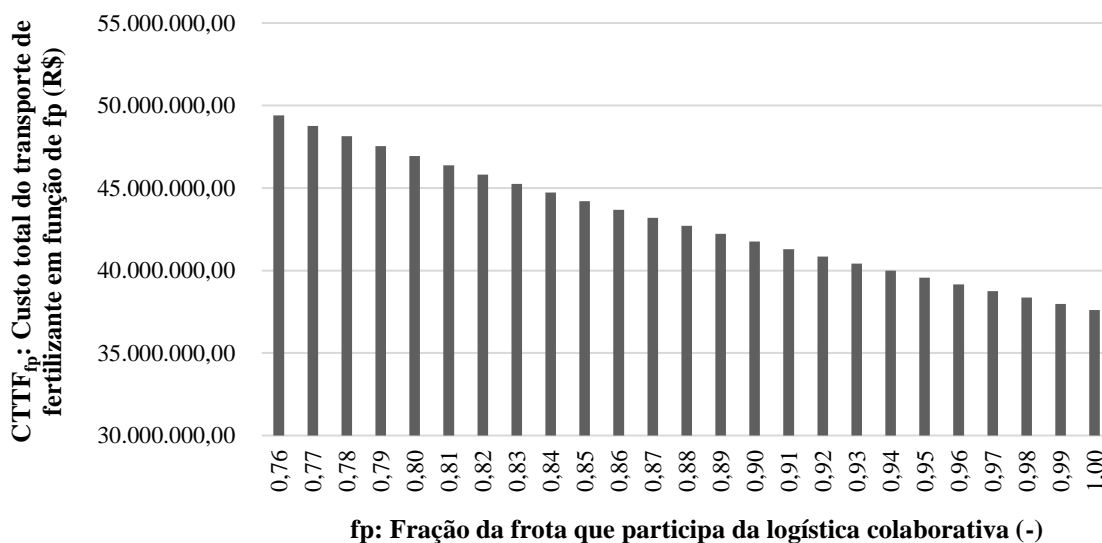
**Figura 48 -** Custo por caminhão no transporte de fertilizante no Porto de Paranaguá em 2018



Fonte: AUTOR (2019)

Considerando o cenário base em que o valor para se transportar todo o fertilizante necessário para o estado de origem partindo do Porto de Paranaguá estava em torno de R\$ 49.402.718,67, a Figura 49 apresenta o perfil de redução deste valor em função da fração da frota que participa da logística colaborativa. Como pode ser observado, ao se atingir a totalidade da frota participando da logística colaborativa, o valor reduz de R\$ 49.402.718,67 para R\$ 37.596.663,57.

**Figura 49** – Comportamento do custo total de transporte de fertilizante em função da frota no Porto de Paranaguá em 2018



Fonte: AUTOR (2019)

No que diz respeito às análises referentes à eficiência ambiental, os resultados obtidos são mostrados na Tabela 28, para o porto de Santos. Ao se considerar o cenário base, com aproximadamente 0,61 da frota retornando carregada, tem-se a produção de 94,85 Kg CO<sub>2</sub> por tonelada de fertilizante transportado, à medida que uma maior fração da frota participando da logística colaborativa, esta relação melhora significativamente, por exemplo, ao se considerar 0,85 da frota tem-se 74,46 Kg CO<sub>2</sub> produzido por tonelada transportada.

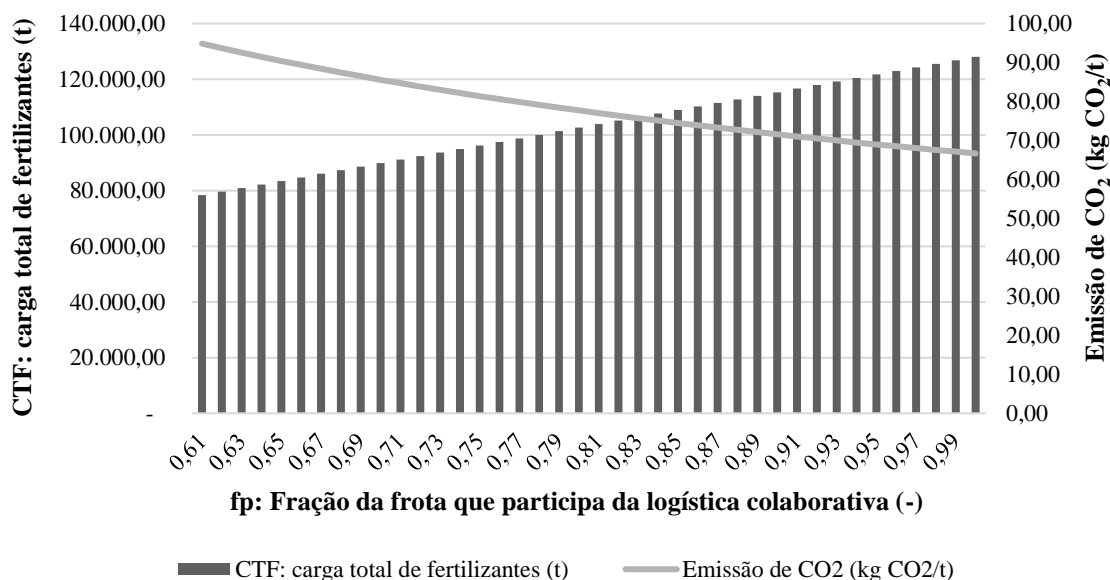
**Tabela 28** – Indicador Ambiental na operação de fertilizante no Porto de Santos no ano de 2018

fp: Fração da frota que participa da logística colaborativa (-)	CTF: carga total de fertilizantes (t)	QCO2: quantidade de CO <sub>2</sub> produzida (kg CO <sub>2</sub> )	Emissão de CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> /t)
0,61	78.362,24	7.432.783	94,85
0,65	83.460,51	7.546.078	90,41
0,70	89.833,34	7.687.697	85,58
0,75	96.206,17	7.829.316	81,38
0,80	102.579,01	7.970.935	77,71
0,85	108.951,84	8.112.554	74,46
0,9	115.324,67	8.254.173	71,57
0,95	121.697,51	8.395.791	68,99
1,00	128.070,34	8.537.410	66,66

Fonte: AUTOR (2019)

A Figura 50 mostra a redução no quociente da quantidade de kg CO<sub>2</sub> emitido por tonelada. Como é possível observar, a introdução da logística colaborativa melhora significativamente esta relação, pois as emissões saem de 94,85 kg CO<sub>2</sub>/t para 66,66 kg CO<sub>2</sub>/t ao apresentar toda a frota participando da logística colaborativa.

**Figura 50** - Evolução das emissões de CO<sub>2</sub> com a aplicação da logística colaborativa na operação de transporte de fertilizante no Porto de Santos no ano de 2018

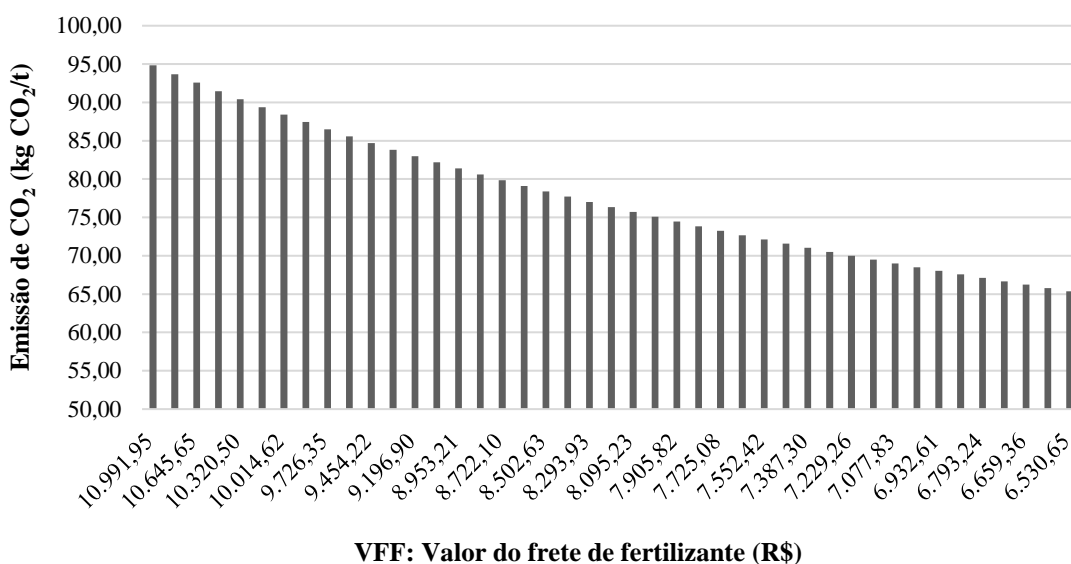


Fonte: AUTOR (2019)

A Figura 51 apresenta a relação entre o valor do frete por caminhão e a emissão de CO<sub>2</sub> na logística colaborativa do transporte de fertilizante no Porto de Santos no ano de 2018, em

que se tem a redução do custo do transporte à medida que uma maior parte da frota participa desta estratégia de colaboração. Associada a esta redução de custo, tem-se a melhora na relação da emissão de CO<sub>2</sub> por tonelada transportada.

**Figura 51** – Relação entre o valor do frete e a emissão de CO<sub>2</sub> na logística colaborativa do transporte de fertilizante no Porto de Santos no ano de 2018



Fonte: AUTOR (2019)

No que diz respeito ao porto de Paranaguá, apresenta-se a Tabela 29, em que observa-se que, inicialmente, com 0,76 da fração da frota participando da logística colaborativa, tem-se uma proporção de 82,25 kg de CO<sub>2</sub> produzido por tonelada de fertilizante transportada, ao passo que quando atinge-se 0,95 da fração da frota participa da logísticas colaborativa, tem-se 70,27 kg de CO<sub>2</sub> produzido para cada tonelada transportada.

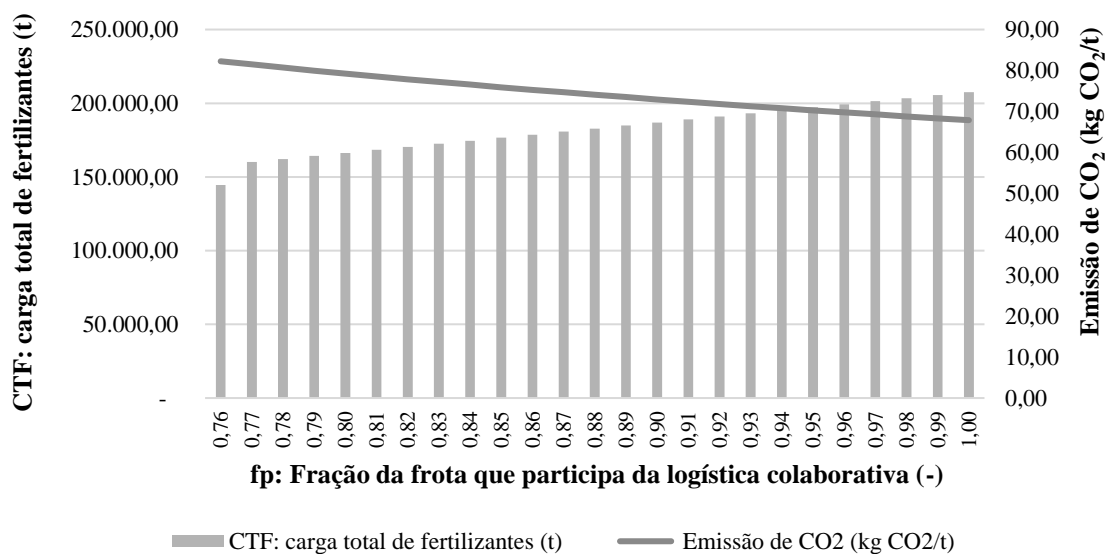
**Tabela 29** - Resultado ambiental obtido com a aplicação da logística colaborativa na operação de fertilizante no Porto de Paranaguá no ano de 2018

fp: Fração da frota que participa da logística colaborativa (-)	CTF: carga total de fertilizantes (t)	QCO <sub>2</sub> : quantidade de CO <sub>2</sub> produzida (kg CO <sub>2</sub> )	Emissão de CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> /t)
0,76	157.995,567	12.994.348	82,25
0,80	166.264,494	13.176.945	79,25
0,85	176.600,653	13.405.191	75,91
0,90	186.936,811	13.633.438	72,93
0,95	197.272,970	13.861.684	70,27
1,00	207.609,128	14.089.931	67,87

Fonte: AUTOR (2019)

O perfil da redução da emissão de CO<sub>2</sub> por tonelada de fertilizante transportada no Porto de Paranaguá, ao se empregar a logística colaborativa é apresentado na Figura 52, mostrando que, caso toda a frota participe da logística colaborativa, as emissões de CO<sub>2</sub> diminuiriam em 14,38 kg de CO<sub>2</sub> produzido para cada tonelada transportada.

**Figura 52-** Comportamento das emissões de CO<sub>2</sub> com a aplicação da logística colaborativa na operação de transporte de fertilizante no Porto de Paranaguá no ano de 2018

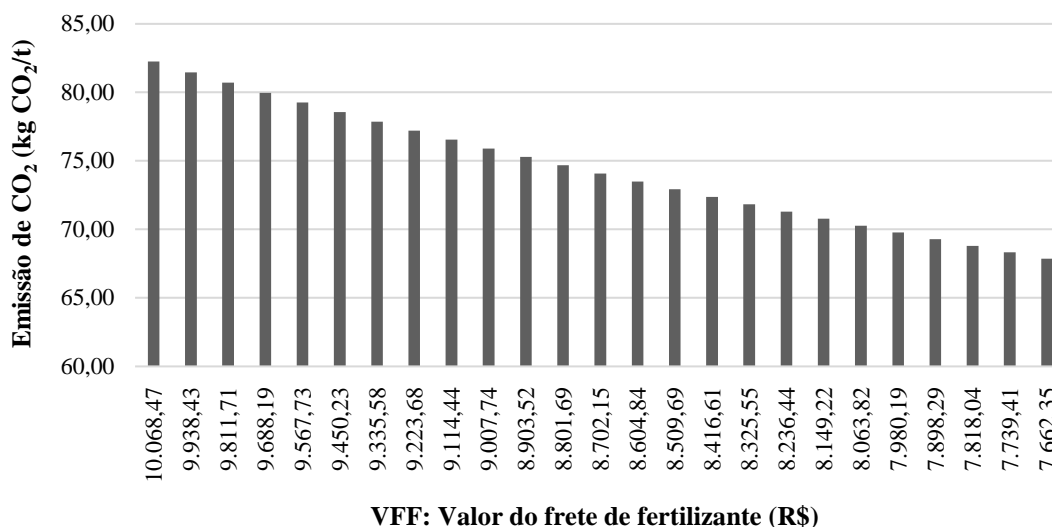


Fonte: AUTOR (2019)

Observa-se que, à medida em que há aumento do percentual da frota participando da logística colaborativa, proporcionalmente ocorre uma redução na emissão de GEE, que são emitidas a cada tonelada de carga transportada.

Já a Figura 53 apresenta a relação entre o valor do frete e a emissão de CO<sub>2</sub>, tal como apresentado para o porto de Santos, em que a associação entre a participação da frota na logística colaborativa apresenta melhores índices de emissão de GEE e redução de custos.

**Figura 53** – Relação entre o valor do frete e a emissão de CO<sub>2</sub> na logística colaborativa do transporte de fertilizante no Porto de Paranaguá no ano de 2018



Fonte: AUTOR (2019)

A partir dos dados apresentados para as análises financeiras e ambientais nos dois portos estudados, observa-se que quanto maior a colaboração, maiores são os ganhos, gerando grandes benefícios econômicos e ambientais. Entende-se que se a fração de colaboração aumentar, os custos de transporte se reduzem, transferindo os ganhos para a escala, e promovem a redução na proporção de kg CO<sub>2</sub>/t. Ou seja, quanto maior for o percentual de colaboração, ou seja, utilização da logística colaborativa, menores são as emissões de gases do efeito estufa por tonelada transportada.

Muitas oportunidades de transportes colaborativos com cargas adequadas são perdidas devido à falta de transparência no mercado de transporte rodoviário. Os transportadores simplesmente não sabem quais cargas estão disponíveis para uma possível colaboração na operação de retorno dos veículos. É, em parte, por esta razão que uma alta fração das cargas de retorno transportadas não é alinhada adequadamente com as necessidades de mercado. Além disso, de acordo com relato identificado no questionário, informações sobre as cargas de retorno são obtidas pelo boca-a-boca. A dependência dessa comunicação informal e aleatória limita o mercado potencial do transporte colaborativo. Contudo, o crescimento dos serviços de carga on-line está ajudando a melhorar essa situação.

### 5.3.1 Indicadores de Ecoeficiência

No que diz respeito à apresentação de indicadores de ecoeficiência, apresenta-se a Tabela 30, em que se tem o indicador financeiro para o ano de 2018 no porto de Santos. Ressalta-se que, quanto mais próximo a 1,00, melhor o indicador.

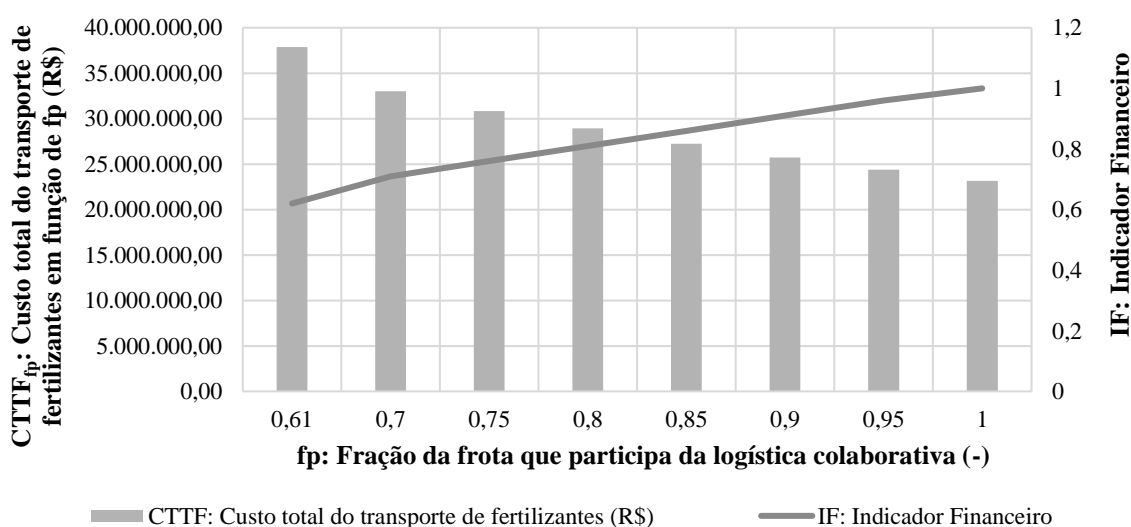
**Tabela 30** - Indicador de custo de transporte para o ano de 2018 no porto de Santos

<b>f<sub>p</sub>: Fração da frota que participa da logística colaborativa (-)</b>	<b>CTTF<sub>fp</sub>: Custo total do transporte de fertilizantes em função de fp (R\$)</b>	<b>Percentual de redução (%)</b>	<b>IF: Indicador Financeiro</b>
0,61	37.864.797,09	-	0,62
0,65	35.447.260,00	6,39	0,66
0,70	33.029.723,15	12,77	0,71
0,75	30.841.787,62	18,55	0,76
0,80	28.925.707,85	23,61	0,81
0,85	27.233.779,53	28,08	0,86
0,90	25.728.842,88	32,05	0,91
0,95	24.381.521,78	35,61	0,96
1,00	23.168.287,20	38,81	1,00

Fonte: AUTOR (2019)

A seguir, apresenta-se a Figura 54, em que é possível verificar graficamente o comportamento do indicador financeiro com o aumento da fração da frota utilizada na logística colaborativa.

**Figura 54** – Apresentação gráfica do indicador do custo de transporte no porto de Santos para o ano de 2018



Fonte: AUTOR (2019)

Conforme apresentado anteriormente, a carga de fertilizante importada para o estado do Mato Grosso representa apenas 1,4% de toda a carga de soja exportada pelo estado, característica esta que dificulta a implementação da logística colaborativa entre as *commodities*. Como pode-se observar na Figura 54, ao aumentar a taxa de colaboração, a redução dos custos também aumenta gradativamente.

A Tabela 31 apresenta o indicador financeiro para o ano de 2018 no porto de Paranaguá, seguindo a mesma proposta de análise para o porto de Santos.

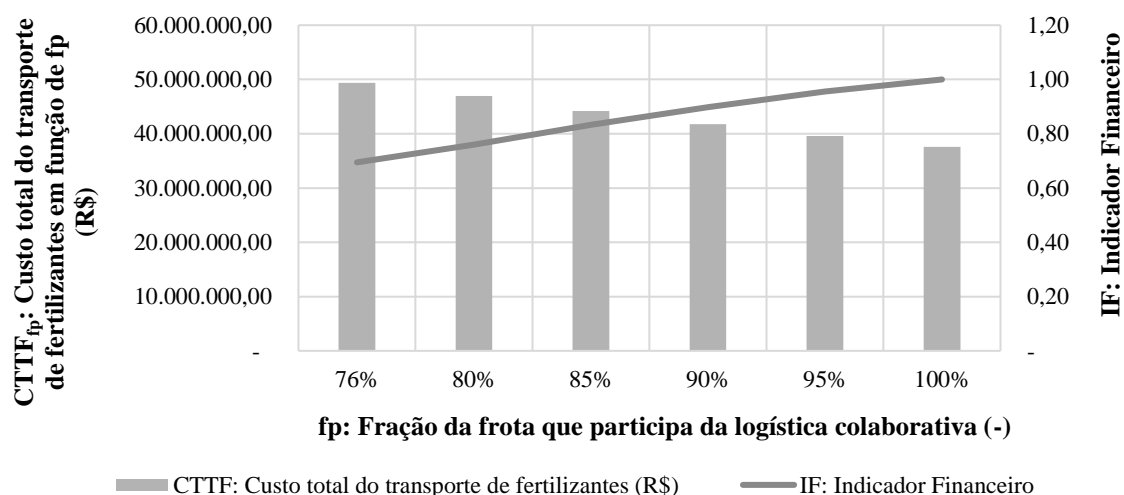
**Tabela 31** – Indicador de custo de transporte para o ano de 2018 no porto de Paranaguá

<b>f<sub>p</sub>: Fração da frota que participa da logística colaborativa</b>	<b>CTTF<sub>fp</sub>: Custo total do transporte de fertilizantes em função de fp (R\$)</b>	<b>Percentual de redução (%)</b>	<b>IF: Indicador Financeiro</b>
0,76	49.402.718,67	0	0,69
0,80	46.945.745,10	4,97	0,76
0,85	44.198.084,43	10,54	0,83
0,90	41.754.272,49	15,48	0,90
0,95	39.566.548,64	19,91	0,96
1,00	37.596.663,57	23,90	1,00

Fonte: AUTOR (2019)

Como observado na Tabela 31, a redução nos custos chega a 23,90% quando todos os caminhões da frota participam da colaboração. Para melhor compreensão dos dados, apresenta-se a Figura 55, em que as informações anteriormente descritas são apresentadas em forma de gráfico, facilitando a visualização.

**Figura 55** - Apresentação gráfica do indicador financeiro no porto de Paranaguá para o ano de 2018



Fonte: AUTOR (2019)



Como pode-se observar, assim como no porto de Santos, o porto de Paranaguá possui comportamento similar ao elevar-se a taxa de colaboração na frota.

A partir do impacto da sazonalidade nos resultados financeiros, observa-se que com o aumento da movimentação de fertilizantes, o indicador financeiro apresenta significativas melhoras, como pode ser observado nas Tabelas 32 e 33, a seguir.

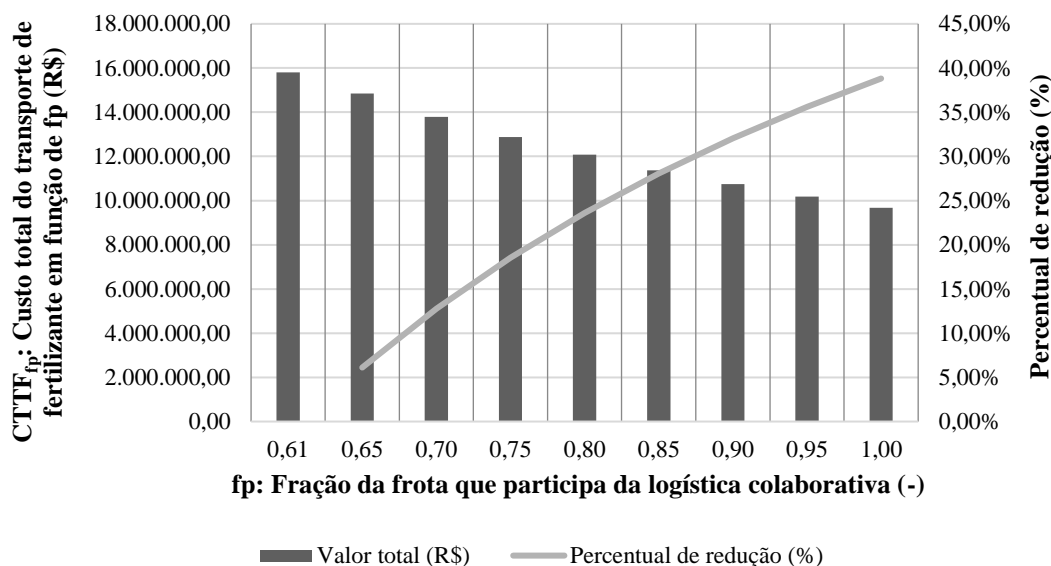
**Tabela 32** – Indicador financeiro para o porto de Santos no primeiro semestre de 2018

<b>f<sub>p</sub>: Fração da frota que participa da logística colaborativa (-)</b>	<b>CTF: carga total de fertilizantes (t)</b>	<b>VTFF: valor da tonelada do frete de fertilizantes (R\$/t)</b>	<b>CTTF<sub>fp</sub>: Custo total do transporte de fertilizante em função de fp (R\$)</b>	<b>Percentual de redução (%)</b>	<b>IF: Indicador Financeiro</b>
0,61	32.716,26	297,08	15.808.565,35	0	0,23
0,65	34.844,79	278,93	14.842.883,75	6,11	0,31
0,70	37.505,45	259,14	13.789.920,37	12,77	0,41
0,75	40.166,11	241,98	12.876.456,56	18,55	0,51
0,80	42.826,77	226,95	12.076.492,62	23,61	0,61
0,85	45.487,43	213,67	11.370.111,99	28,08	0,71
0,90	48.148,09	201,86	10.741.800,44	32,05	0,81
0,95	50.808,75	191,29	10.179.293,43	35,61	0,91
1,00	53.469,41	181,77	9.672.767,59	38,81	1,00

**Fonte:** AUTOR (2019)

Visando facilitar a compreensão da Tabela 32, apresenta a Figura 56, em que fica nítida a evolução do indicador financeiro no primeiro semestre do ano, quando tem-se a participação de toda a frota na colaboração.

**Figura 56** – Comportamento do indicador financeiro no primeiro semestre de 2018, para o porto de Santos



Fonte: AUTOR (2019)

Para o segundo semestre do ano de 2018, apresenta-se a Tabela 33, em que é mostrada a evolução dos indicadores financeiros no porto de Santos.

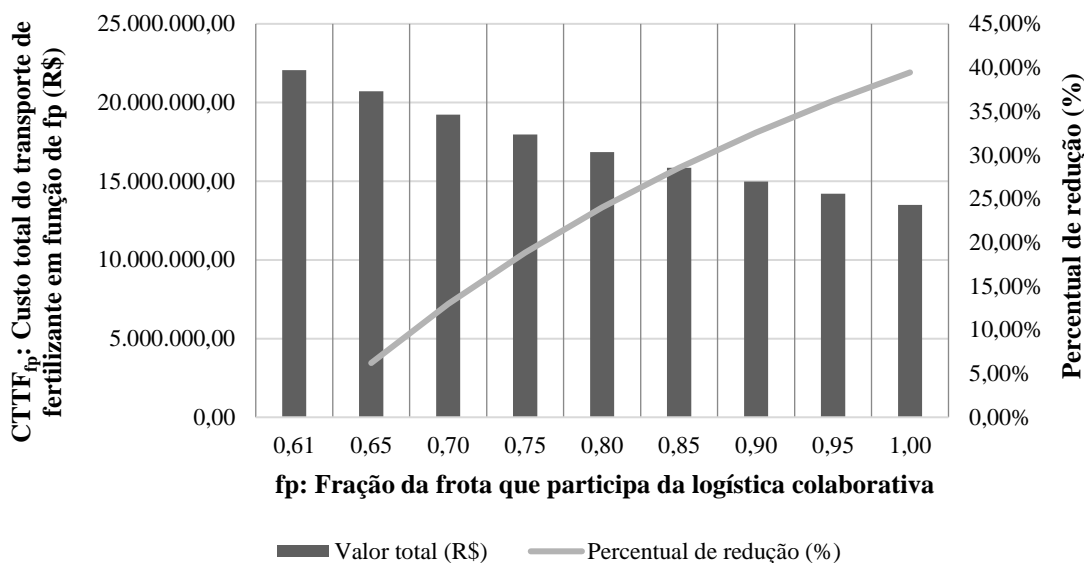
**Tabela 33** - Indicador financeiro para o porto de Santos no segundo semestre de 2018

f <sub>p</sub> : Fração da frota que participa da logística colaborativa (-)	CTF: carga total de fertilizantes (t)	VTFF: valor da tonelada do frete de fertilizantes (R\$/t)	CTTF <sub>fp</sub> : Custo total do transporte de fertilizante em função de fp (R\$)	Percentual de redução (%)	IF: Indicador Financeiro
0,61	45.645,98	297,08	22.056.231,74	0	0,37
0,65	48.615,72	278,93	20.708.905,37	6,21	0,47
0,70	52.327,89	259,14	19.239.802,78	12,98	0,58
0,75	56.040,06	241,98	17.965.331,05	18,85	0,67
0,80	59.752,24	226,95	16.849.215,23	23,99	0,75
0,85	63.464,41	213,67	15.863.667,54	28,53	0,83
0,90	67.176,58	201,86	14.987.042,44	32,57	0,89
0,95	70.888,76	191,29	14.202.228,35	36,19	0,95
1,00	74.600,93	181,77	13.495.519,61	39,44	1,00

Fonte: AUTOR (2019)

Para a melhor compreensão das informações apresentadas na Tabela 33, apresenta-se a Figura 57, em que se consegue identificar o percentual de redução com o aumento da colaboração.

**Figura 57** - Comportamento do indicador financeiro no segundo semestre de 2018, para o porto de Santos



Fonte: AUTOR (2019)

Em um comparativo entre o primeiro e segundo semestres no ano de 2018, para o porto de Santos, identifica-se um aumento, no segundo semestre da carga transportada de fertilizante, sendo de 53.213,20 toneladas no primeiro semestre, para 74.243,46 toneladas no segundo semestre. Para os custos, temos uma diferença de R\$3.841.157,86 ao compararmos os dois semestres do ano. Ao analisar todas as variáveis envolvidas, nota-se uma variação de -39,52%.

Para o porto de Paranaguá, seguiu-se com a mesma análise. Os resultados do primeiro semestre do ano de 2018 apresentam-se na Tabela 34.

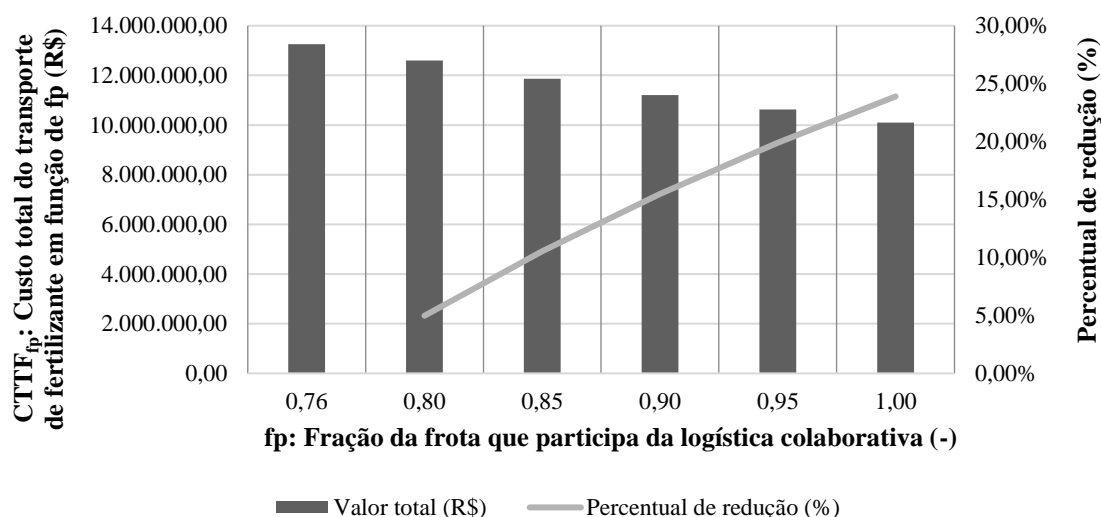
**Tabela 34** - Indicador financeiro para o porto de Paranaguá no primeiro semestre de 2018

$f_p$ : Fração da frota que participa da logística colaborativa (-)	CTF: Carga total de fertilizantes (t)	VTFF: valor da tonelada do frete de fertilizantes (R\$/t)	VFF: valor de frete de fertilizantes (R\$)	CTTF <sub>fp</sub> : Custo total do transporte de fertilizante em função de fp (R\$)	IF: Indicador Financeiro	Percentual de redução (%)
0,76	42.416,80	238,98	8.842,26	13.263.064,72	0,69	0
0,80	44.636,75	227,09	8.402,51	12.603.445,16	0,76	4,97
0,85	47.411,68	213,80	7.910,72	11.865.785,33	0,83	10,54
0,90	50.186,61	201,98	7.473,32	11.209.699,25	0,90	15,48
0,95	52.961,54	191,40	7.081,75	10.622.364,71	0,96	19,91
1,00	55.736,47	181,87	6.729,18	10.093.512,98	1,00	23,90

Fonte: AUTOR (2019)

Observa-se, na Figura 58 a seguir, a representação gráfica dos indicadores apresentados na Tabela 34. Na Figura em questão, nota-se a evolução do percentual de redução ao aumentar a fração da frota que participa da logística colaborativa.

**Figura 58** - Comportamento do indicador financeiro no primeiro semestre de 2018, para o porto de Paranaguá



Fonte: AUTOR (2019)

Para as informações analisadas no segundo semestre de 2018, no porto de Paranaguá, apresenta-se a seguir a Tabela 35, em que são apresentados os percentuais de colaboração e sua relação com a redução dos custos de transporte.

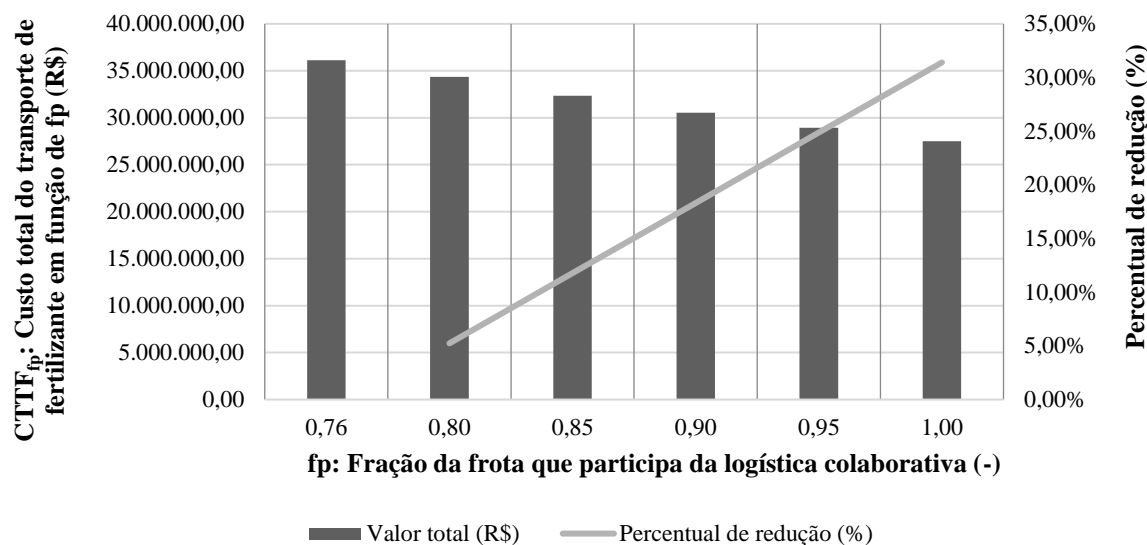
**Tabela 35** - Indicador financeiro para o porto de Paranaguá no segundo semestre de 2018

$f_p$ : Fração da frota que participa da logística colaborativa (-)	CTF: Carga total de fertilizantes (t)	VFFF: valor da tonelada do frete de fertilizantes (R\$/t)	VFF: valor de frete de fertilizantes (R\$)	CTTF <sub>fp</sub> : Custo total do transporte de fertilizante em função de fp (R\$)	IF: Indicador Financeiro	Percentual de redução (%)
0,76	115.578,76	238,98	8.842,26	36.139.653,95	0,77	0
0,80	121.627,75	227,09	8.402,51	34.342.299,94	0,81	5,23
0,85	129.188,97	213,80	7.910,72	32.332.299,10	0,86	11,78
0,90	136.750,20	201,98	7.473,32	30.544.573,24	0,91	18,32
0,95	144.311,43	191,40	7.081,75	28.944.183,93	0,96	24,86
1,00	151.872,66	181,87	6.729,18	27.503.150,59	1,00	31,40

Fonte: AUTOR (2019)

Visando facilitar a compreensão das informações trazidas na Tabela 35, apresenta-se a Figura 59, em que se pode notar a evolução do indicador financeiro no segundo semestre de 2018, no Porto de Paranaguá.

**Figura 59** - Comportamento do indicador financeiro no segundo semestre de 2018, para o porto de Paranaguá



Fonte: AUTOR (2019)

Em um comparativo entre o primeiro e segundo semestres no ano de 2018, para o porto de Paranaguá, identifica-se um aumento, no segundo semestre da carga transportada de fertilizante, sendo de 55.498,62 toneladas no primeiro semestre, para 151.224,55 toneladas no segundo semestre. Para os custos, temos uma diferença de R\$ 17.409.637,61 ao compararmos os dois semestres do ano. Ao analisar todas as variáveis envolvidas, nota-se uma variação de -172,48%.

Nesta perspectiva, entende-se que as viagens vazias têm altos custos econômicos devido ao desperdício de combustível, tempo, mão de obra e congestionamento de tráfego envolvidos. Entende-se que o setor de agronegócios do estado do Mato Grosso poderia economizar mais ao evitar as viagens vazias, utilizando a capacidade de veículos ociosos. No entanto, devido à falta de informações adequadas sobre o frete, movimentação desequilibrada das cargas de soja e fertilizantes, as viagens vazias constituem de 24 a 40% do total das viagens de frete, como já apresentado anteriormente.

No que diz respeito à apresentação de indicadores ambientais, observa-se a Tabela 36 em que tem-se o indicador ambiental para o ano de 2018, no porto de Santos, em que é possível observar que, quanto mais próximo a totalidade da frota participando da colaboração, maior será a eficiência ambiental apresentada (redução na emissão de CO<sub>2</sub> por tonelada transportada).

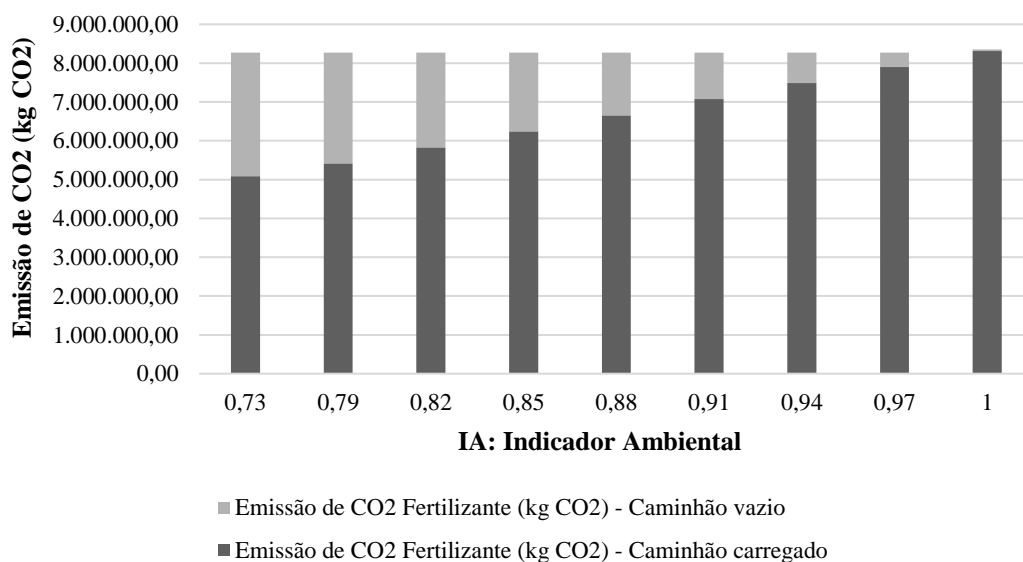
**Tabela 36** - Indicador Ambiental para o porto de Santos o ano de 2018

$f_p$ : Fração da frota que participa da logística colaborativa (-)	Fração de CO <sub>2</sub> Fertilizante (kg CO <sub>2</sub> ) - Caminhão carregado	Fração de CO <sub>2</sub> Fertilizante (kg CO <sub>2</sub> ) - Caminhão vazio	IA: Indicador Ambiental
0,61	5.086.211,62	3.186.542,22	0,73
0,65	5.417.121,78	2.855.632,07	0,79
0,70	5.830.759,47	2.441.994,37	0,82
0,75	6.244.397,16	2.028.356,68	0,85
0,80	6.658.034,85	1.614.718,99	0,88
0,85	7.071.672,54	1.201.081,30	0,91
0,90	7.485.310,24	787.443,61	0,94
0,95	7.898.947,93	373.805,91	0,97
1,00	8.312.585,62	39.831,78	1,00

Fonte: AUTOR (2019)

A apresentação gráfica das informações descritas anteriormente está apresentada na Figura 60, em que fica clara a relação entre o indicador ambiental no porto de Santos e a fração da frota participando da logística colaborativa.

**Figura 60** - Apresentação gráfica do indicador ambiental no porto de Santos para o ano de 2018



Fonte: AUTOR (2019)

A apresentação gráfica está diretamente relacionada com as emissões de CO<sub>2</sub> e assim, quanto menor a taxa de emissão, melhor é a eficiência da operação, uma vez que são retirados caminhões ociosos da operação.

A Tabela 37, a seguir, apresenta o indicador ambiental para o porto de Santos no primeiro semestre de 2018. Como pode-se observar, ao aumentar a frota de caminhões que voltam carregados com fertilizantes, aumenta-se a emissão de CO<sub>2</sub>.

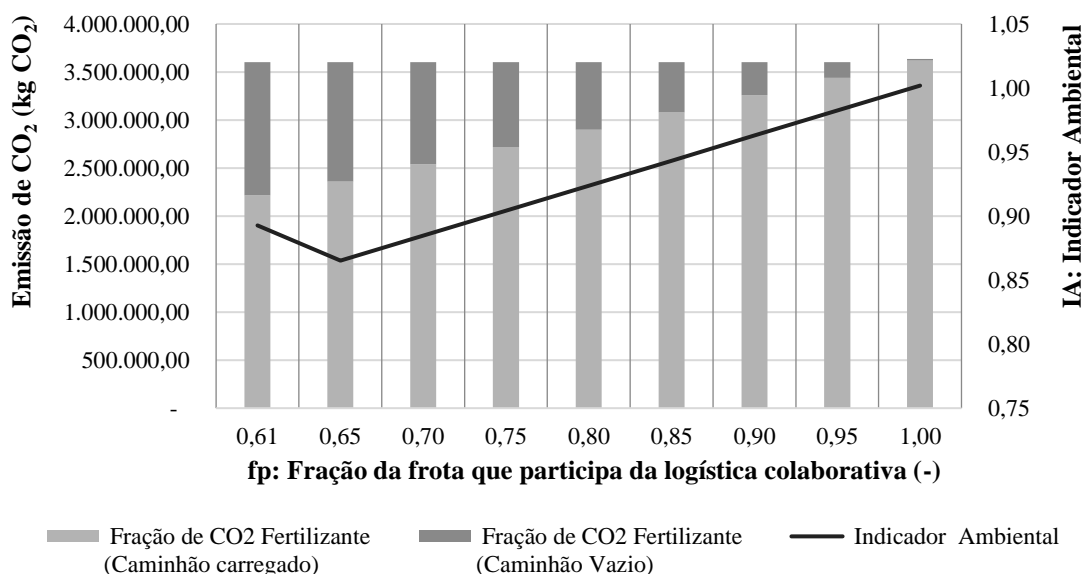
**Tabela 37** - Indicador Ambiental para o porto de Santos no primeiro semestre de 2018

$f_p$ : Fração da frota que participa da logística colaborativa (-)	Fração de CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> ) - Caminhão carregado	Fração de CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> ) - Caminhão vazio	IA: Indicador Ambiental
0,61	2.214.695,89	1.387.520,315	0,79
0,65	2.358.784,53	1.243.431,666	0,87
0,70	2.538.895,34	1.063.320,856	0,88
0,75	2.719.006,15	883.210,046	0,90
0,80	2.899.116,96	703.099,236	0,92
0,85	3.079.227,77	522.988,426	0,94
0,90	3.259.338,59	342.877,616	0,96
0,95	3.439.449,40	162.766,806	0,98
1,00	3.619.560,21	17.344,004	1,00

Fonte: AUTOR (2019)

Visando apresentar um melhor entendimento dos dados apresentados na Tabela 37, visualiza-se a seguir, a Figura 61, em que é observada a evolução do indicador ambiental no porto de Santos, no primeiro semestre de 2018.

**Figura 61** - Evolução do indicador ambiental no primeiro semestre de 2018, para o porto de Santos



Fonte: AUTOR (2019)

Na Tabela 38, seguindo a mesma lógica das informações anteriores, apresenta-se o indicador ambiental para o segundo semestre de 2018 no porto de Santos.

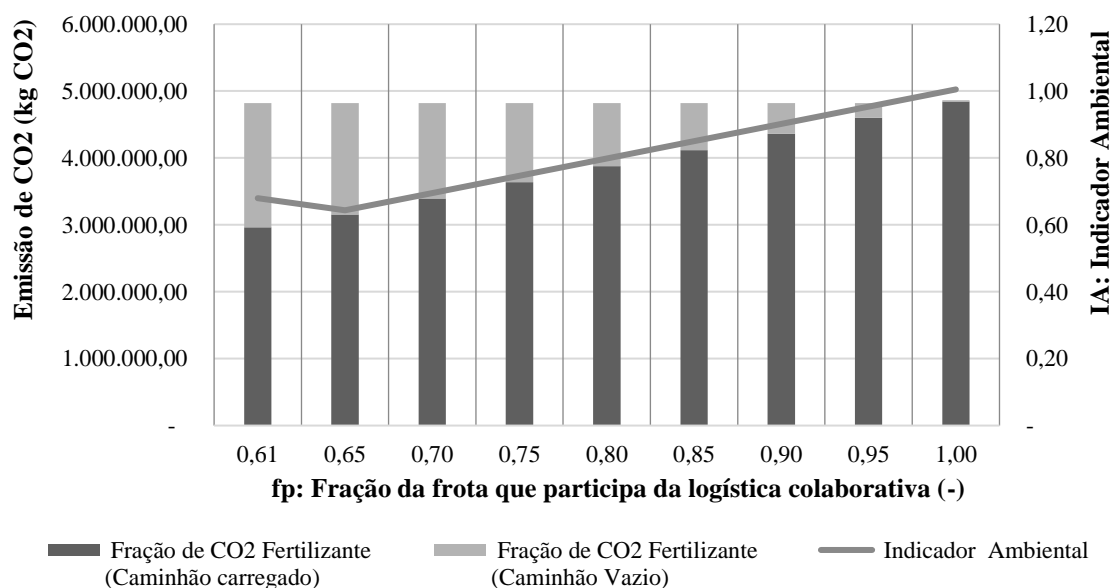
**Tabela 38** - Indicador ambiental para o porto de Santos no segundo semestre de 2018

$f_p$ : Fração da frota que participa da logística colaborativa	Fração de CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> ) - Caminhão carregado	Fração de CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> ) - Caminhão vazio	IA: Indicador Ambiental
0,61	2.962.716,58	1.856.159,786	0,58
0,65	3.155.471,64	1.663.404,732	0,64
0,70	3.396.415,46	1.422.460,913	0,70
0,75	3.637.359,27	1.181.517,095	0,75
0,80	3.878.303,09	940.573,276	0,80
0,85	4.119.246,91	699.629,458	0,85
0,90	4.360.190,73	458.685,640	0,90
0,95	4.601.134,55	217.741,821	0,95
1,00	4.842.078,37	23.201,997	1,00

Fonte: AUTOR (2019)

A partir dos dados apresentados na Tabela 38, tem-se a representação gráfica que pode ser observada na Figura 62, em que é nítida a evolução do indicador de eficiência ambiental para o segundo semestre no porto de Santos.

**Figura 62** - Comportamento do indicador ambiental no segundo semestre de 2018, para o porto de Santos



Fonte: AUTOR (2019)



A partir da análise dos resultados apresentados para o ano de 2018 no porto de Santos, entende-se que a movimentação de caminhões vazios acarreta emissões de CO<sub>2</sub> de maneira que não geram valor para a cadeia da logística. Como detalhado ao longo deste trabalho, um dos principais objetivos da logística colaborativa é a otimização da frota, visando ganhos financeiros e ambientais. Como pode ser observado nos resultados até aqui apresentados, tem-se uma variação de aproximadamente 68% na emissão total de CO<sub>2</sub>.

A Tabela 39 apresenta o indicador ambiental para o ano de 2018 no porto de Paranaguá, durante o ano de 2018.

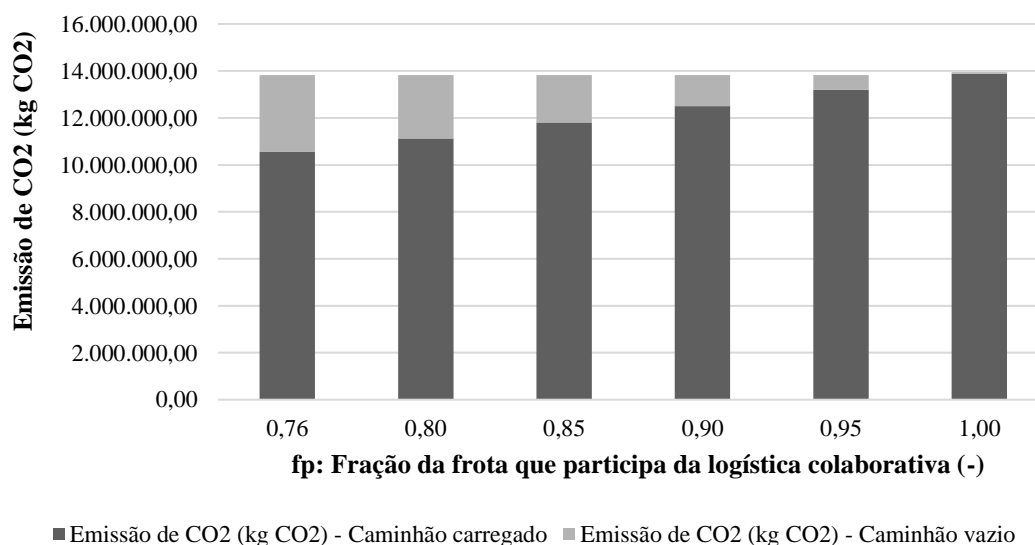
**Tabela 39** - Indicador ambiental para o ano de 2018 no porto de Paranaguá

$f_p$ : Fração da frota que participa da logística colaborativa	Fração de CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> ) - Caminhão carregado	Fração de CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> ) - Caminhão vazio	IA: Indicador Ambiental
0,76	10.565.899,94	3.258.642,04	0,62
0,80	11.118.881,62	2.705.660,36	0,66
0,85	11.810.108,72	2.014.433,26	0,75
0,90	12.501.335,82	1.323.206,16	0,84
0,95	13.192.562,92	631.979,06	0,92
1,00	13.883.790,01	59.248,04	1,00

Fonte: AUTOR (2019)

Na Figura 63, apresenta-se, graficamente, os indicadores ambientais para o porto de Paranaguá, a partir dos dados apresentados na Tabela 39.

**Figura 63** - Apresentação gráfica do indicador ambiental no porto de Paranaguá para o ano de 2018



Fonte: AUTOR (2019)

Com o aumento da fração da frota que participa da logística colaborativa no transporte de fertilizantes, melhorasse o percentual de redução na emissão de CO<sub>2</sub> dos caminhões que rodam vazios. Assim, entende-se que quando não há sinergia entre os fluxos em uma determinada rota que apresenta grande movimentação de cargas (de soja ou fertilizantes), são necessários mais caminhões e, conseqüentemente, maiores são os índices de emissões de CO<sub>2</sub>.

É provável que mais oportunidades de colaboração possam ocorrer se a movimentação física dos produtos for discutida como parte da negociação comercial entre as empresas. Muitos gerentes de compras têm tradicionalmente a opinião de que a responsabilidade pela entrega é melhor deixar com o fornecedor, transferindo a responsabilidade pelo transporte para a empresa vendedora, resultando em uma melhor coordenação das entregas *inbound* e *outbound*.

Visando as análises tal como apresentadas para o porto de Santos, apresenta-se a seguir a Tabela 40, em que é apresentado o indicador ambiental para o porto de Paranaguá durante o primeiro semestre de 2018.

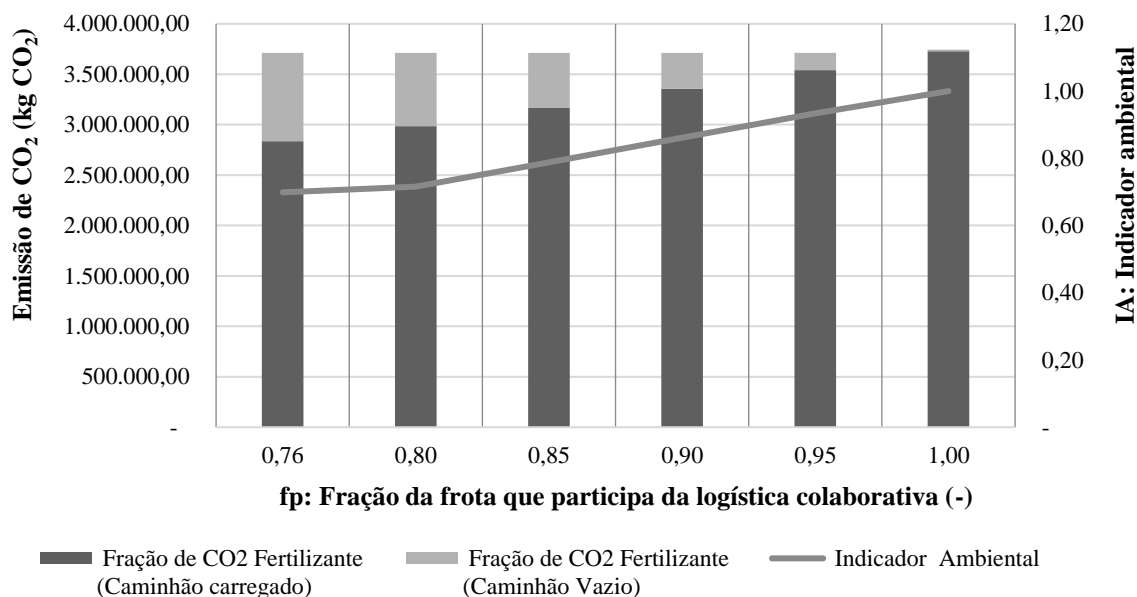
**Tabela 40 -** Indicador ambiental para o porto de Paranaguá no primeiro semestre de 2018

$f_p$ : Fração da frota que participa da logística colaborativa (-)	Fração de CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> ) - Caminhão carregado	Fração de CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> ) - Caminhão vazio	IA: Indicador Ambiental
0,76	2.836.609,37	874.842,142	0,70
0,80	2.985.067,43	726.384,082	0,72
0,85	3.170.640,01	540.811,506	0,79
0,90	3.356.212,58	355.238,931	0,86
0,95	3.541.785,16	169.666,355	0,93
1,00	3.727.357,73	15.906,221	1,00

Fonte: AUTOR (2019)

A partir das informações apresentadas na Tabela 40, apresenta-se a Figura 64, em que é possível observar a evolução do indicador ambiental no porto de Paranaguá, durante o primeiro semestre de 2018.

**Figura 64** - Comportamento do indicador ambiental no primeiro semestre de 2018, para o porto de Paranaguá



Fonte: AUTOR (2019)

Quanto ao segundo semestre do ano de 2018 no porto de Paranaguá, apresenta-se a Tabela 41.

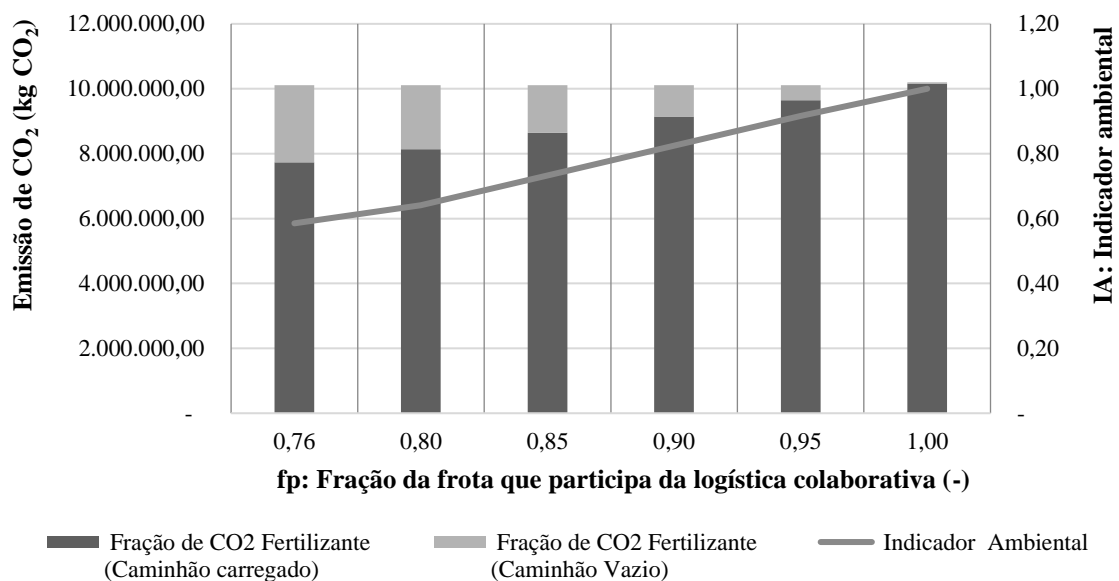
**Tabela 41** - Indicador ambiental para o porto de Paranaguá no segundo semestre de 2018

$f_p$ : Fração da frota que participa da logística colaborativa (-)	Fração de CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> ) - Caminhão carregado	Fração de CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> ) - Caminhão vazio	IA: Indicador Ambiental
0,76	7.729.290,57	2.383.799,895	0,59
0,80	8.133.814,19	1.979.276,277	0,64
0,85	8.639.468,71	1.473.621,753	0,73
0,90	9.145.123,23	967.967,230	0,82
0,95	9.650.777,76	462.312,707	0,92
1,00	10.156.432,28	43.341,816	1,00

Fonte: AUTOR (2019)

Para que seja possível melhor essa visualização dos resultados encontrados, tem-se a Figura 65, em que se observa a evolução do indicador ambiental durante o segundo semestre de 2018.

**Figura 65** - Comportamento do indicador ambiental no segundo semestre de 2018, para o porto de Paranaguá



Fonte: AUTOR (2019)

Ao iniciar a discussão acerca das cargas transportadas, tem-se que uma diferença fundamental entre o transporte de passageiros e o de cargas, é que as pessoas geralmente retornam ao seu ponto de partida, enquanto quase todas as remessas de carga se movem em uma única direção, do ponto de produção ao ponto de consumo. Isso cria um grande desafio logístico, o de encontrar cargas para que esses veículos voltem carregados. A eficiência de qualquer operação de transporte é altamente dependente da utilização da sua capacidade de carga em ambas as direções. Na ausência de cargas de retorno o veículo deve retornar vazio, geralmente às custas da transportadora. Essa corrida vazia não representa apenas um recurso financeiro desperdiçado, mas também um passivo ambiental.

A partir da apresentação gráfica dos resultados, mostrando o indicador de ecoeficiência financeira e ambiental no transporte de cargas, e ao analisar a cadeia de suprimentos de qualquer produto, entende-se que ela relaciona diferentes esforços operacionais de cada um dos participantes, o que resulta em uma maior agilidade nas entregas, redução dos níveis de inventário e redução de custos. Assim, pode-se afirmar que quanto mais eficiente for uma cadeia, maior será o valor percebido pelo cliente final (PRAJOGO; OLHAGER, 2012).

Nesta perspectiva, em que o foco é a utilização da logística colaborativa, aqui entendida como o transporte de cargas como frete de retorno, que por sua vez, no caso da soja e fertilizantes, é notório que o principal destino da soja brasileiros é a exportação, ou seja, tem como destino as zonas portuárias, já os fertilizantes, apresentam aproximadamente 75% da sua

carga proveniente da importação, e são direcionados para a aplicação nas fazendas produtoras (SNA, 2019).

Pode-se utilizar o município de Sorriso (MT) como exemplo, que é o maior exportador de grãos do Brasil e ao mesmo tempo apresenta uma das maiores demandas por fertilizantes do país, sendo que os fluxos destes dois produtos apresentam sentidos contrários, ou seja, os grãos são originados no município e direcionados às zonas portuárias, para posteriormente serem exportados. Já os fertilizantes são originados nas zonas portuárias, advindos de importação, e destinados à aplicação agrícola no município mato-grossense. Dessa forma, a logística colaborativa se configura com um grande potencial de redução de custos, otimizando a utilização de combustíveis na operação e consequentemente reduzindo a emissão de gases poluentes.

É inegável que a logística interna de soja ainda depende de forma considerável do modal rodoviário de transporte, o qual, apresenta custo de transporte, consumo de combustíveis e emissão de poluentes superiores aos outros modais de transporte (hidroviário e ferroviário). Isto posto, a logística colaborativa, pelo melhor gerenciamento da oferta de fretes de retorno, pode ser uma alternativa viável para a redução de custos e consumo de combustíveis.

Por fim, entende-se também que o fator sazonalidade impacta diretamente no indicador relacionado à eficiência ambiental. A redução encontrada no porto de Santos é considerada razoável, dado que a carga de soja teve uma redução de mais de 69%, com menor carga menor é quantidade de caminhões necessários para realizar o transporte e consequentemente menor é emissão de GEE.

### 5.3.2 Ecoeficiência por rota

Após a apresentação dos indicadores de ecoeficiência sob uma perspectiva geral, entende-se que também é preciso a apresentação desses resultados por rota estudada nesta pesquisa. Assim, a proposição de ecoeficiência por rota tem como propósito estimar os ganhos financeiros e ambientais em cada uma das principais rotas exportadoras de soja e importadoras de fertilizantes até os portos de Santos e Paranaguá sob a proposta de logística colaborativa.

### 5.3.2.1 Eficiência Financeira por Rota

Como já apresentado, as informações de carga por rota de exportação não são precisas. Para os cálculos realizados nesta pesquisa, estimou-se a carga em cada uma das rotas a partir das cargas de exportações municipais e estaduais.

De acordo com as informações do MDIC (2019), tem-se que o estado do Mato Grosso exportou 25.740.516 toneladas de soja, ou seja, equivalente a 2.145.043 de toneladas mensais. A partir da estimativa de carga exportada, apresenta-se a Tabela 42, em que se tem a carga por exportada de soja por município e porto estudados nesta pesquisa.

**Tabela 42 - Carga de soja por município e porto no ano de 2018**

<b>Municípios</b>	<b>Total anual (t)</b>	<b>Média mensal (t)</b>	<b>Santos (t)</b>	<b>Paranaguá (t)</b>
Campo Novo do Parecis	663.176	55.265	16.175	6.926
Campo Verde	88.629	7.386	2.162	926
Canarana	257.882	21.490	6.290	2.693
Diamantino	328.995	27.416	8.024	3.436
Rondonópolis	2.667.215	222.268	65.053	27.854
Sorriso	1.443.771	120.314	35.213	15.077

**Fonte:** MDIC (2019)

A partir da análise dessas informações, bem como os dados referentes ao frete cobrado por rota, é possível o cálculo da eficiência na operação de soja por rota. Os resultados podem ser observados na Tabela 43, em que se apresenta a eficiência financeira no transporte de fertilizante, por rota, no porto de Santos em um comparativo entre os cenários base e ideal.

**Tabela 43 – Indicador Financeiro por rota no Porto de Santos no ano de 2018**

<b>Destino - MT</b>	<b>Carga (t)</b>		<b>Valor médio do frete de fertilizante (R\$)</b>	<b>IF: Indicador Financeiro</b>	
	<b>Cenário base</b>	<b>Cenário Ideal</b>		<b>Cenário Base</b>	<b>Cenário Ideal</b>
Campo Novo do Parecis	16.509.960	26.982.844	214,13	0,68	1,00
Campo Verde	1.907.750	3.117.908	168,49	0,85	1,00
Canarana	11.197.967	18.301.256	263,86	0,78	1,00
Diamantino	14.007.525	22.893.022	287,14	0,79	1,00
Rondonópolis	492.085.346	804.233.461	165,32	0,51	1,00
Sorriso	229.839.940	375.635.999	315,08	0,51	1,00

**Fonte:** AUTOR (2019)

Na Tabela 44 tem-se a mesma análise para o porto de Paranaguá. Ressalta-se que, para todos os casos apresentados, quanto melhor o índice de eficiência, mais próximo a 1,0 será o indicador.

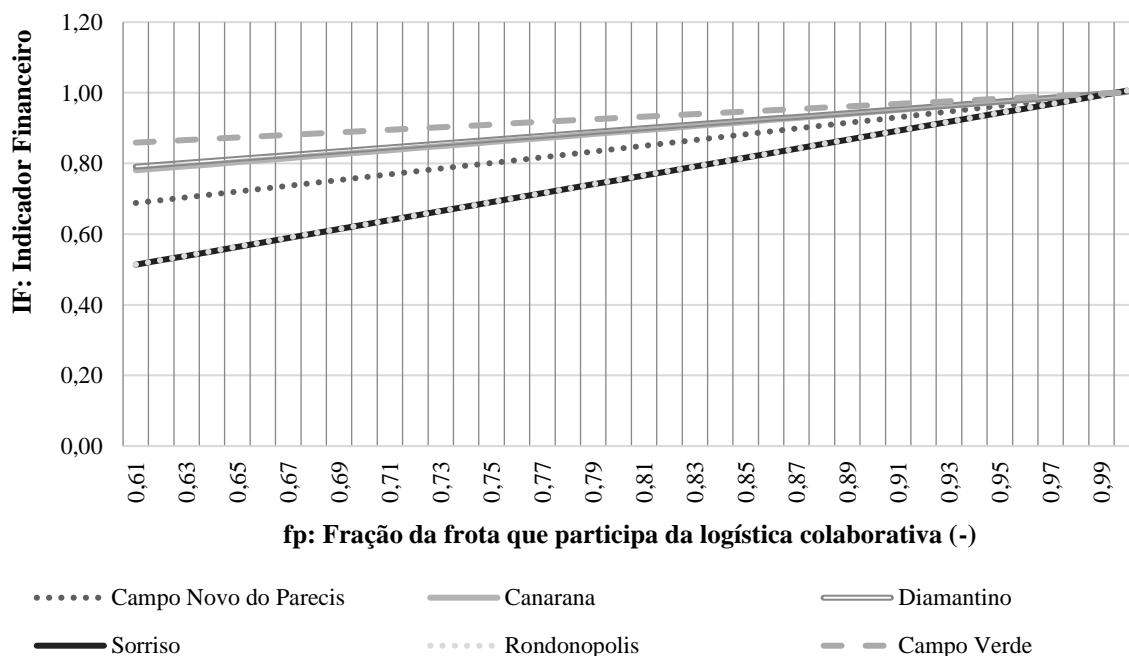
**Tabela 44** – Indicador Financeiro por rota no Porto de Paranaguá no ano de 2018

Destino – MT	Carga (t)		Valor médio do frete de fertilizante (R\$)	IF: Indicador Financeiro	
	Cenário base	Cenário Ideal		Cenário Base	Cenário Ideal
Campo Novo do Parecis	11.465.959	18.739.245	223,00	0,44	1,00
Campo Verde	2.050.054	3.350.480	191,38	0,38	1,00
Canarana	7.776.847	14.340.602	247,58	0,38	1,00
Diamantino	10.689.607	17.470.424	286,81	0,38	1,00
Rondonópolis	528.791.131	864.223.095	229,45	0,25	1,00
Sorriso	188.137.106	307.479.499	315,49	0,26	1,00

Fonte: AUTOR (2019)

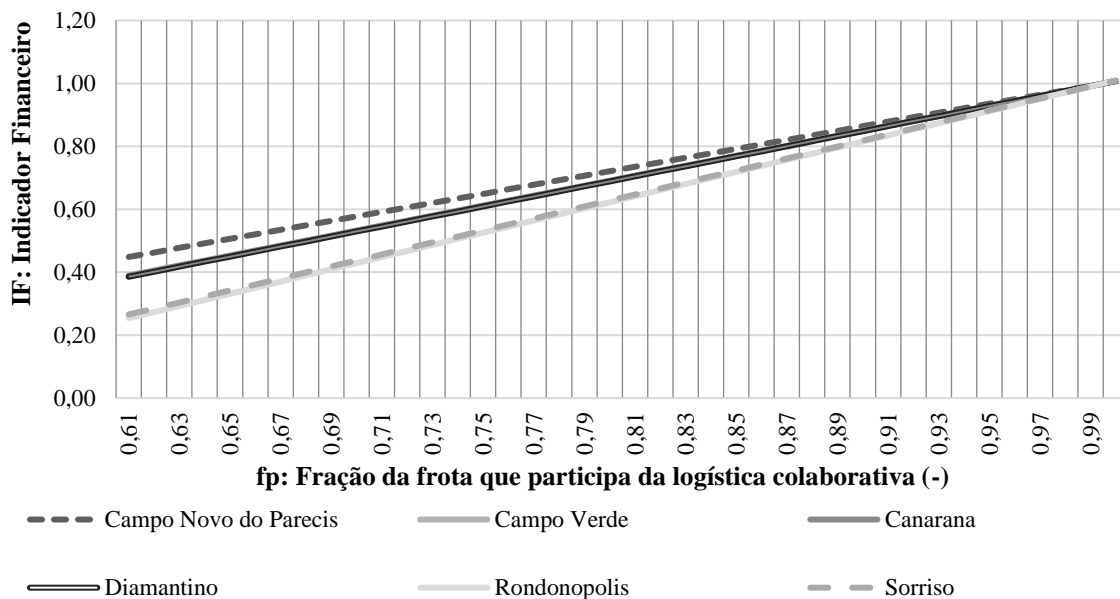
Como outro exemplo de indicador, tem-se as Figuras 66 e 67, em que se apresentam os comparativos da eficiência financeira das rotas analisadas para cada um dos portos estudados.

**Figura 66** – Indicador Financeiro das rotas analisadas no Porto de Santos no ano de 2018



Fonte: AUTOR (2019)

**Figura 67** – Indicador Financeiro das rotas analisadas no Porto de Paranaguá no ano de 2018



Fonte: AUTOR (2019)

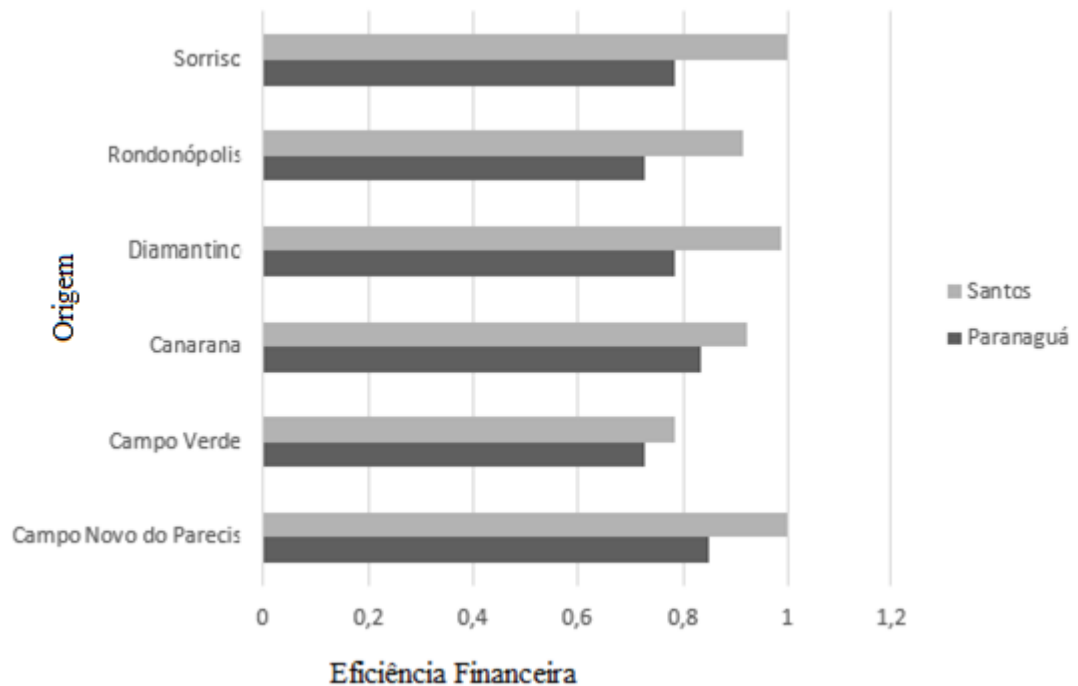
Observa-se, a partir da análise gráfica, que os comparativos entre os portos, considerando a mesma origem diferem, mostrando assim a importância de se apresentar diferentes indicadores, a partir de diferentes aspectos, tal como apresentado pelo WBSCD (2006). Evidencia-se, portanto, a relevância da utilização da logística colaborativa, uma vez que se preocupa com a produtividade dos ativos envolvidos no transporte, visto que a preocupação com os custos de transporte é pertinente, afinal, os investimentos em diversificação da matriz brasileira de transporte ocorrem de forma gradual e a longo prazo, como é o caso do modal ferroviário e hidroviário.

A movimentação de caminhões vazios, como indicador de baixa utilização de veículos, pode ser resultado de um desequilíbrio no fluxo de material entre dois nós na rede de transporte. Viagens vazias resultam em ineficiências tanto econômica quanto ambientais (MCKINNON; BROWNE; WHITEING, 2012).

Outro exemplo de indicador, partindo ainda da perspectiva da eficiência financeira, apresenta-se a Figura 68, em que é mostrada a soma da eficiência financeira por porto. Neste caso, quanto mais próximo de 1, mais eficiente é a rota. Neste caso, tem-se a rota Sorriso – Santos e Campo Novo do Parecis – Santos como sendo as rotas mais eficientes financeiramente (levando em consideração o transporte de soja e o retorno de fertilizantes).



**Figura 68** – Indicador Financeiro por Origem e Destino no ano de 2018



Fonte: AUTOR (2019)

Existem várias razões pelas quais é importante medir a ecoeficiência do negócio. Tais razões podem ser rastrear e documentar o desempenho, identificando redução de custos e benefícios, monitorando e priorizando oportunidades de melhorias. Além disso, ela pode atuar como um instrumento de gerenciamento para mesclar informações de gerenciamento financeiro e ambiental, dando aos gestores percepções sobre como aprimorar o desempenho dos negócios, podendo ser usado como um instrumento para análise de sustentabilidade, expressando os *trade-offs* entre a economia gerada e os resultados ambientais do negócio.

Outra perspectiva de análise é a criação de indicadores mensais. Para que seja possível uma análise mensal do indicador, é necessário possuir essas variáveis mês a mês, fazendo com que os dados coletados tragam a carga anual de cada rota, e assim, possibilitando estimar a carga mensal pela técnica da sazonalidade.

Exemplificado essa técnica, tem-se como objetivo calcular a carga de soja e fertilizante mês e mês. Para tanto, calcula-se a estimativa da carga para a rota Campo Novo do Parecis (MT) até Santos, apresentando os valores de carga e taxa de exportação. Os dados são apresentados na Tabela 45.

**Tabela 45 - Carga e Taxa de Exportação para a rota Campo Novo do Parecis x Santos e Paranaguá no ano de 2018**

<b>Origem</b>	<b>CTS: Carga total de soja (t)</b>	<b>CTF: Carga total de fertilizante (t)</b>
Campo Novo do Parecis/MT	663.176 t	45.503 t
Santos	89,6%	38,1%
Paranaguá	10,4%	61,9%

**Fonte:** AUTOR (2019)

A Tabela 45 apresenta o resultado consolidado de toda a operação de soja no ano de 2018, para os dois portos estudados nesta pesquisa. Observa-se que 89,6% de toda a soja exportada pela cidade foram direcionadas para o porto de Santos.

No que diz respeito ao cálculo da carga mensal, utiliza-se os resultados consolidados do mês de março (por exemplo), que estão apresentados na Tabela 46.

**Tabela 46 - Carga de soja e fertilizantes dos portos de Santos e Paranaguá (março/2018)**

<b>Porto</b>	<b>Mês</b>	<b>CTS: Carga total de soja (t)</b>	<b>CTF: Carga total de fertilizante (t)</b>
Santos	Março	1.715.578	29.589
Paranaguá	Março	167.235	11.537
<b>Total</b>		<b>1.882.813</b>	<b>41.126</b>
<b>Percentual por porto (%)</b>		<b>18,80</b>	<b>12,30</b>

**Fonte:** AUTOR (2019)

A partir dos dados da Tabela 46, observa-se que o mês de março representa 18,8% da carga de soja e 12,3% da carga de fertilizantes exportados pelos portos de Santos e Paranaguá. Aplicando esses percentuais ao município utilizado neste exemplo, tem-se os dados da Tabela 47.

**Tabela 47 - Carga de soja e fertilizante nas rotas Campo Novo do Parecis x Santos e Paranaguá (março/2018)**

	<b>CTS: Carga total de soja (t)</b>	<b>CTF: Carga total de fertilizante (t)</b>
Campo Novo do Parecis – MT	663.176	45.503
Santos	594.136	40.766
Março	111.958	5.017
Paranaguá	69.039	4.737
Março	13.010	583

**Fonte:** AUTOR (2019)

Com a utilização desse método, pode-se calcular o indicador financeiro para o ano de 2018, apresentados na Tabela 48, levando em consideração como origem o município de Campo Novo do Parecis (MT) e como destino Santos (para todos os meses). O custo total de

transporte para o fertilizante foi de, inicialmente, R\$ 1.171.318.401,16, sendo que o índice de colaboração identificado no cenário base foi de 68%, chegando a R\$ 17.893.230,57 quando o índice de colaboração atinge 100%.

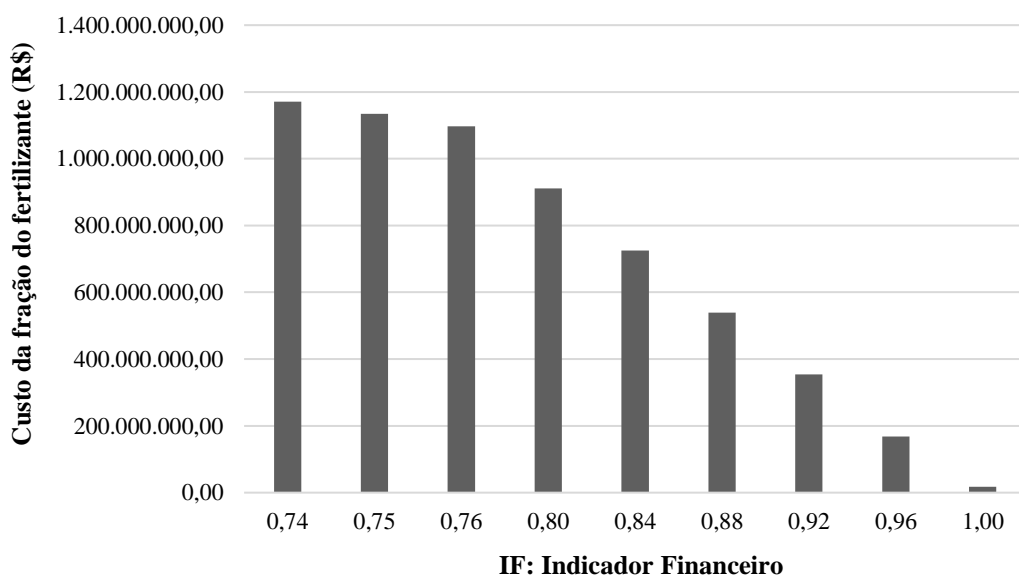
**Tabela 48** - Indicador Financeiro para a rota Campo Novo do Parecis – Santos no ano de 2018

$f_p$ : Fração da frota que participa da logística colaborativa (-)	Carga de fertilizante (t)	Custo da fração do fertilizante (R\$)	IF: Indicador Financeiro
0,68	2.544.967,94	1.171.318.401,16	0,74
0,69	2.582.130,81	1.134.155.537,67	0,75
0,70	2.619.293,67	1.096.992.674,18	0,76
0,75	2.805.107,99	911.178.356,72	0,80
0,80	2.990.922,31	725.364.039,26	0,84
0,85	3.176.736,62	539.549.721,80	0,88
0,90	3.362.550,94	353.735.404,34	0,92
0,95	3.548.365,26	167.921.086,88	0,96
1,00	3.734.179,58	17.893.230,57	1,00

Fonte: AUTOR (2019)

A apresentação dos dados da Tabela 48 pode ser visualizada graficamente na Figura 69.

**Figura 69** – Indicador Financeiro para a rota Campo Novo do Parecis – Santos no ano de 2018



Fonte: AUTOR (2019)

A Figura 69 apresenta o comportamento do indicador financeiro com o incremento da frota participante da logística colaborativa no ano de 2018, partindo de 0,68 da fração da frota indo até a totalidade da frota participando da colaboração.

### 5.3.2.2 Eficiência Ambiental por Rota

Para a análise da eficiência ambiental por rota, parte-se da análise dos dados dos trechos estudados, levando também em consideração que, quanto melhor o índice de eficiência, mais próximo a 1,0 será o indicador. Inicia-se a apresentação dos dados com a Tabela 49, em que se tem a eficiência ambiental por rota até o porto de Santos.

**Tabela 49** - Indicador ambiental por rota no Porto de Santos no ano de 2018

Destino – MT	CTF: Carga total de fertilizante (t)		CO <sub>2</sub> produzido (kg CO <sub>2</sub> )		IA: Indicador Ambiental	
	Cenário Base	Cenário Ideal	Canhões Carregados	Caminhões Descarregados	Cenário Base	Cenário Ideal
	Campo Novo do Parecis	14.008	22.278	1.679.520	1.032.594	0,82
Campo Verde	2.504	4.074	146.598	91.845	0,78	1,00
Canarana	9.501	15.453	590.876	370.188	0,73	1,00
Diamantino	7.198	11.800	725.507	454.535	0,75	1,00
Rondonópolis	64.600	105.072	34.268.600	21.469.485	0,40	1,00
Sorriso	22.984	37.383	17.069.260	10.693.994	0,46	1,00

Fonte: AUTOR (2019)

Como pode-se observar, o trecho que apresenta melhor eficiência ambiental é o de Campo Novo do Parecis – Santos, sendo o indicador de 0,82. O trecho menos eficiente é o de Sorriso – Santos, com um indicador abaixo de 0,50. No trecho de Sorriso é necessário que haja um aumento de 60% na carga de fertilizante para que ela possa chegar no nível de colaboração previsto no cenário ideal.

Na Tabela 50 apresentam-se os dados referente ao porto de Paranaguá.

**Tabela 50** - Indicador ambiental por rota no Porto de Paranaguá no ano de 2018

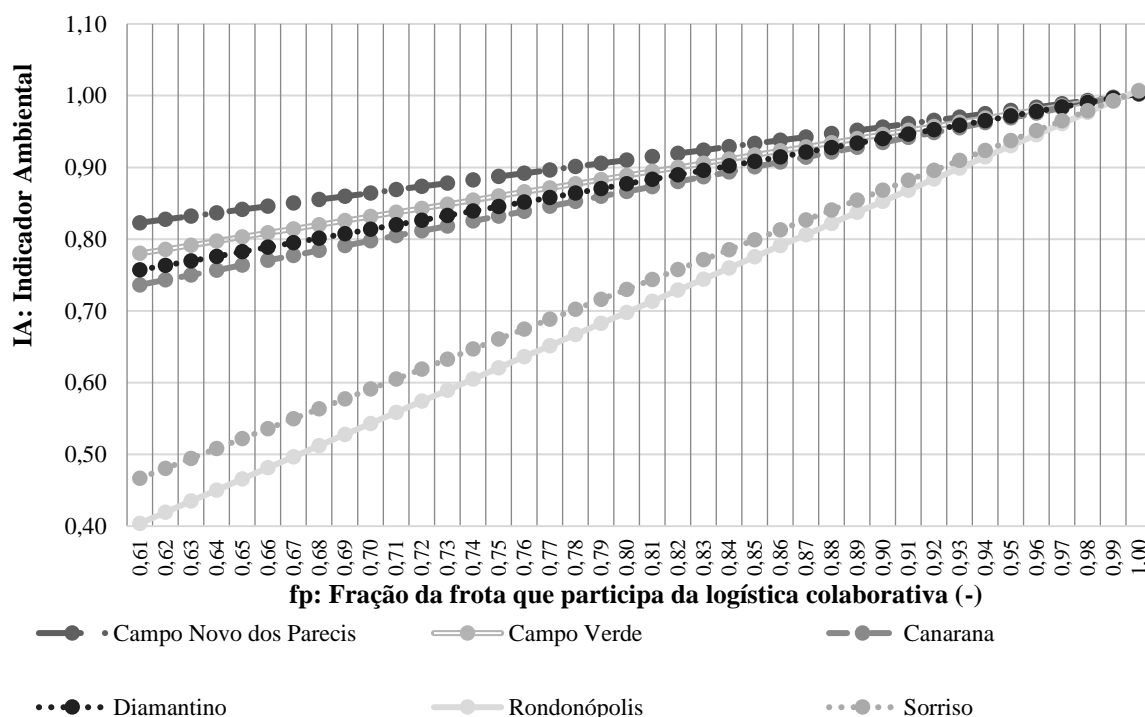
Destino MT	CTF: Carga total de fertilizante (t)		CO <sub>2</sub> produzido (kg CO <sub>2</sub> )		IA: Indicador Ambiental	
	Cenário Base	Cenário Ideal	Canhões carregados	Caminhões vazios	Cenário Base	Cenário Ideal
Campo Novo do Parecis	21.392	28.148	13.928.653	8.726.385	0,41	1,00
Campo Verde	3.824	5.032	1.958.337	1.226.910	0,37	1,00
Canarana	14.509	19.091	8.094.518	5.071.264	0,34	1,00
Diamantino	16.370	21.540	9.690.178	6.070.955	0,35	1,00
Rondonópolis	98.659	129.814	467.175.661	292.688.366	0,24	1,00
Sorriso	35.101	46.186	232.263.089	143.185.307	0,25	1,00

Fonte: AUTOR (2019)

Assim como apresentado no porto de Santos, o trecho que apresenta melhor eficiência ambiental é o de Campo Novo do Parecis – Paranaguá, com indicador de 0,41 e o com a menor eficiência Rondonópolis – Paranaguá com 0,24. Assim, dentre as rotas analisadas, Campos Novo do Parecis é a que apresenta melhores índices de emissão de CO<sub>2</sub>.

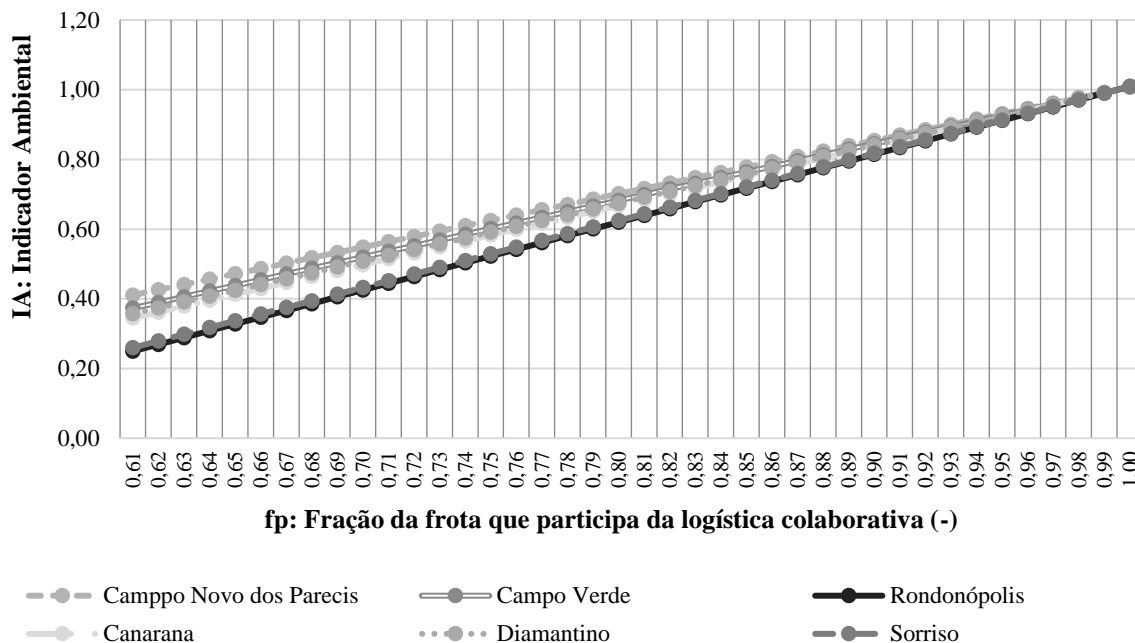
Visando essa compreensão, apresenta-se a visualização gráfica desses indicadores, com a Figura 70 e 71, em que são vistos os indicadores ambientais para os portos de Santos e Paranaguá, respectivamente.

**Figura 70** – Indicador ambiental das rotas analisadas no Porto de Santos no ano de 2018



Fonte: AUTOR (2019)

**Figura 71** – Indicador Ambiental das rotas analisadas no Porto de Paranaguá no ano de 2018



Fonte: AUTOR (2019)

A partir da apresentação destes resultados, percebe-se que questões comerciais, econômicas, ambientais, possibilidade de redução de custos e aumento da concorrência são fatores que levam as empresas a investir na logística colaborativa, pois a mesma tem sua atuação dentro do processo organizacional e estratégico da empresa, com perspectiva de obter respostas aos seus planos, e expectativa de benefícios operacionais e ambientais.

A partir dos dados já apresentados anteriormente, e ainda utilizando o mesmo trajeto de exemplo (Campo Novo do Parecis – Santos), tem-se as informações que estão apresentadas na Tabela 51.

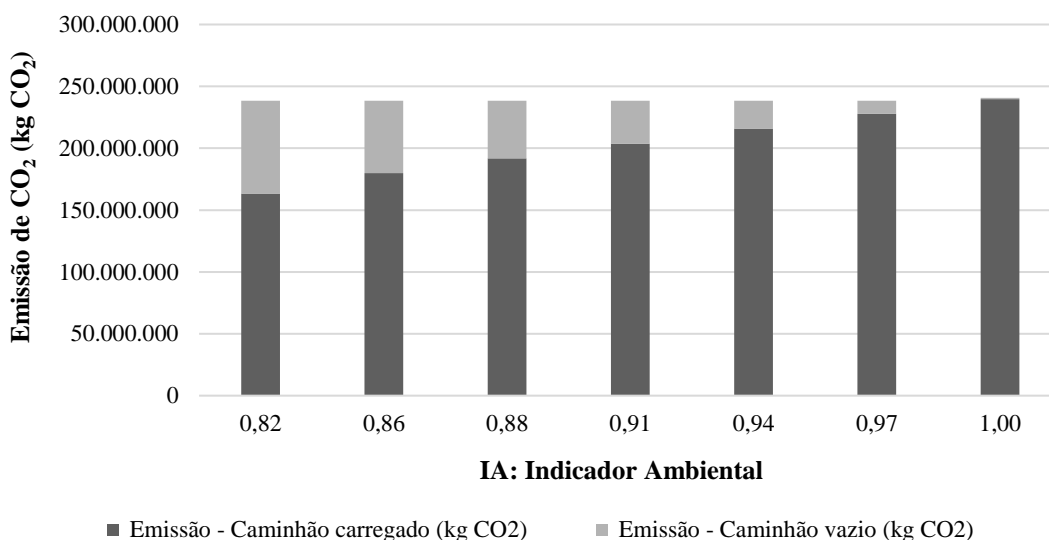
**Tabela 51** - Indicador ambiental para a rota Campo Novo do Parecis – Santos no ano de 2018

$f_p$ : Fração da frota que participa da logística colaborativa (-)	Emissão - Caminhão carregado (kg CO <sub>2</sub> )	Emissão - Caminhão vazio (kg CO <sub>2</sub> )	IA: Indicador Ambiental
0,68	163.289.508	75.153.797	0,82
0,75	179.980.539	58.462.766	0,86
0,80	191.902.704	46.540.601	0,88
0,85	203.824.869	34.618.435	0,91
0,90	215.747.035	22.696.270	0,94
0,95	227.669.200	10.774.105	0,97
1,00	239.591.365	1.148.060	1,00

Fonte: AUTOR (2019)

A apresentação dos dados da Tabela 51 podem ser visualizados graficamente na Figura 72. Ressalta-se que, como já mencionado, devido à greve dos caminhoneiros no primeiro semestre de 2018, o transporte de insumos agrícolas foi drasticamente impactado.

**Figura 72 -** Indicador ambiental para a rota Campo Novo do Parecis – Santos no ano de 2018



Fonte: AUTOR (2019)

A seguir tem-se a análise do comportamento das emissões para a rota Campo Novo do Parecis – Paranaguá. Na Tabela 52 pode-se observar um comportamento similar ao apresentado na rota para Santos, onde a emissão de CO<sub>2</sub> dos caminhões vazios reduz conforme aumenta-se a fração da frota que participa da logística colaborativa. Entre o cenário base (0,64) e o cenário ideal (1,00) há uma redução de 793.765.410,37 kg CO<sub>2</sub>.

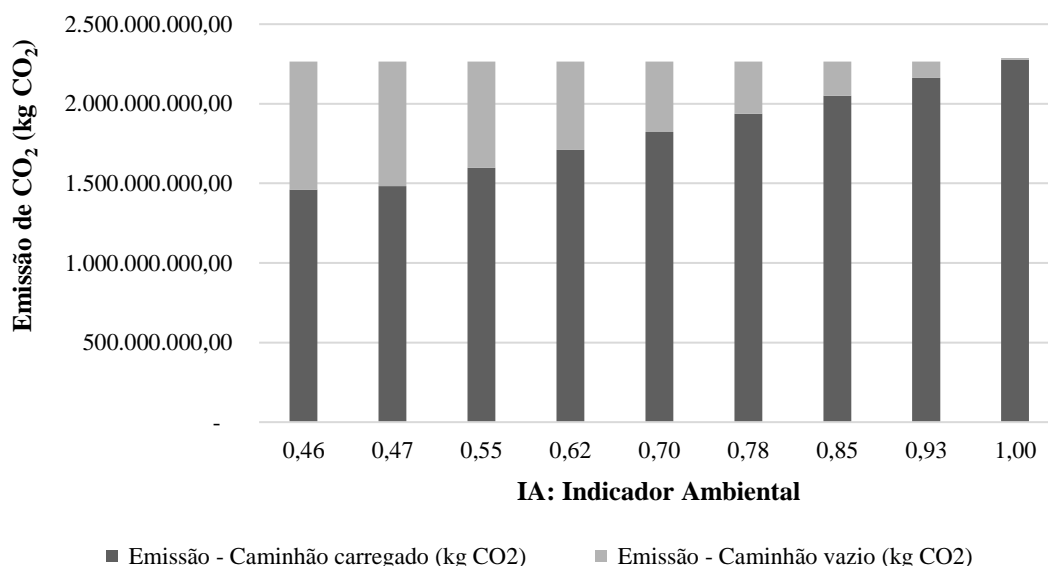
**Tabela 52 -** Indicador ambiental para a rota Campo Novo do Parecis – Paranaguá no ano de 2018

fp: Fração da frota que participa da logística colaborativa (-)	Emissão - Caminhão carregado (kg CO <sub>2</sub> )	Emissão - Caminhão vazio (kg CO <sub>2</sub> )	IA: Indicador Ambiental
0,64	1.460.830.422,26	804.673.391,70	0,46
0,65	1.483.485.460,40	782.018.353,56	0,47
0,70	1.596.760.651,10	668.743.162,86	0,55
0,75	1.710.035.841,80	555.467.972,16	0,62
0,80	1.823.311.032,50	442.192.781,47	0,70
0,85	1.936.586.223,20	328.917.590,77	0,78
0,90	2.049.861.413,89	215.642.400,07	0,85
0,95	2.163.136.604,59	102.367.209,37	0,93
1,00	2.276.411.795,29	10.907.981,33	1,00

Fonte: Autor (2019)

O comportamento das emissões apresentadas na Tabela 52 pode ser visualizado graficamente na Figura 73.

**Figura 73 - Indicador Ambiental para a rota Campo Novo do Parecis – Paranaguá no ano de 2018**



Fonte: Autor (2019)

Considerando todos os resultados apresentados, entende-se que ao aproveitar a economia de escala, as práticas de logística colaborativa contribuem para aumentar a eficiência e a competitividade das empresas. Assim, a redução de custos, a melhoria da qualidade do serviço e a mitigação das emissões de CO<sub>2</sub> são os principais benefícios da colaboração no transporte rodoviário de cargas.

Visando facilitar a visualização de toda a contribuição que a logística colaborativa pode proporcionar tanto no aspecto econômico quanto ambiental, apresenta-se a Tabela 53, em que para os custos financeiros no porto de Santos, tem-se um percentual de redução de 38,81% e para o porto de Paranaguá, 23,90%.

**Tabela 53 – Contribuições gerais da aplicação da logística colaborativa**

Aspectos	Santos		Paranaguá	
	Cenário Base	Cenário Ideal	Cenário Base	Cenário Ideal
<b>Custo de Transporte (R\$)</b>	37.864.797,09	23.168.287,20	49.402.718,67	37.596.663,57
<b>Emissão de CO<sub>2</sub> (kg CO<sub>2</sub>/t)</b>	94,85	65,37	82,25	67,87

Fonte: AUTOR (2019)



O destaque importante do presente estudo são os fatores que limitam a utilização da logística colaborativa: sazonalidade, valor do frete e comunicação.

Dessa forma, apresentam-se como sugestões para que a prática da logística colaborativa contribua para tornar o setor de transporte de soja e fertilizantes mais sustentável:

- a. Investimento em infraestrutura de armazenagem, tanto para o produto (soja), quanto para o insumo fertilizantes, desta forma pode-se reduzir ou minimizar os efeitos da sazonalidade de importação e exportação, tornando os fluxos cadenciados ao longo do ano;
- b. Maior equilíbrio entre frete de ida e frete de retorno, tornando assim mais viável a aceitação, por parte do transportador, frente a logística colaborativa;
- c. Criar um sistema de informação de fácil e rápido acesso para que o transportador assim que carregue os grãos no interior do país, já possa agendar a carga de retorno no porto de destino; e
- d. Adequação das infraestruturas de recebimento, para que os veículos graneleiros convencionais possam descarregar com facilidade nas fabricas de fertilizantes.

No que diz respeito às questões ambientais relacionadas à logística, para as organizações, entende-se que hoje, este é um fator de destaque, principalmente quando trata-se da busca por melhorias e cuidados relacionados ao meio ambiente.

A gestão sustentável na logística requer certo nível de compreensão para ajudar as empresas a sobreviverem, competirem e crescerem em ambientes altamente competitivos e em constante evolução. Mais importante, a logística verde exige uma compreensão das interações entre os resultados empresariais e considerações ambientais. 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.

Ao comparar os resultados encontrados neste trabalho com pesquisas que se assemelham à esta temática, identificou-se, como já apontado no capítulo de Revisão da Literatura, que nas últimas décadas a sustentabilidade no transporte de cargas tornou-se uma grande preocupação no campo da logística (ZHU *et al.*, 2018). Entende-se que, de um lado, o transporte de mercadorias é uma alavanca para o crescimento econômico, mas por outro, isso contribui de maneira significativa para os problemas de emissões de GEE, acidentes e congestionamentos (GOLDSBY *et al.*, 2014). Assim, observa-se que a organização mais eficaz

e eficiente do transporte de cargas torna-se crucial para o sucesso da logística, bem como para lidar com os desafios atuais da sustentabilidade.

A partir da perspectiva já apresentada sobre os benefícios da aplicação da logística colaborativa em termos financeiros e ambientais, Goldsby *et al.* (2014) apontam que a colaboração entre agentes da logística vem sendo reconhecida como uma das abordagens mais eficazes para a melhora dos preços relacionados ao frete, bem como para a eficiência sustentável do negócio.

## 6 CONCLUSÕES

O presente estudo teve como proposta investigar a utilização da logística colaborativa entre as operações de soja e de fertilizantes nos principais corredores logísticos do estado de Mato Grosso para os portos de Santos e Paranaguá, visando identificar, analisar e propor um indicador de ecoeficiência que busque reduzir os impactos financeiros e ambientais dessa prática, sendo que, no levantamento realizado para esta tese, não foram encontradas produções científicas que consideraram o custo de transporte e a emissão de CO<sub>2</sub> sob a ótica do agronegócio.

Assim, numa perspectiva de análise por amostragem, os resultados encontrados refletem-se no setor de agronegócios e possibilitam discussões acerca dos elementos relacionados aos custos de transporte e aos benefícios ambientais relativos à logística colaborativa, contribuindo assim para a maior utilização dessa prática no agronegócio brasileiro e para as pesquisas voltadas para esta temática.

Para que as hipóteses desta pesquisa fossem verificadas, 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 motoristas atuantes nos portos de Santos e Paranaguá, identificando desta maneira a incidência de caminhões que voltam carregados das zonas portuárias com fertilizantes. Neste contexto, foi analisado o efeito ambiental sob a logística colaborativa e discutiu-se o custo de transporte e a redução das emissões de CO<sub>2</sub> nos dois cenários estudados.

Importante frisar que a dinâmica do transporte de soja e fertilizantes entre as rotas estudadas neste trabalho caracterizam-se pela grande diferença entre a carga de soja escoada em direção aos portos e a carga de fertilizantes trazida para o estado do Mato Grosso. Neste sentido, visando estudar a contribuição da logística colaborativa nos indicadores aqui apresentados, é necessário optar por ponderar a porção de fertilizantes por uma constante, para que seja possível diminuir a desproporção apresentada pela carga. Entende-se que este ponderador consiste na razão entre a carga de soja e fertilizante, permitindo assim avaliar adequadamente a influência da logística colaborativa nos modelos aqui apresentados.

Assim, as principais conclusões desse trabalho foram:

- Com a aplicação do questionário pode-se identificar que em cerca de 61,5% das viagens de volta realizadas pelos motoristas entrevistados no porto de Santos, o fertilizante era a carga transportada. No porto de Paranaguá, este índice foi de 76,4%. O potencial impacto referente aos custos de transporte rodoviário de fertilizantes seria em torno de R\$ 14.696.509,89 no porto de Santos e R\$ 11.806.055,10 em Paranaguá, totalizando R\$ 26.502.564,99. No cenário ideal, obteve-se uma redução durante o ano de 2018 na

emissão de CO<sub>2</sub> na ordem de 28,19 kg CO<sub>2</sub> por tonelada transportada no porto de Santos, sendo que a redução obtida em Paranaguá foi de 14,38 kg CO<sub>2</sub> por tonelada.

- Com a aplicação da logística colaborativa gerou-se uma redução na ordem 379.842,89 quilômetros rodados com os caminhões vazios, sendo 227.705,18 quilômetros para o porto de Santos e 152.137,71 quilômetros para Paranaguá, que conseqüentemente contribui para a redução da poluição ambiental, bem como a diminuição de congestionamentos. Dessa forma, é destaque a maior representatividade do porto de Paranaguá no que se refere ao consumo de combustível, ocorrendo a redução de 631.608 litros em comparação ao cenário ideal. Tal fato é decorrente do maior equilíbrio entre as cargas de soja e fertilizantes que transita pelo porto paranaense. No porto de Santos, por haver uma discrepância grande entre as cargas de soja e fertilizantes, o potencial de redução de consumo está estimado em 974.676 litros mensais de óleo diesel.
- A partir do estudo realizado, identificou-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.
- O primeiro semestre do ano destaca-se como sendo o mais eficiente em ambos os portos. Isso ocorre devido ao maior equilíbrio da movimentação de cargas de soja e fertilizantes no período, o que proporciona o cenário ideal para aplicação da logística colaborativa. Para cada tonelada em que se utiliza a logística colaborativa no transporte de retorno de fertilizantes, melhora-se o percentual de redução na emissão de CO<sub>2</sub> e no Custo de Transporte. Observa-se que a rota estudada com maior eficiência ambiental foi Campo Novo do Parecis - Santos que apresentou um indicador financeiro inicial de 0,82. Por outro lado, a rota menos eficiente foi Rondonópolis - Paranaguá, com um indicador inicial de 0,24. A rota Campo Verde - Santos foi a mais eficiente na análise financeira com um indicador de 0,85, e a rota Rondonópolis - Paranaguá foi a menos eficiente apresentando um indicador de 0,25.

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.

Notou-se, ao longo da revisão da literatura realizada que, apesar de ser um assunto amplamente discutido de maneira desintegrada (transporte de cargas, logística colaborativa e ecoeficiência), ainda são escassos os trabalhos nesta área, em especial, estudos recentes que se preocupem com a utilização da logística colaborativa e os possíveis impactos financeiros e, principalmente, ambientais. Sugere-se, assim, a ampliação de investigações neste contexto, principalmente estudos aplicados à realidade brasileira.

Este estudo focou no transporte apenas de soja e fertilizantes. Sabe-se que outros produtos podem ser transportados a partir da proposição da logística colaborativa. Neste sentido, entende-se a necessidade de se dedicar também aos estudos desses outros produtos. Além de não ter sido possível a verificação dos impactos da utilização da logística colaborativa em outras rotas/produtos.

Este trabalho, em conjunto com outras investigações, possibilita sistematizar a produção sobre a temática aqui proposta, bem como oferecer estratégias de investigação, em que a logística colaborativa pode ser aplicada a diferentes contextos, com o foco não apenas nas questões financeiras, mas também preocupando-se com o que se refere ao meio ambiente e sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS

AAPA. American Association of Port Authorities. **Searports Media**. Disponível em: <https://www.aapaseaports.com/>. Acesso em: 30 abr. 2019.

AASHTO - American Association of State Highway and Transportation Officials. **Primer on Transportation and Climate Change**. Climate Change, VMT, and the Economy: The AASHTO Perspective, 2008. Disponível em: [http://climatechange.transportation.org/pdf/primer\\_on\\_transportation\\_climate\\_change\\_2008.pdf](http://climatechange.transportation.org/pdf/primer_on_transportation_climate_change_2008.pdf). Acesso em: 16 jul. 2019.

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.

ABREU, M. C. S.; ALBUQUERQUE, A. M.; FREITAS, A. R. P. Uso do Greenhouse Gas Protocol para mensurar emissões de gases do efeito estufa e desenvolver projetos de mitigação. **Pretexto**, Belo Horizonte, v. 16, n. 2, p. 11-30, abr./jun. 2015.

AHMAD, S.; ULLAH, A. Driving forces of collaboration in supply chain: a review. **Journal of Contemporary Research in Business**. Durham, US, v. 5, n. 7, p. 40-42, 2013.

ALMEIDA, A. M. D. P.; VIEIRA, J. G. V. Logística colaborativa: um estudo com fornecedores de supermercados de pequeno e médio porte. **Revista Gestão Industrial**. v. 9, n. 3, 2013.

AMBRIZZI, T. Variabilidade e mudança no clima: passado, presente e futuro. In: CORTESE, T. T. P.; NATALINI, G. (Org.). **Mudanças climáticas: do global ao local**. Barueri, SP: Manole, 2014.

AMER, L. E.; ELTAWIL, A. B. **Collaborative sustainable supply chain network design: state of the art and solution framework**. 44th International Conference on Computers & Industrial Engineering, CIE 2014, pp. 479–493, Istanbul, Turkey, 2014.

ANDERSEN, M. Y SKJOETT-LARSEN, T. Corporate social responsibility in global supply chains. **Supply Chain Management: An International Journal**. Vol. 12, nº 2. Pag. 75-86, 2009.

ANDA. Associação Nacional para Difusão de Adubos. **Relatório Anual de 2018**. 2019. Disponível em: <http://anda.org.br/estatisticas/>. Acesso em: 02 mar. 2019.

ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível. **Percentual obrigatório de biodiesel passa para 10%**. Brasília, 2018. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/noticias/4333-percentual-obrigatorio-de-biodiesel-passa-para-10>. Acesso em: 11 out. 2019.

ARRUDA, H. B. O. Mapeamento das emissões de gases de efeito estufa em uma empresa do setor energético. **Conex. Ci. e Tecnol.**, Fortaleza, v.12, n. 3, p. 108 - 118, dez. 2018.

ARTAXO, P. Mudanças climáticas e o Brasil. **Revista USP**, São Paulo, n. 103, p. 8-12, 2014.

ÁVILA, E. S. J. **Impactos de regulações ambientais sobre o transporte de cargas no Brasil: uma análise para o transporte de soja**. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2016. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-07062016-163230/pt-br.php>

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial**. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BANHE, A.; LOPES, J. Gestão de riscos das mudanças climáticas: uma análise sobre oportunidades de colaboração entre governos locais e empresas na América latina. In: Cadernos Adenauer XVII. **Mudanças climáticas: o desafio do século**. Rio de Janeiro: Fundação Konrad Adenauer, 2016. p. 25-36.

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.

BASSO, F. et al. A survey on obstacles and difficulties of practical implementation of horizontal collaboration in logistics. **Intl. Trans. in Op. Res.** 26 (2019) 775–793

BARTHOLOMEU, D. B.; PÉRA, T. G.; CAIXETA-FILHO, J. V. Logística sustentável: avaliação de estratégias de redução das emissões de CO<sub>2</sub> no transporte rodoviário de cargas. **Journal of Transport Literature**, São José dos Campos, SP, v. 10, n. 3, p. 15-19, jul. 2016.

BATISTA, A. C. A.; SOARES, D. C.; PASSARELLO, J. Logística: organização, transporte, armazenagem e estocagem: Estudo de caso da Companhia Portuária de Vila Velha/ES. In: Encontro Mineiro De Engenharia De Produção, 10., 2014, Juiz de Fora, MG. **Anais EMEPRO**, Juiz de Fora, MG, FMEPRO, 2014.

BEBBINGTON, J.; THOMSON, I. Sustainable development, management and accounting: Boundary crossing. **Management Accounting Research**. Volume 24, Issue 4, 277-418, 2013.

BEULKE, R.; BERTÓ, D. J. **Estrutura e análise de custos**. São Paulo: Saraiva, 2001.

BERMOND, V. **Análise da ecoeficiência de um sistema de transporte público urbano de passageiros**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico, 2015.

BOTTER, R. L.; TACLA, D.; HINO, C. M. Estudo e aplicação de transporte colaborativo para cargas de grande volume. **Pesqui. Oper.** Rio de Janeiro, v. 26, n. 1, p. 25-49, Apr. 2006.

BOWERSOX, D., CLOSS, D., COOPER, M. and 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. **Balança comercial do agronegócio fica positiva em US\$ 7,3 bi em outubro**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/balanca-comercial-do-agronegocio-fica-positiva-em-us-7-3-bi-em-outubro>. Acesso em: 15 nov. 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Caminhos da safra**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/macrologistica/caminhos-da-safra>>. Acesso em: 15 nov. 2018.

\_\_\_\_\_. Balanço Energético Nacional - BEN. **Relatório Síntese - ano base 2017**. Empresa de Pesquisa Energética - EPE, Rio de Janeiro, RJ, 2018.

\_\_\_\_\_. Serviço Social Do Transporte; Serviço Nacional De Aprendizagem Do Transporte. **Pesquisa CNT de rodovias 2018**: relatório gerencial. Brasília: CNT/SEST/SENAT, 2018.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Anuário estatístico 2017**. Brasília: Antaq, 2018b.

\_\_\_\_\_. **Boletim estatístico** – CNT – agosto 2018. Brasília: CNT, 2018b.

\_\_\_\_\_. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Secretaria da Agricultura Familiar. **Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel**: inclusão social e desenvolvimento territorial. Brasília: SAF/MDA, 2014.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **Efeito Estufa e Aquecimento Global**. Brasília: MMA, 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil. **Política nacional de transportes**: livro de Estado. Brasília: MTPA, 2018a.

\_\_\_\_\_. Ministério dos Transportes. Ministério das Cidades. **Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima (PSTM)**. Brasília: MT/MCidades, 2013.

\_\_\_\_\_. Lei nº 9.432, de 8 de janeiro de 1997. Dispõe sobre a ordenação do transporte aquaviário e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 8 jan. 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9432.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9432.htm)>. Acesso em: 25 dez. 2018.

\_\_\_\_\_. País revoluciona o uso e a produção de biocombustível. Infraestrutura. Brasil, 2011. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/noticias/infraestrutura/2011/12/pais-revoluciona-o-uso-e-a-producao-de-biocombustivel>. Acesso em: 02 mar. 2019.

\_\_\_\_\_. Para especialistas, Marco Regulatório da Economia Colaborativa não pode ser rígido. Brasil, 2018. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-temporarias/especiais/55a-legislatura/cesp-marco-regulatorio-da-economia-colaborativa>. Acesso em: 04 out. 2019.

BULLER, S. L. **Logística empresarial**. Curitiba: IESDE Brasil, 2012.

BURRITT, R.L., SCHALTEGGER, S., BENNETT, M., POHJOLA, T., CSUTORA, M. **Environmental Management Accounting and Supply Chain Management**. Springer Netherlands. Vol 27, 2011. DOI: 10.1007/978-94-007-1390-1



BUSSAB, PEDRO A.; MORETTIN, PEDRO A. **Estatística Básica**. São Paulo: Saraiva, 2012.

CARVALHO, M. S.; MAGALHÃES, D.; VARELA, M. L. Definition of a collaborative working model to the logistics area using design for Six Sigma. **International Journal of Quality & Reliability Management**, Vol. 33 No. 4, 2016. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-11-2014-0190>

CADE. Conselho Administrativo de Defesa Econômica. **35 Anos em Defesa da Concorrência**. p. 140, 1997. Disponível em: <[http://www.cade.gov.br/aceso-a-informacao/auditorias-1/auditorias-anexos/antes\\_2003/rel\\_1996.pdf](http://www.cade.gov.br/aceso-a-informacao/auditorias-1/auditorias-anexos/antes_2003/rel_1996.pdf)>. Acesso em: 16 jul. 2019.

CALDEIRA, A. *et al.* Estratégias de cooperação para a inovação: um estudo exploratório. **Anais EnANPAD**, Rio de Janeiro, ANPAD, 2012. Disponível em: [http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2012\\_ESO1367.pdf](http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2012_ESO1367.pdf). Acesso em: 16 jul. 2019.

CALLENS, I.; TYTECA, D. Towards Indicators of Sustainable Development for Firms: Concepts and Definitions. **Ecological Economics**, v. 28, p. 41-53, 1999.

CARTAXO, E.; VALOIS, I.; MIRANDA, V.; COSTA, M. Issuances of Automotive Vehicles and the Impacts on Air Quality in the Largest City in the Brazilian Amazon. **Sustainability**, v. 10, p. 4091, 2018.

CARVALHO, C. H. R. **Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). 2011. ISSN 1415-4765. Brasília, 2011. Disponível em: [http://www.en.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td\\_1606.pdf](http://www.en.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td_1606.pdf). Acesso em: 05 abr. 2019.

CASTRO, C. N. **O agronegócio e os desafios da infraestrutura de transporte na região centro-oeste. Desenvolvimento Regional no Brasil - Políticas, estratégias e perspectivas**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Brasília, 2017. Disponível em: [http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=29412:dese-nvolvimento-regional-no-brasil-politicas-estrategias-e-perspectivas&catid=400:2017&directory=1](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=29412:dese-nvolvimento-regional-no-brasil-politicas-estrategias-e-perspectivas&catid=400:2017&directory=1). Acesso em: 05 abr. 2019.

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.

CELLA, D.; ROSSI, M. ANÁLISE DO MERCADO DE FERTILIZANTES NO BRASIL. **Revista Interface Tecnológica**, v. 7, n. 1, p. 41-50, 2011.

CHAN, F. T. S.; ZHANG, T. The Impact of Collaborative Transportation Management on Supply Chain Performance: A Simulation Approach. **Expert Systems with Applications** 38:2319-29, 2011.

CHATTI, K.; ZAABAR, I. Estimating the Effects of Pavement Condition on Vehicle Operating Costs. **Transportation Research Board**. NCHRP Report. Issue Number: 720, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.17226/22808>. Acesso em: 05 abr. 2019.

CILIBERTI, F., PONTRANDOLFO, P. Y SCOZZI, B. Logistics social responsibility: Standard adoption and practices in Italian companies. **International Journal of Production Economics**. 2008, Vol. 113. Pag. 88–106.

CHRISTOPHER, M. **Logistics and Supply Chain Management**. FT Prentice Hall. London, 2011.

CIROTH, A. Cost data quality considerations for eco-efficiency measures. **Ecological Economics**, Vol 68, Issue 6, Pages 1583-1590, 2009.

CMMAD. Comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento. **Nosso futuro comum. 2a ed. Tradução de Our common future**. 1a ed. 1988. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=211228>. Acesso em: 05 abr. 2019.

CNA. Confederação da agricultura e pecuária. **Balanço 2017 e perspectivas 2018**. Brasília: CNA. 2018. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/paginas-especiais/balan%C3%A7o-2017-e-perspectivas-2018>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

CNT. Confederação nacional do transporte. **Anuário CNT do transporte – estatísticas consolidadas 2017**. Disponível em: <http://anuariodotransporte.cnt.org.br/2017/Rodoviario/1-3-1-1-1-Malha-rodoviaria-total>. Acesso em: 02 mar. 2019.

\_\_\_\_\_. Confederação nacional do transporte. **Plano CNT de transporte e logística 2018**. Brasília: CNT, 2018a.

\_\_\_\_\_. Confederação nacional do transporte. **Boletim estatístico CNT – Agosto 2018**. Brasília: CNT, 2018b. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/Boletim/boletim-estatistico-cnt>>. Acesso em: 12 ago. 2018.

\_\_\_\_\_. Confederação nacional do transporte. **Sondagem: expectativas econômicas do transportador 2018**. Brasília, CNT, 2018c.

\_\_\_\_\_. Confederação Nacional Do Transporte. **Entraves logísticos ao escoamento de soja e milho**. Brasília: CNT, 2017. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/Estudo/transporte-desenvolvimento>>. Acesso em: 12 ago. 2018.

\_\_\_\_\_. Confederação Nacional Do Transporte. **Manual de cálculo de custos e formação de preços do transporte rodoviário de cargas – 2014**. São Paulo: DECOPE, 2014. Disponível em: [http://www.portalntc.org.br/images/jce/arg\\_down/publication0001.pdf](http://www.portalntc.org.br/images/jce/arg_down/publication0001.pdf). Acesso em: 01 nov. 2019.

COÊLHO, 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. Observatório Agrícola: Confederação Nacional do Transporte - CNT. **Sondagem CNT de eficiência energética no transporte rodoviário de cargas**. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.cnt.org.br/Estudo/sondagem-eficiencia-energetica>. Acesso em: 05 abr. 2019.

\_\_\_\_\_. 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.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. A produtividade da soja: análise e perspectivas. **Compêndio de estudos Conab**. Brasília: Conab, 2016. v. 10. 2017a. Disponível em: <[https://www.conab.gov.br/uploads/arquivos/17\\_08\\_02\\_14\\_27\\_28\\_10\\_compendio\\_de\\_estudos\\_conab\\_a\\_produtividade\\_da\\_soja\\_-\\_analise\\_e\\_perspectivas\\_-\\_volume\\_10\\_2017.pdf](https://www.conab.gov.br/uploads/arquivos/17_08_02_14_27_28_10_compendio_de_estudos_conab_a_produtividade_da_soja_-_analise_e_perspectivas_-_volume_10_2017.pdf)>. Acesso em: 18 nov. 2018.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Acompanhamento de safra brasileira – grãos**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 21 nov. 2018.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Acompanhamento da safra brasileira grãos**. V. 5 - Safra 2017/18. Brasília, 2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 30 abr. 2019.

CODESP. Companhia Docas do Estado de São Paulo. **Análise do Movimento Físico do Porto de Santos**. 2018. Disponível em: [http://intranet.portodesantos.com.br/docs\\_codesp/doc\\_codesp\\_pdf\\_site.asp?id=123331](http://intranet.portodesantos.com.br/docs_codesp/doc_codesp_pdf_site.asp?id=123331). Acesso em: 23 ago. 2018.

CRESWELL, J. W. **Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches**. 4. ed. Editora: Sage Publications, 2013.

CUNHA, R. C.; ESPÍNDOLA, C. J. A dinâmica geoeconômica recente da cadeia produtiva da soja no Brasil e no mundo. **GeoTextos**. Vol. 11, N. 1, 2015.

DALL'AGNOL, A. **A Embrapa Soja no contexto do desenvolvimento da soja no Brasil: histórico e contribuições**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1043614/a-embrapa-soja-no-contexto-do-desenvolvimento-da-soja-no-brasil-historico-e-contribuicoes>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

DE OLIVEIRA, A. L. R.; ALVIM, A. M. The supply chain of Brazilian maize and soybeans: the effects of segregation on logistics and competitiveness. **The International Food and Agribusiness Management Review (Online)**, v. 20, p. 1-18, 2017.

DEUTCHE, Post D. H. L. **Delivering Tomorrow: Towards Sustainable Logistics**. Deutche Post AG. Bonn. Germany, 2010.

DIAS, S. L. F. G.; LABEGALINI, L. & CSILLAG, J. M. (2012). Sustentabilidade e cadeia de suprimentos: uma perspectiva comparada de publicações nacionais e internacionais, **Produção**, São Paulo, maio/agosto, Vol. 22, No. 3, pp.517-533. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-6513201200500003>. Acesso em: 30 abr. 2019.

DIAS, V. P.; FERNANDES, E. **Fertilizantes: uma visão global sintética**. BNDES Setorial, v. 24, p. 97–138, 2006. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2657>>. Acesso em: 11 out. 2019.

DRUMM, F. C. *et al.* Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental - REGET**, Santa Maria, RS, v. 18, n. 1, p. 66-78, abr. 2014. <https://periodicos.ufsm.br/index.php/reget/article/view/10537>

ELIASSON, J.; PROOST, S. Is sustainable transport policy sustainable? **Transport Policy**, The Hague, NL, v. 37, p. 92-100, jan. 2015.

ELKINGTON, J. Accounting for the Triple Bottom Line. **Measuring Business Excellence**, Vol. 2 No. 3, pp. 18-22, 1998. <https://doi.org/10.1108/eb025539>

EPA. U.S. **Environmental Protection Agency**. 2019 Disponível em: <https://www.epa.gov/>. Acesso em: 30 abr. 2019.

EEA. EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY. **Transport**. 2012. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/themes/transport>. Acesso em: 05 abr. 2019.

FAN, Y.V.; PERRY, S.; KLEMES, J.J.; LEE, C.T. **A review on air emissions assessment: Transportation**. Journal of Cleaner Production. Vol. 194, 1 September 2018, Pages 673-684. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.151>. Acesso em: 02 mar. 2019.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAOSTAT – Countries. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#country>. Acesso em: 02 mar. 2019.

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](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_206_222_26857.pdf)>. Acesso em: 26 jan. 2018.

FERREIRA, C. C. M.; OLIVEIRA, D. E. Estimativa da poluição veicular e qualidade do ar nas principais vias do sistema viário da região central da cidade de Juiz de Fora – MG. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, volume especial, p. 98-114, 2016.

FERREIRA, M. B. M.; SALLES, A. O. T. Política ambiental brasileira: análise histórico-institucionalista das principais abordagens estratégicas. **Revista de Economia**, Curitiba, v. 42, n. 2, maio/ago. 2016.

FERRETTI, A. R. Mudanças climáticas: causas e consequências. In: PASSOS, L. C. (Org.). **Atuação do ministério público frente às mudanças climáticas**. Belo Horizonte: ABRAMPA, 2018. p. 5-13.

FERNANDES, L. **Sumário Mineral 2009**. DNPM. V.29, p. 52-53, jun. 2010.

FERNANDES, E.; GUIMARÃES, B. A.; MATHEUS, R. R. **Principais empresas e grupos brasileiros do setor de fertilizantes**. BNDES Setorial. Rio de Janeiro, n. 29, mar. 2009.

FIGGE, F.; HAHN, T. Value drivers of corporate eco-efficiency: Management accounting information for the efficient use of environmental resources. **Management Accounting Research**, 24(4), 387-400, 2013.

FORÉTICA, N. **Colección Biblioteca Ciencias Sociales**. Primera edición. Ediciones Cinca, S. A. Madrid. 2008.

FREITAS JUNIOR, M.; TOLOI, R. C.; REIS, J. G. M.; VENDRAMETTO, O. **Waterways Cargo Transportation: A Comparison between Brazil and the United States**. In: 6th International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain, 2016.

GHORANI-AZAM, A.; RIAHI-ZANJANI, B.; BALALI-MOOD, M. Effects of air pollution on human health and practical measures for prevention in Iran. **Journal of Research in Medical Sciences**, 2016.

GIANNAKIS, M.; CROOM, S. R. **Toward the Development of a Supply Chain Management**. Paradigm: A Conceptual Framework. *Journal of Supply Chain Management*. Volume 40, 2004.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GIMENEZ, C. SIERRA, V.; RODON, J. Sustainable operations: Their impact on the triple bottom line. **International Journal of Production Economics**. Vol 140, Issue 1, Pages 149-159, 2012.

GONÇALVES-DIAS, S. L. F.; MACIEL, F. S.; SOARES, J. D. A. Desafios para gestão da sustentabilidade em cadeias de suprimentos: uma análise exploratória na cadeia da carne bovina brasileira. In: **Conferência Internacional De Inovação E Gestão - ICIM**, 6., 2009, São Paulo. Anais. São Paulo: PUC-SP, Núcleo de Estudos do Futuro, 2009.

GOLDSBY, T. J., D. IYENGAR, RAO, S. **The Definitive Guide to Transportation: Principles, Strategies, and Decisions for the Effective Flow of Goods and Services** (Council of Supply Chain Management Professionals). Upper Saddle River, NJ: Pearson FT Press, 2014.

GONZALES-FELIU, J.; MORANA, J. Case study from France. **Technologies for Supporting Reasoning Communities and Collaborative Decision Making: Cooperative Approaches**, 252–271, 2011.

GUAJARDO, M; RÖNNQVIST, M. A review on cost allocation methods in collaborative transportation. **International Transactions Operational Research**. 23(3), 371–392, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/itor.12205>

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Londrina, PR: Embrapa Soja, 2014. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/990000/1/Oagronegociodasojanoscon textosmundialebrasileiro.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

HOLMBERG, J.; ROBERT, K. H. **Backcasting from non-overlapping sustainability principles - a framework for strategic planning**. International journal of sustainable development and world ecology, Vol. 7 No. 4, pp. 280-285, 2000.

HUA-HUNG WENG; JA-SHEN CHEN; PEI-CHING CHEN. **Effects of Green Innovation on Environmental and Corporate Performance: A Stakeholder Perspective**. Sustainability, MDPI, vol. 7(5), pages 1-30, April, 2015.

HUSSAIN, N.; RIGONI, U.; ORIJ, R.P. **Corporate Governance and Sustainability Performance: Analysis of Triple Bottom Line Performance**. Journal of Business Ethics. 149: 411, 2018. <https://doi.org/10.1007/s10551-016-3099-5>. Acesso em: 30 abr. 2019.

HOFFMANN, Rodolfo. **Estatística para economistas**. Pioneira, 1991.

IFA. International Fertilizer Association. **About Fertilizers**. 2019. Disponível em: < [https://www.fertilizer.org/Public/About\\_fertilizers/Public/About\\_Fertilizers/About\\_Fertilizers.aspx?hkey=c35de5b6-2f79-4db3-93cc-d2cef45ae5d4](https://www.fertilizer.org/Public/About_fertilizers/Public/About_Fertilizers/About_Fertilizers.aspx?hkey=c35de5b6-2f79-4db3-93cc-d2cef45ae5d4)>. Acesso em: 05 abr. 2019.

IMEA. Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária. **Relatórios de Mercado**. 2019. Disponível em: < <http://www.imea.com.br/imea-site/relatorios-mercado>>. Acesso em: 11 out. 2019.

IRMA. **Information Resources Management Association. Natural Resources Management: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications**. IGI Global, 2017.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2014: synthesis report**. Geneva: IPCC, 2014.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **CO<sub>2</sub> emissions from fuel combustion: highlights 2013**. Paris: IEA, 2013.

JONG, G.C.; KOUWENHOVEN, M.; BATES, J.; KOSTER, P.; VERHOEF, E.T.; TAVASSZY, L.; WARFFEMIUS, P.M.J. **New SP-values of time and reliability for freight transport in the Netherlands**. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. Vol. 64, April 2014, Pages 71-87. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2014.01.008>. Acesso em: 30 abr. 2019.

JUBRAN, B. M. O regime internacional de mudanças climáticas: a evolução, as contradições e a posição do Brasil. **Panorama Internacional FEE**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 2017.

KAYIKCI, Y. Performance Improvement In Intermodal Freight Transportation System Through Efficient Collaborative Transportation Management. **Proceedings of the 14th International Symposium on Logistics**, 701–709, 2009.

KLANN, R. *et al.* Utilização da programação linear na otimização de resultados de uma empresa do ramo de transporte rodoviário de cargas. **Associação Brasileira de Custos**, Santa Catarina, v. 5, n. 1, p. 1-23, jan- abr 2010.

KLASSEN, R. D.; VEREECKE, A. Social issues in supply chains: Capabilities link responsibility, risk (opportunity), and performance. **International Journal of Production Economics**, Vol. 140, issue 1, 103-115, 2012.

KOLLER, Silvia H.; COUTO, Maria Clara P. De Paula; HOHENDORFF, Jean Von. **Manual de produção científica**. 1 ed. Porto Alegre: Penso, 2014.

KUMAR, G. S.; SHIRISHA, P. Transportation The Key Player In Logistics Management. **Journal of Business Management & Social Sciences Research (JBM&SSR)**. Volume 3, No.1, pp. 14-20, 2014. Disponível em: <<https://www.semanticscholar.org/paper/Transportation-The-Key-Player-In-Logistics-Kumar/6d5daf1995115e38ed020b46cf3b84bbe125f4d3>>.

KUSSANO, M. R.; BATALHA, M. O. **Custos logísticos agroindustriais: avaliação do escoamento da soja em grão do Mato Grosso para o mercado externo**. Revista Gestão e Produção, v. 19, n. 3, p. 619-632, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2012000300013>. Acesso em: 30 abr. 2019.

LEMOS, M. L. F. *et al.* **Agregação de valor na cadeia da soja**. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 46, p. 167-217, set. 2017.

LEAL, José. **Ecoeficiencia: marco de análisis, indicadores y experiencias**. Santiago de Chile: CEPAL, 2005.

LEAL JUNIOR, I. C. *et al.* Análise da matriz de transporte brasileira: consumo de energia e emissão de CO<sub>2</sub>. **Revista UNIABEU**, Belford Roxo, RJ, v. 8, n. 18, p. 49-64, jan./abr. 2015.

LEAL JUNIOR, I. C. **Método de escolha modal para transporte de produtos perigosos com base em medidas de ecoeficiência**. 202f. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2010.

LEAL JUNIOR, I. C.; GUIMARÃES, V. A. Análise da Ecoeficiência nas Operações de Terminais Portuários com a Aplicação de Técnica de Auxílio Multicritério à Decisão. **TRANSPORTES**, v. 21, n. 3, p. 40-47, 2013.

LIMA, L. O. **Proposta de indicadores de ecoeficiência para sistema de transporte rodoviário de produtos perigosos – estudo de caso**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental. Curitiba, 2014.

LIIMATAINEN, H.; PÖLLÄNEN, M. The impact of sectorial economic development on the energy efficiency and CO<sub>2</sub> emissions of road freight transport. **Transport Policy**, The Hague, NL, v. 27, p. 150-157, may 2013.

LIOTTA, G.; STECCA, G.; KAIHARA, T. **Optimisation of freight flows and sourcing in sustainable production and transportation networks**. International Journal of Production Economics. Elsevier, vol. 164, pages 351-365, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/.../S0925527314003995>. Acesso em: 30 nov. 2018.

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.

LUZ, N. F. **As contribuições da logística colaborativa para o aumento da eficiência das cadeias de suprimento.** Dissertação de Mestrado em Transportes. Universidade Federal de Santa Catarina: Faculdade de Engenharia Civil, 2008.

MAAS, S.; SCHUSTER, T.; HARTMANN, E. Pollution Prevention and Service Stewardship Strategies in the Third-Party Logistics Industry: Effects on Firm Differentiation and the Moderating Role of Environmental Communication. **Business Strategy and The Environment.** 23(1), 38-55, 2014.

MANN, H. *et al.* Drivers of Sustainable Supply Chain Management. **The IUP Journal of Operations Management**, v. 9, n. 4, 2010.

MANRODT, K. B.; FITZGERALD, M. Seven propositions for successful collaboration. **Supply Chain Management Review**, Morganville, US, 2001.

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.

MARIO, M. P. J. **Poluição atmosférica como condicionante no processo de ocupação do espaço urbano: análise na cidade de Porto Alegre.** Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Industrial) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.

MARTINS, R. D. Governança climática nas cidades: reduzindo vulnerabilidades e aumentando resiliência. **Revista Geográfica Acadêmica**, Boa Vista, v. 4, n. 2, p. 5-18, jan./jun. 2010.

MASIERO, L. S. **Proposta de dimensionamento de frota para uma transportadora.** 2008. 103 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MCKINNON, A.C.; BROWNE, M.; WHITEING, A. **Green Logistics: Improving the Environmental Sustainability of Logistics.** Kogan Page Publishers, London, 2012.

MESSER, P. (2015). **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.** 158p. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <[http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Patr%C3%ADcia\\_Messer.pdf](http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Patr%C3%ADcia_Messer.pdf)>.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Projeções do Agronegócio Brasil 2014-15 a 2024-25 - Projeções de Longo Prazo.** Brasília, 2015. 109p.k

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **Segundo inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa.** Brasília, 2011. 85p.



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Instrução Normativa para regulamentação de remineralizadores na agricultura**. Brasília: Assessoria de Comunicação Social, 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013: Ano-base 2012**. Brasília, 2014. 114p.

MDIC-SECEX. **Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

MDIC. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Balança Comercial – Exportações**. 2019. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-exterior>>. Acesso em: 05 abr. 2019.

MOLL, S.M. **Productivity Improvement For Freight Railways Through Collaborative Transport Planning**. Dissertation ETH ZURICH, 2012.

MONADORI, R.; SELMITTO D.; AFONSO M. Práticas logísticas colaborativas: o caso de uma cadeia de suprimentos da indústria automobilística. **Revista de Administração – RAUSP**, 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223417484008>>. Acesso em: 26 set. 2018.

MOREIRA, J. T. M. **Indicadores de eco-eficiência como parte do Sistema de Gestão Ambiental das Águas do Ave, S.A: aplicação às ETAR de S. Gonçalo, Esposende e Vila Meã**. 2009. 86f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2009.

MURPHY, P.R.; POIST, R.F. **Green perspectives and practices: a comparative logistics study**. Supply Chain Management: an International Journal, Vol. 8, pp. 122-31, 2003.

NASCIMENTO, E. P. Trajetória da sustentabilidade: do ambiente ao social, do social ao econômico. **Estudos Avançados** 26, n. 74, p.51-64, 2012.

NASCIMENTO, E. P.; VIANNA, J. N. **Economia, meio ambiente e comunicação**. Rio de Janeiro: Garamond, 2006.

NAKANIWA C. Ecoefficiency Indicator Handbook for Products. **Japan Environmental Management Association for Industry (JEMAI)**. Tokio, Japão, 2004, 25 p. Disponível em: [http://www.jemai.or.jp/JEMAI\\_DYNAMIC/data/current/detailobj-2073-attachment.pdf](http://www.jemai.or.jp/JEMAI_DYNAMIC/data/current/detailobj-2073-attachment.pdf). Acesso em: 12 jan. 2019.

NASCIMENTO, G.; DALLA SANTA, E. D.; MUSSI, C. C. Uso da tecnologia da informação e desempenho do serviço de transporte rodoviário de cargas. **Revista Gestão & Tecnologia**, Pedro Leopoldo, RS, v. 16, n. 1, p. 210-233, jan./abr. 2016.

NETO, J. G. M. **O mercado de exportação de soja e os portos brasileiros**. ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários. Brasília, 2015. Disponível em: <[http://antaq.gov.br/Portal/pdf/Artigos/20150123\\_Artigo\\_Jose\\_Goncalves\\_Moreira\\_Neto.pdf](http://antaq.gov.br/Portal/pdf/Artigos/20150123_Artigo_Jose_Goncalves_Moreira_Neto.pdf)>. Acessado em: 18 de out. 2018.

NRTEE. Calculating Ecoefficiency Indicators: A Workbook for Industry, **The National Round Table on the Environment and the Economy**, Ottawa, Ontario, Canadá, 2001, 59 p.

ONSTEIN, A. T. C.; TAVASSZY, L. A.; DAMME, D. A. V. Factors determining distribution structure decisions in logistics: a literature review and research agenda, **Transport Reviews**, 39:2, 2019, 243-260.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Emissões de GEE no Brasil**: e suas implicações para políticas públicas e a contribuição brasileira para o Acordo de Paris. São Paulo: Observatório do Clima, 2018.

PADOVEZE, C. L. **Curso básico gerencial de custos**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

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.

PASSOS, L. C. O regime jurídico das mudanças climáticas. In: \_\_\_\_\_. (Org.). **Atuação do ministério público frente às mudanças climáticas**. Belo Horizonte: ABRAMPA, 2018. p. 15-41.

PAGELL M., WU Z. La construcción de una teoría más completa de la gestión de la cadena de suministro sostenible mediante estudios de caso de diez Ejemplares. **Journal of Supply Chain Management**. 45 (2). 2009, Pag. 37-56.

PACTO MUNDIAL DAS NAÇÕES UNIDAS. **Rede Brasil do Pacto Global**. Disponível em: < <https://pactoglobal.org.br/>>. Acesso em: 19 mar. 2019.

PEREIRA, T. C. G. **Energias renováveis: políticas públicas e planejamento energético**. Edição digital. Curitiba: COPEL, 2014.

PEREIRA, L. A. G.; LESSA, S. N. O processo de planejamento e desenvolvimento do transporte rodoviário no Brasil. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia v. 12, n. 40, dez/2011. Disponível em: < <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16414>>.

PECCATIELLO, A. F. O. **Políticas públicas ambientais no Brasil: da administração dos recursos naturais (1930) à criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação**. Desenvolvimento e Meio Ambiente, n.24, 2000, p.71-82, 2011.

PEETA, S.; HERNANDEZ, S.H. Modeling of Collaborative Less-than-truckload Carrier Freight Networks. **USDOT Region V Regional University Transportation Center Final Report**, 2011.

PINHEIRO, M. A. **Estimativa da redução das emissões de gases de efeito estufa através da intermodalidade no setor sucroenergético**: uma aplicação de programação linear. 2012. 200 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2012.

PRAJOGO D.; OLHAGER J. Supply chain integration and performance: the effects of long-term relationships, information technology and sharing, and logistics integration. **International Journal of Production Economics**, 135(1), 514-522, 2012.

POMPERMAYER, F. M.; NETO, C. A. S. C.; PAULA, J. M. P. **Hidrovias no Brasil: Perspectiva Histórica, Custos e Institucionalidade**. IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. 2014.

PONTES, H. L. J.; ALBERTIN, M. R. **Logística e distribuição física**. Curitiba: InterSaberes, 2017.

POWER, E.; Sweeney, E. Technology usage in the supply chain: the cases of small 3PL's. **Strategic Management Journal**, vol. 17, nº 1, p. 55, 2011.

RAZZOLINI FILHO, E. **Transporte e modais: com suporte de TI e SI**. Curitiba: InterSaberes, 2012.

RINCÓN, Eric; WELLENS, Ann. **Cálculo de indicadores de ecoeficiencia para dos empresas ladrilleras mexicanas**. Rev. Int. Contam. Ambie. 27(4) 333-345, 2011.

SINKIN C.; WRIGHT J.; Y BURNETT R. Ecoefficiency and firm value, J. **Account. Public Policy** 27, 167-176, 2008.

SAAB, A. A.; PAULA, R. A. O mercado de fertilizantes no Brasil diagnósticos e propostas de políticas. **Revista de política agrícola**. v. 17, n. 2, 2008.

SADIVA, P. H. N.; COELHO, M. S. Z. S. Aquecimento global e seus efeitos para a saúde na cidade de São Paulo. In: CORTESE, T. T. P.; NATALINI, G. (Org.). **Mudanças climáticas: do global ao local**. Barueri, SP: Manole, 2014. p. 77-98.

SALGADO, V. G. **Proposta de Indicadores de ecoeficiência para o transporte de gás natural**. Tese de Doutorado. COPPE – Planejamento energético. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004.

SALIN, D. L. **Soybean Transportation Guide: Brazil 2017**. United States Department of Agriculture. Agricultural Marketing Service. 2018.

SAMPAIO, Y. S. B.; VITAL, T. W. Desenvolvimento sócio-econômico-ambiental: conceito e problemas para mensuração. **Reflexões Econômicas**. v. 1, n. 1, abr./set. 2015, p. 249-274.

SAMPAIO, L. M. B *et al.* Fatores determinantes da competitividade dos principais países exportadores do complexo soja no mercado internacional. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 14, n. 2, p. 227-242, 2012.

SANTOS, I. D.; PINTO, L. G.; BORGES, A. F. S.; SOUZA, M. F.; SOUZA, A. V. N. Logística empresarial: um estudo de caso em uma empresa de transporte de cargas terrestres. **2º CONGENTI**. Sergipe: Anais 2018.

SCHAFFEL, S. B. Em busca da Eco-Sócio Eficiência no caso da agricultura familiar voltada para a produção de biodiesel no Brasil. 281f. 2010. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2010.

SILVA JÚNIOR, P. S. V.; GOMES, R. L. R. Cálculo de custo do quilômetro rodado no transporte rodoviário de cargas. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, marzo, 2019.

SILVA, V.M.D.; COELHO, A.S.; NOVAES, A.G.N. The role of collaboration through manufactured goods' exportation process under System Dynamics analysis. **Proceedings of the 29th International Conference of The System Dynamics Society**, 24–28, 2011.

SCHMIDHEINY, S. **Changing course: A global business perspective on development and the environment**. Cambridge, MA: MIT Press, 1992.

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.

SEURING, S.; MULLER, M. From a Literature Review to a Conceptual Framework for Sustainable Supply Chain Management. **Journal Of Cleaner Production**, v. 16, p. 1699-1710, 2008.

SIFRECA. **Sistema de Informações de Fretes – Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial**. Disponível em: <<http://log.esalq.usp.br/>>. 2014. Acesso em: 17 ago. 2018.

SILVA, L. F. M. da. **Uma análise da logística colaborativa na indústria Farmacêutica**. Campinas: UNICAMP, 2010. 92 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

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. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013\\_TN\\_STO\\_177\\_009\\_22172.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STO_177_009_22172.pdf)>. Acesso em: 11 out. 2019.

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.

SILVEIRA, J. M. F. J. **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. Brasília: Embrapa, 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/994073/o-mundo-rural-no-brasil-do-seculo-21-a-formacao-de-um-novo-padrao-agrario-e-agricola>>. Acesso em: 21 ago. 2018.

SILVEIRA, Márcio R. Transport and logistics towards economic restructuring in Brazil. **Mercator (Fortaleza)**, v. 17, p. 1-20, 2018.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JONHSTON, R. **Administração da produção**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

SNA. **Sociedade Nacional de Agricultura. Brasil está mais dependente da importação de fertilizantes**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<https://www.sna.agr.br/brasil-esta-mais-dependente-da-importacao-de-fertilizantes/>>. Acessado em: 12 de Out. 2018.

SNA. **Sociedade Nacional de Agricultura. Brasil importou 24.96 milhões de toneladas de fertilizantes em 2018**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://www.sna.agr.br/brasil-importou-24-96-milhoes-de-toneladas-de-fertilizantes-em-2018/>>. Acesso em: 05 abr. 2019.

SONESSON, U. Modelling of waste collection – a general approach to calculate fuel consumption and time. **Waste management & research**, v.18. pp.115-123, 2000.

STRANDBERG, L. La Responsabilidad Social Corporativa en la Cadena de Valor. **Cuadernos de la Cátedra “la Caixa” de Responsabilidad Social de la Empresa y Gobierno Corporativo**, nº6, 2010.

STURM, A.; MÜLLER, K. **Standardized Eco-Efficiency Indicators 2001**. Ellipson AG: Suíça, 2001. Disponível em: [http://www.kaspar-mueller.ch/downloads/pdf/EcoEfficiency\\_Indicators\\_e.pdf](http://www.kaspar-mueller.ch/downloads/pdf/EcoEfficiency_Indicators_e.pdf). Acesso em: 25 out. 2019.

SUTHERLAND, Joel. **Collaborative Transportation Management** – White Paper, CTM Sub-Committee of the VICS Logistics Committee, 2004.

TACLA, D. **Uma alternativa viável para aplicação de Transporte Colaborativo em regiões metropolitanas de alta densidade**. In: Orlando Fontes Lima Jr, Unicamp Lalt Leise Kelli de Oliveira. (Org.). **O Estágio Atual da Logística Urbana Brasileira**. 1ed. Campinas: World Bank, 2013, v. 1, p. 35-58.

TACLA, D.; BOTTER, R. C.; HINO, C. M. **Estudo e aplicação de transporte colaborativo para cargas de grande volume** - Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Brasil, 2003. Disponível em: <[www.scielo.com.br](http://www.scielo.com.br)>. Acesso em: 25 set. 2017.

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. Disponível em: < <https://esalqlog.esalq.usp.br/teixeira-p-p-c-mapeamento-das-unidades-misturadoras-de-fertilizantes-no-estado-no-estado-de-minas-gerais-2010>>. Acesso em: 11 out. 2019.

THEMOTEO, R. J. Apresentação. In: **CADERNOS ADENAUER XVII. Mudanças climáticas: o desafio do século**. Rio de Janeiro: Fundação Konrad Adenauer, 2016. p. 7-9.

UBEDA, S., ARCELUS, F.J., FAULIN, J. Green logistics at Eroski: A case study. **International Journal of Production Economics**. Vol 131, Issue 1, 2011.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). **Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada**. PIB-Agro/CEPEA:

agroindústria segue impulsionando PIB do agronegócio em 2018. Piracicaba: Cepea/Esalq/USP, 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: 15 nov. 2018.

USDA. UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Bureau of Economic Analysis. National income and product accounts gross domestic product: first quarter 2018 (advance estimate)**. 2018. Disponível em: <<https://www.bea.gov/news/2018/gross-domestic-product-1st-quarter-2018-advance-estimate>>. Acesso em: 8 nov. 2018.

UNCTAD, 2004, **A Manual for The Preparers and Users of Eco-Efficiency Indicators**. Disponível em:<[http://www.unctad.org/en/docs/iteipc20037\\_en.pdf](http://www.unctad.org/en/docs/iteipc20037_en.pdf)>. Acesso em: 28 fev. 2019.

Valente, A. **Gerenciamento de transporte e frotas**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2008.

VAN BERKEL, R. Promotion and Implementation of Cleaner Production and EcoEfficiency through Voluntary Partnerships: the case of the Western Australian Cleaner Production Statement. **5th Asia Pacific Roundtable on Cleaner Production**, Kuala Lumpur, Malaysia, 15-18, marzo 2004.

VIEIRA, J. G. V. *et al.* Logística colaborativa: Um estudo com fornecedores de supermercados de pequeno e médio porte. **Revista Gestão Industrial**, v. 9, n. 3, 2013.

VISCONDI, G. F.; SILVA, A. F.; CUNHA, K. B. **Geração termoeétrica e emissões atmosféricas: poluentes e sistemas de controle**. São Paulo: IEMA, 2016.

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.

VOSGERAU, D. S. R.,; ROMANOWSKI, J. P. Estudos de revisão: implicações conceituais e metodológicas. **Revista Diálogo Educacional**, 14(41), 165-189, 2014.

WANG, X; KOPFER, H. Collaborative transportation planning of less-than-truckload freight. **OR Spectrum**, 36, 357-380, 2014.

WANG, X.; PERSSON, G.; HUEMER, L. Logistics Service Providers and Value Creation Through Collaboration: A Case Study. **Journal Elsevier**. Volume 49, Issue 1, February 2016, Pages 117-128.

WEN, Y.H. Impact of collaborative transportation management on logistics capability and competitive advantage for the carrier. **Transportation Journal**, 51 (4), 452–473, 2012.

WOLFF, M. C.; LIMA, G. B.; CALDAS, M. A. F. Análise das estratégias de mitigação das emissões de gases do efeito estufa no transporte rodoviário com apoio da revisão sistemática. **Revista Espacios**, Caracas, VE, v. 38, n. 23, 2017.

WU, H.-J; DUNN, S. C. **Environmentally responsible logistics systems**. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**. Vol. 25 No. 2, pp. 20-38, 1995.

WBCSD. World Business Council of Sustainable Development. **Measuring Eco- Efficiency. A Guide to Reporting Company Performance.** World Business Council for Sustainable Development, 2006.

WBCSD-UNE. **Eco-Efficiency and Cleaner Production: Charting the Course to Sustainability.** United Nations Commission on Sustainable Development (UNCSD) Annual Meeting, New York, 1996.

WORLDWATCH INSTITUTE. **State of the World 2012: Moving Toward Sustainable Prosperity.** 2012.

WRI & WBCSD. World Resources Institute & World Business Council for Sustainable Development. **Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions.** 2013. Disponível em: [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Scope3\\_Calculation\\_Guidance\\_0.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Scope3_Calculation_Guidance_0.pdf). Acesso em: 16 jul. 2019.

ZHOU, G.; HUI, Y. V.; LIANG, L. Strategic alliance in freight consolidation. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, Atlanta, US, v. 47, n. 1, p.18-29, jan.2011.

ZHU, Z., F. CHU, A. DOLGUI, C. CHU, W. ZHOU, AND S. PIRAMUTHU. Recent Advances and Opportunities in Sustainable Food Supply Chain: A Model-oriented Review. **International Journal of Production Research**, 1–23, 2018.

## ANEXOS

### ANEXO I - Questionário

<b>Nome do entrevistado:</b>	
<b>Nome do entrevistador:</b>	
<b>Dia:</b>	<b>Horário:</b>
<b>Meio de comunicação:</b>	

Perguntas	Critérios
<b>Qual é a capacidade do veículo?</b>	<b>Caminhão</b>
( ) 8 t      ( ) 14 t	
( ) 23 t      ( ) 26 t	
( ) 30 t      ( ) 32 t	
( ) 37 t      ( ) 52 t	
( ) 60 t      ( ) Outros:	
<b>Qual a rota mais praticada na ida?</b>	<b>Rota</b>
Origem:                      ( ) Paranaguá/PR	
Origem:                      ( ) Santos/SP	
Origem:                      ( ) Outro:	
<b>Qual o consumo médio de combustível por km na rota de ida?</b>	<b>Rota</b>
( ) 1 km/L   ( ) 1,5 km/L   ( ) 2 km/L   ( ) 2,5 km/L   ( ) 3 km/L	
( ) 3,5 km/L   ( ) 4 km/L   ( ) 4,5 km/L   ( ) 5 km/L   ( ) 5,5 km/L	
( ) 6 km/L   ( ) 6,5 km/L   ( ) 7 km/L   ( ) Outros:	
<b>Quando volta vazio, qual o consumo de combustível por km?</b>	<b>Rota</b>
( ) 1 km/L   ( ) 1,5 km/L   ( ) 2 km/L   ( ) 2,5 km/L   ( ) 3 km/L	
( ) 3,5 km/L   ( ) 4 km/L   ( ) 4,5 km/L   ( ) 5 km/L   ( ) 5,5 km/L	
( ) 6 km/L   ( ) 6,5 km/L   ( ) 7 km/L   ( ) Outros:	
<b>O senhor realiza frete de retorno de fertilizantes?</b>	<b>Retorno</b>
( ) Sim                              ( ) Não	
<b>De cada 10 viagens, em quantas o veículo volta vazio?</b>	<b>Retorno</b>
( ) 1   ( ) 2   ( ) 3   ( ) 4   ( ) 5   ( ) 6   ( ) 7   ( ) 8   ( ) 9   ( ) 10	
<b>Qual é a rota mais praticada na volta?</b>	<b>Retorno</b>
( ) Paranaguá/PR                      Destino:	
( ) Santos/SP                              Destino:	
( ) Outro:                              Destino:	
<b>Na sua visão, o que impede que o frete de retorno de fertilizantes seja mais praticado?</b>	<b>Retorno</b>



## ANEXO II – Médias e Desvios Padrões

<b>Variável</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
Frete Soja - Santos (R\$/t)	279,82	33,29
Frete Fertilizante - Santos (R\$/t)	182,65	27,31
Frete Soja - Paranaguá (R\$/t)	253,44	36,06
Frete Fertilizante - Paranaguá (R\$/t)	197,31	30,26
Consumo carregado - Santos (km/L)	1,92	0,17
Consumo carregado - Paranaguá (km/L)	1,95	0,27
Consumo vazio - Santos (km/L)	2,88	0,23
Consumo vazio - Paranaguá (km/L)	2,89	0,18
Capacidade de carga - Santos (t)	36,00	3,00
Capacidade de carga - Paranaguá (t)	39,00	5,00

### ANEXO III – Tabulação das respostas coletadas

Data	Qual o caminhão utilizado?	Qual a capacidade do veículo (t)?	Porto de destino	Estado de origem	Qual o consumo médio por km na rota de ida (km/L)?	Quando volta vazio, qual o consumo de combustível por km rodado?	De cada 10 viagens, em quantas volta vazio?	Na sua visão, o que impede que o frete de retorno seja mais praticado?
27/03/2018	Bitrem	37	Paranaguá	PR	1,8	3	1	Falta de tombador, demora no carregamento
27/03/2018	Rodotrem	45	Paranaguá	PR	1,7	3	2	Baixo valor do frete
27/03/2018	Bitrem	37	Paranaguá	PR	1,8	3	0	
27/03/2018	Carreta	32	Paranaguá	PR	2	3	2	
27/03/2018	Rodotrem	50	Paranaguá	GO	1,7	3	6	Baixo valor do frete
27/03/2018	Bicaçamba	37	Paranaguá	PR	1,5	2,5	2	
27/03/2018	Carreta	32	Paranaguá	RS	1,8	2,8	3	
27/03/2018	Rodotrem	48	Paranaguá	PR	2	3	7	Baixo valor do frete
27/03/2018	Bitrem	37	Paranaguá	PR	2,2	3	0	Contrato de transporte
27/03/2018	Bitrem	37	Paranaguá	MT	2	3	2	
27/03/2018	Bitrem	37	Paranaguá	GO	2,5	3	3	Falta de tombador e demora no carregamento
27/03/2018	Bitrem	36	Paranaguá	PR	2,5	3	0	
27/03/2018	Bitrem	37	Paranaguá	PR	2	2,8	2	
27/03/2018	Bitrem	37	Paranaguá	PR	2	3	5	Baixo valor do frete
27/03/2018	Bicaçamba	37	Paranaguá	MT	1,8	2,8	0	Contrato de transporte
27/03/2018	Bitrem	37	Paranaguá	PR	2	3	2	
27/03/2018	Rodotrem	47	Paranaguá	MG	1,5	2,8	0	
27/03/2018	Rodotrem	50	Paranaguá	MS	1,8	2,5	1	
27/03/2018	Bicaçamba	37	Paranaguá	MS	2	3	3	
27/03/2018	Bitrem	37	Paranaguá	MS	2	3	9	Baixo valor do frete
27/03/2018	Bitrem	37	Paranaguá	PR	2,3	3	0	Contrato de transporte
27/03/2018	Rodotrem	45	Paranaguá	PR	2	3	0	Contrato de transporte

<b>Data</b>	<b>Qual o caminhão utilizado?</b>	<b>Qual a capacidade do veículo (t)?</b>	<b>Porto de destino</b>	<b>Estado de origem</b>	<b>Qual o consumo médio por km na rota de ida (km/L)?</b>	<b>Quando volta vazio, qual o consumo de combustível por km rodado?</b>	<b>De cada 10 viagens, em quantas volta vazio?</b>	<b>Na sua visão, o que impede que o frete de retorno seja mais praticado?</b>
27/03/2018	Bitrem	37	Paranaguá	PR	1,8	3	0	Contrato de transporte
27/03/2018	Carreta	32	Paranaguá	PR	2	3	2	
27/03/2018	Rodotrem	50	Paranaguá	GO	1,6	2,8	6	Baixo valor do frete
27/03/2018	Bicaçamba	37	Paranaguá	PR	1,8	2,8	2	
27/03/2018	Carreta	32	Paranaguá	RS	1,8	2,8	3	
27/03/2018	Rodotrem	48	Paranaguá	PR	2	3	7	Baixo valor do frete
27/03/2018	Bitrem	37	Paranaguá	PR	2,5	2,8	0	
27/03/2018	Bitrem	37	Paranaguá	MT	2	3	2	Baixo valor do frete e demora no carregamento
27/03/2018	Bitrem	37	Paranaguá	GO	2,5	3	3	
27/03/2018	Bitrem	36	Paranaguá	PR	2,5	3	0	Contrato de transporte
27/03/2018	Bitrem	37	Paranaguá	PR	2	2,8	2	
27/03/2018	Bitrem	37	Paranaguá	PR	1,7	2,5	5	Baixo valor do frete e demora no carregamento
27/03/2018	Bicaçamba	37	Paranaguá	MT	1,5	2,5	0	
27/03/2018	Bitrem	37	Paranaguá	PR	2	3	2	
27/03/2018	Rodotrem	47	Paranaguá	MG	1,8	2,8	0	
27/03/2018	Rodotrem	50	Paranaguá	MS	2	2,8	1	
27/03/2018	Bicaçamba	37	Paranaguá	MS	2	3	3	
27/03/2018	Bitrem	37	Paranaguá	MS	2	3	9	Baixo valor do frete e demora no carregamento
27/03/2018	Bicaçamba	36	Paranaguá	MT	1,6	2,4	0	
27/03/2018	Carreta	32	Paranaguá	PR	2	3,2	2	
22/03/2018	Bitrem	37	Santos	MT	1,9	3	7	Baixo valor do frete
22/03/2018	Carreta	32	Santos	GO	2	3	3	

<b>Data</b>	<b>Qual o caminhão utilizado?</b>	<b>Qual a capacidade do veículo (t)?</b>	<b>Porto de destino</b>	<b>Estado de origem</b>	<b>Qual o consumo médio por km na rota de ida (km/L)?</b>	<b>Quando volta vazio, qual o consumo de combustível por km rodado?</b>	<b>De cada 10 viagens, em quantas volta vazio?</b>	<b>Na sua visão, o que impede que o frete de retorno seja mais praticado?</b>
22/03/2018	Bitrem	37	Santos	MG	2	2,8	6	Falta de tombador e demora no carregamento
22/03/2018	Bicaçamba	36	Santos	SP	2	3	5	
22/03/2018	Bicaçamba	36	Santos	MS	2	3	6	Baixo valor do frete e demora no carregamento
22/03/2018	Carreta	32	Santos	MG	2	3	3	
22/03/2018	Bicaçamba	37	Santos	SP	2	3	7	Baixo valor do frete e demora no carregamento
22/03/2018	Bicaçamba	37	Santos	SP	2	3	5	
22/03/2018	Bicaçamba	36	Santos	SP	1,8	2,8	9	Baixo valor do frete
22/03/2018	Carreta	32	Santos	SP	2	3	6	
22/03/2018	Bitrem	36	Santos	SP	1,6	2,5	1	
22/03/2018	Bitrem	36	Santos	SP	1,8	2,8	0	
22/03/2018	Bitrem	35	Santos	MS	2	3	0	Contrato de transporte
22/03/2018	Bitrem	38	Santos	SP	2	3	7	Baixo valor do frete
22/03/2018	Bitrem	37	Santos	MT	2	3,2	5	Falta de tombador e demora no carregamento
22/03/2018	Bicaçamba	35	Santos	MT	2	2,7	3	
22/03/2018	Carreta	32	Santos	SP	2	3	1	
22/03/2018	Bitrem	36,5	Santos	MT	2	3	7	Baixo valor do frete, falta de tombador, demora no carregamento
22/03/2018	Rodotrem	50	Santos	MT	1,7	3	8	Baixo valor do frete
22/03/2018	Bicaçamba	37	Santos	SP	1,8	2,5	9	Baixo valor do frete
22/03/2018	Bicaçamba	37	Santos	SP	2	3	0	
22/03/2018	Bicaçamba	36	Santos	SP	1,8	2,5	1	
22/03/2018	Bicaçamba	37	Santos	SP	2	3	4	Baixo valor do frete e demora no carregamento

<b>Data</b>	<b>Qual o caminhão utilizado?</b>	<b>Qual a capacidade do veículo (t)?</b>	<b>Porto de destino</b>	<b>Estado de origem</b>	<b>Qual o consumo médio por km na rota de ida (km/L)?</b>	<b>Quando volta vazio, qual o consumo de combustível por km rodado?</b>	<b>De cada 10 viagens, em quantas volta vazio?</b>	<b>Na sua visão, o que impede que o frete de retorno seja mais praticado?</b>
22/03/2018	Bicaçamba	35	Santos	SP	1,8	3	1	
22/03/2018	Bicaçamba	35	Santos	MG	1,8	2,5	0	Contrato de transporte
22/03/2018	Bicaçamba	36	Santos	SP	2	2,8	0	
22/03/2018	Bitrem	37	Santos	GO	1,9	3	0	Contrato de transporte
22/03/2018	Bitrem	37	Santos	MT	1,7	2,3	7	Falta de tombador e demora no carregamento
22/03/2018	Carreta	32	Santos	GO	2	3	3	
22/03/2018	Bitrem	37	Santos	MG	2,5	3,5	6	Baixo valor do frete e demora no carregamento
22/03/2018	Bicaçamba	36	Santos	SP	2	3	5	Baixo valor do frete e demora no carregamento
22/03/2018	Bicaçamba	36	Santos	MS	2	3	6	Falta de tombador e demora no carregamento
22/03/2018	Carreta	32	Santos	MG	1,8	3	3	
22/03/2018	Bicaçamba	37	Santos	SP	2	3	7	Baixo valor do frete e demora no carregamento
22/03/2018	Bicaçamba	37	Santos	SP	2,2	3	5	
22/03/2018	Bicaçamba	36	Santos	SP	1,8	2,5	9	Baixo valor do frete
22/03/2018	Carreta	32	Santos	SP	1,9	3	6	Baixo valor do frete e demora no carregamento
22/03/2018	Bitrem	36	Santos	SP	2	3	1	
22/03/2018	Bitrem	36	Santos	SP	1,8	2,5	0	
22/03/2018	Bitrem	35	Santos	MS	2	3	0	Contrato de transporte
22/03/2018	Bitrem	38	Santos	SP	2	3	7	Baixo valor do frete e demora no carregamento
22/03/2018	Bitrem	37	Santos	MT	1,8	2,8	5	
22/03/2018	Bicaçamba	35	Santos	MT	2	2,7	3	
22/03/2018	Carreta	32	Santos	SP	2	3	1	

<b>Data</b>	<b>Qual o caminhão utilizado?</b>	<b>Qual a capacidade do veículo (t)?</b>	<b>Porto de destino</b>	<b>Estado de origem</b>	<b>Qual o consumo médio por km na rota de ida (km/L)?</b>	<b>Quando volta vazio, qual o consumo de combustível por km rodado?</b>	<b>De cada 10 viagens, em quantas volta vazio?</b>	<b>Na sua visão, o que impede que o frete de retorno seja mais praticado?</b>
22/03/2018	Bitrem	36,5	Santos	MT	2	3	7	Baixo valor do frete e demora no carregamento
22/03/2018	Rodotrem	50	Santos	MT	1,7	3	8	Baixo valor do frete e demora no carregamento
22/03/2018	Bicaçamba	37	Santos	SP	1,8	2,8	9	Baixo valor do frete e demora no carregamento
22/03/2018	Bicaçamba	37	Santos	SP	2	3	0	
22/03/2018	Bicaçamba	36	Santos	SP	1,5	2,5	1	
22/03/2018	Bicaçamba	37	Santos	SP	2	3	4	
22/03/2018	Bicaçamba	35	Santos	SP	2,2	3	1	
22/03/2018	Bicaçamba	35	Santos	MG	1,7	2,5	0	
22/03/2018	Bicaçamba	36	Santos	SP	1,5	2,5	0	
22/03/2018	Bitrem	37	Santos	GO	2	3	0	