

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS DE SÃO PAULO

LUCIANE PEREIRA BARBOSA

**SUSTENTABILIDADE E COMPETITIVIDADE NA CADEIA LOGÍSTICA:
REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA COM O USO DO MODAL
DE TRANSPORTE CABOTAGEM.
ESTUDO DE CASO**

SÃO PAULO

2018

LUCIANE PEREIRA BARBOSA

**SUSTENTABILIDADE E COMPETITIVIDADE NA CADEIA LOGÍSTICA:
REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA COM O USO DO MODAL
DE TRANSPORTE CABOTAGEM.
ESTUDO DE CASO**

Trabalho Aplicado apresentado à Escola de
Administração de Empresas de São Paulo, da
Fundação Getulio Vargas, como requisito para
obtenção do título de Mestre em Gestão para a
Competitividade.

Campo de conhecimento: Sustentabilidade

Orientador: Prof. Dr. Jorge Juan Soto Delgado

SÃO PAULO

2018

Barbosa, Luciane Pereira.

Sustentabilidade e competitividade na cadeia logística : redução de emissões de gases de efeito estufa com o uso do modal de transporte cabotagem : estudo de caso / Luciane Pereira Barbosa. - 2018.

78 f.

Orientador: Jorge Juan Soto Delgado

Dissertação (MPGC) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo.

1. Sustentabilidade. 2. Concorrência. 3. Eletrodomésticos - Indústria. 4. Transporte de mercadorias – Aspectos ambientais. 5. Logística empresarial – Aspectos ambientais. I. Delgado, Jorge Juan Soto. II. Dissertação (MPGC) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo. III. Título.

CDU 658.86/.87::504.75

LUCIANE PEREIRA BARBOSA

**SUSTENTABILIDADE E COMPETITIVIDADE NA CADEIA LOGÍSTICA:
REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA COM O USO DO MODAL
DE TRANSPORTE CABOTAGEM.
ESTUDO DE CASO**

Trabalho Aplicado apresentado à Escola de
Administração de Empresas de São Paulo, da
Fundação Getulio Vargas, como requisito para
obtenção do título de Mestre em Gestão para a
Competitividade.

Campo de conhecimento: Sustentabilidade

Data de aprovação:

Banca examinadora:

Prof. Dr. Jorge Juan Soto Delgado (Orientador)
FGV-EAESP

Profa. Dra. Cristiane Biazzin
FGV-EAESP

Prof. Dr. Célio Andrade
EAUFBA/NPGA

DEDICATÓRIA

Beatriz, minha filha, este trabalho é dedicado a ti, para que você encontre um mundo melhor, mais limpo, mais justo, divertido e bonito quando tiveres minha idade...

AGRADECIMENTOS

O livro do Gênesis, o primeiro da Bíblia Sagrada, nos conta que depois que Deus criou todas as coisas e viu que tudo era muito bom, o Criador delegou ao Homem o domínio sobre a Terra (Gênesis 1:27-31). Que grande responsabilidade o Senhor colocou em nossas mãos! Preservar a Terra para que possa ser usufruída pelas futuras gerações é um dos princípios da Sustentabilidade.

E quando penso em futuras gerações, penso primeiramente na minha filha Beatriz e no meu sobrinho João e no meu desejo de entregar a eles um mundo melhor do que o meu. A eles meu agradecimento pela paciência por aguardar por mamãe e Tia Lu, que não apareceu para brincar por esses dias.... “Ah! Ela está estudando! Mas tia Lu, quando é que essa sua prova acaba? ”

Ao meu amado esposo Waldemir, pelo seu incentivo, revisões de texto, muitas ideias e, principalmente, pelo seu maravilhoso café, adoçado com amor, que me movia nas madrugadas.

Aos meus pais, Claudio e Eunice, pelo apoio infinito na realização deste curso e pela atenção e carinho no cuidado da Beatriz durante os dias dessa jornada maravilhosa.

A Jorge Soto, meu professor orientador, pela amizade, paciência e compreensão das nossas lutas diárias. A você minha eterna gratidão e amizade.

Aos professores convidados da banca examinadora, grata por aceitarem participar desta jornada.

Aos colegas e professores da FGV/MPGC pelo conhecimento compartilhado de forma tão generosa. Estamos unidos na missão de cuidar de nosso Planeta.

Aos colegas da Electrolux, por compartilhar suas experiências profissionais para este trabalho.

E, a Deus, o Criador de todas as coisas, louvo por ter me dado todas estas pessoas e este mundo lindo para cuidar! Aleluia!

“Criou Deus o homem à sua imagem, à imagem de Deus o criou; homem e mulher os criou. Deus os abençoou, e lhes disse: "Sejam férteis e multipliquem-se! Encham e subjuguem a terra! Dominem sobre os peixes do mar, sobre as aves do céu e sobre todos os animais que se movem pela terra".... E Deus viu tudo o que havia feito, e tudo havia ficado muito bom”.

Bíblia Sagrada – Livro do Gênesis 1:27-31

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo levantar, analisar e divulgar a sustentabilidade ambiental no transporte por cabotagem na operação de logística de uma empresa fabricante de eletrodomésticos. O método usado foi um estudo de caso único, sobre a sustentabilidade no transporte por cabotagem, focando seus impactos na emissão de CO₂ na cadeia logística das operações da empresa no Brasil. Devido às dimensões continentais de nosso país, a cadeia logística é um grande desafio para atender às demandas de clientes com rapidez mantendo a sua competitividade e segurança. Dentro deste contexto a partir de 2015 a empresa intensificou o uso do transporte marítimo de cabotagem visando a redução de custos com seguros e evitar problemas com roubo de cargas. Porém uma externalidade positiva passou despercebida, que é a redução nas emissões de CO₂ devido ao uso deste modal. Uma das metas em Sustentabilidade da empresa é minimizar o seu impacto climático, impedindo a liberação de 25 milhões de toneladas de dióxido de carbono e seus equivalentes (CO₂e) ao longo de 15 anos, entre 2005 e 2020, e um dos caminhos é promover o uso de modais de transporte mais eficientes. Na revisão da literatura evidenciou-se que as emissões de CO₂ por transporte rodoviário podem ser até 10 vezes maiores que o transporte marítimo para um mesmo volume de produto transportado (SCHMIED e KNÖRR, 2012). Portanto, esta pesquisa foi realizada através da análise exploratória sobre os dados dos embarques realizados pela empresa no período de janeiro/2015 a agosto/2018 e cálculo do impacto das emissões de CO₂ dos respectivos embarques, adotando-se o método proposto na norma CEN - EN 16258 – “Metodologia para o cálculo e declaração do consumo de energia e das emissões de gases com efeito de estufa dos serviços de transporte”. Esse trabalho visa contribuir para o estudo sobre sustentabilidade em cadeias logísticas e trazer maior clareza aos gestores sobre os impactos positivos à competitividade e ao meio ambiente ao adotar transportes alternativos ao tradicional rodoviário.

Palavras-chave: sustentabilidade, competitividade, logística de baixo carbono, logística sustentável, logística verde, transportes, transporte rodoviário, transporte marítimo, cabotagem, indústria de eletrodomésticos.

ABSTRACT

This work analyzes and propagates the sustainability of cabotage transport in the logistics operation of a home appliances manufacturing company. The research method was a case study, unique and holistic, about cabotage transport and its impacts on CO₂ emissions in the logistics chain of the company's operations in Brazil. The continental dimensions of this country lead to a significant challenge in the logistics chain to meet the demands of customers, while quickly maintaining its competitiveness and safety. In this context, starting in 2015, the company intensified the use of cabotage shipping in order to reduce insurance costs and avoid problems with cargo theft. Nevertheless, a positive externality went unnoticed: the reduction in CO₂ emissions due to the use of this modal. One of the company's sustainability goals is to minimize its climate impact by preventing the release of 25 million tonnes of carbon dioxide and its equivalents (CO₂e) over 15 years between 2005 and 2020, and one way is to promote the use of more efficient transport modes. In the review of the literature, it has shown that CO₂ emissions by road transport can be up to 10 times greater than maritime transport for the same volume of transported product (SCHMIED and KNÖRR, 2012). Therefore, this research was carried out through the exploratory analysis on the data of shipments made by the company from January/2015 to August/2018 and calculation of the impact on CO₂ emissions of the respective shipments, adopting the method proposed in CEN- EN 16258 - "Methodology for calculating and reporting energy consumption and greenhouse gas emissions from transport services". This paper aims to contribute to the study on sustainability in logistics chains and to bring greater clarity to managers about the positive impacts in competitiveness and environment when adopting an alternative mode of transport to the traditional road transport.

Key words: sustainability, competitiveness, low carbon logistics, sustainable logistics, green logistics, transport, road transport, shipping, cabotage, home appliance industry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1. Participação estimada na geração dos GEE antropogênicos em 2014.	20
Gráfico 2. Crescimento das emissões de CO ₂ a partir de combustíveis fósseis até 2015.	21
Gráfico 3. Emissões mundiais de CO ₂ por combustíveis fósseis, por setor em 2015.	22
Gráfico 4. Participação no consumo de energia pelos diferentes modais de transporte em 2015.	22
Gráfico 5. Emissões mundiais de CO ₂ do Setor de Transportes, 1990-2015.	23
Gráfico 6. Participação dos modais no transporte de carga no Brasil em 2015.	24
Gráfico 7. Emissões de CO ₂ do Setor de Transportes no Brasil em 2015.	24
Gráfico 8. Contribuição às Emissões de CO ₂ por setor/atividade, no Brasil (2015).	25
Gráfico 9. Taxas de emissão de CO ₂ médios em g/t.km, calculado com base no mix de energia da lista de veículos padrão da comunidade europeia (EU 25).	35
Gráfico 10. Total de embarques realizados, por mês, com destaque aos embarques por navio.	55
Gráfico 11. Embarques realizados por via marítima, por origem e total por ano.	56
Gráfico 12. Fator de emissão específico de CO ₂ (média mensal Electrolux por embarque) x % embarques por Navio.	57
Gráfico 13. Fator de emissão específico de CO ₂ x % embarques por Navio.	57
Gráfico 14. Nº embarques por origem x Índices de Emissão CO ₂ , por tipo veículo.	59
Gráfico 15. Variação emissão CO ₂ (ton) em relação à Janeiro 2015 x Embarques Navio.	61
Gráfico 16. Fator de emissões de CO ₂ total - evolução mensal	62
Gráfico 17. Custo por Tipo de Veículo (USD/m ³ .km)	64
Gráfico 18. Custo Específico Mensal x % Embarques por Navio.	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Consumo de energia e emissão de CO ₂ típicos para alguns veículos de carga e navios, base América do Sul.....	36
Tabela 2. Promessas em Sustentabilidade	45
Tabela 3. Esquema Comparativo/Coleta dos Dados – período 2015/2018	48
Tabela 4. Lista de Entrevistados.....	49
Tabela 5. Total de embarques realizados por ano, por tipo de viagem.	52
Tabela 6. Total de embarques realizados, por tipo de veículo, sem carrossel.....	54
Tabela 7. Fatores de Emissão de CO ₂ típicas para Electrolux	59
Tabela 8. Cálculo comparativo em relação a Janeiro/2015 (exemplo).....	60
Tabela 9. Custo Específico médio por tipo de veículo em USD/m ³ .km.....	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AM	Estado do Amazonas
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
CH ₄	Representação química do Gás Metano
CNT	Confederação Nacional do Transporte
CO ₂	Representação química do Dióxido de Carbono
CO ₂ e	Equivalência em dióxido de carbono, expressa a quantidade de gases de efeito estufa (GEEs) em termos equivalentes da quantidade de dióxido de carbono.
COP21	21ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
GCSBC	Gestão de Cadeia de Suprimentos de Baixo Carbono
GCSS	Gestão de Cadeia de Suprimentos Sustentável
GCSV	Gestão de Cadeia de Suprimentos Verde
GEE	Gases de Efeito Estufa
GHG	Green House Gases
km	Kilometro
LTL	Less Than Truckload (significa embarque utilizando menos que a capacidade total do caminhão, ou carga fracionada)
m ³	Metro Cúbico
N ₂ O	Representação química do Gás Nitroso
NTM	Network for Transport Measures
ODS	Objetivos para Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PA	Estado do Pará
PIB	Produto Interno Bruto
PNLT	Plano Nacional de Logística e Transportes
SEK	Coroa Sueca (moeda nacional da Suécia)
SP	Estado de São Paulo
TCD	Transportation Carbon Dashboard
TEU	Twenty-foot Equivalent Unit (representa a capacidade de carga de um container marítimo normal, de 20 pés de comprimento, por 8 de largura e 8 de altura.
TKU	Toneladas-Quilometro-Úteis

TL	Truck Load (significa embarque utilizando a capacidade total do caminhão)
USD	Dólares Americanos (moeda nacional dos Estados Unidos da América)

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. Organização do Estudo	18
2. REVISÃO DA LITERATURA	19
2.1. Sobre Externalidade	19
2.2. Sobre Mudanças Climáticas e Transporte	20
2.3. Sobre Logística de Baixo Carbono	25
2.4. Sobre Transporte de Cabotagem	28
2.5. A Cabotagem no mercado brasileiro atual	32
2.6. Cabotagem e Sustentabilidade	34
2.7. Sobre a Norma EN-16258	37
3. METODOLOGIA	41
3.1. Definição do Estudo de Caso	41
3.2. Coleta de Dados	43
3.3. Histórico e Contextualização do Caso	44
3.3.1. Sobre a Electrolux	44
3.3.2. Desenvolvimento Sustentável e Logística na Electrolux	45
3.3.3. Gestão de Riscos e Logística na Electrolux	46
4. RESULTADOS E ANÁLISE	49
4.1. Entrevista Focada	49
4.2. Cálculo das emissões de CO ₂ e	51
4.3. Total de Embarques Realizados	52
4.4. Evolução dos Embarques de Cabotagem	54
4.5. Emissões CO ₂ versus % Cabotagem	56
4.6. Emissões de CO ₂	58
4.6.1. Fatores de emissão típicos da Electrolux	58
4.6.2. Redução emissões de CO ₂ em relação ao ano 2015	60
4.6.3. Emissões de CO ₂ por volume dos embarques	61
4.7. Impacto em Custo	62
5. CONCLUSÕES	65
REFERÊNCIAS	68
ANEXO 1	76

1. INTRODUÇÃO

O Transporte traz desenvolvimento, liga as pessoas, conecta as comunidades locais ao mundo, constrói mercados e facilita o comércio. Por sua vez, o transporte sustentável traz desenvolvimento sustentável, fundamental para atender à necessidade das pessoas na sua vida pessoal e econômica, enquanto respeita a necessidade das gerações futuras (UNITED NATIONS, 2016).

Porém, o transporte transcende a importância econômica e social, pois é um dos principais contribuintes para vários problemas ambientais relacionados à emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE).

Nas últimas décadas as empresas vêm sendo pressionadas para serem mais responsáveis ambientalmente, entretanto muitas continuam a procurar por vantagem competitiva e eficiência operacional com foco em custos mais baixos e prazos de entrega mais curtos, enquanto isso, as questões ambientais são postas de lado. Assim, os aspectos ambientais correm o risco de se tornar um fardo no futuro se os seus efeitos não forem identificados e quantificados da mesma forma que o lucro e os custos (ARONSSON e BRODIN, 2006).

Ainda não existe uma definição universalmente reconhecida para “Transporte Sustentável”, sendo que alguns autores (WAHNSCHAFFT, 2014; ELIASSON e PROOST, 2015; SOUSA, ROSETA-PALMA, MARTINS, 2015) apresentam diferentes conceitos que convergem para a seguinte definição proposta pela ONU:

“O transporte sustentável é a prestação de serviços e infra-estrutura para a mobilidade de pessoas e bens - avanço do desenvolvimento econômico e social para beneficiar as gerações de hoje e futuras – de forma segura, acessível em termos de custo e disponibilidade, eficiente e resiliente, minimizando o carbono e outras emissões e impactos ambientais.” (UNITED NATIONS, 2016)

Em 2016 a ONU publicou o relatório “Mobilizando o Transporte Sustentável para o Desenvolvimento”, no qual faz uma série de recomendações para políticas públicas e uma crítica à forma tradicional adotada para atender às demandas de transporte de passageiros e carga que é providenciar infraestrutura adicional (ex, ampliar estradas), Porém, esta solução

não tem trazido bons resultados em termos de Sustentabilidade. Portanto, propõe uma nova abordagem para os desafios em transporte: “Evitar-Trocar-Melhorar”:

- a) **Evitar:** viagens ou transportes desnecessários, por exemplo, através do planejamento urbano integrado, cadeias de suprimento menos extensas ou complexas e uso de alternativas de comunicação como videoconferência e home-office.
- b) **Trocar:** substituir os meios de transporte por outros mais eficientes ou ambientalmente mais amigáveis, capazes de atender às necessidades e demandas de transporte (ex. viajar em horário fora do pico do trânsito, mudar o transporte rodoviário por aquaviário).
- c) **Melhorar:** a performance ambiental dos veículos e equipamentos através de tecnologia, regulamentação e preço, de forma que se tornem mais eficientes no consumo de energia e menos intensivos na emissão de CO₂.

É importante ressaltar que as medidas consideradas acima podem trazer, além dos benefícios econômicos, impactos positivos sobre a segurança das viagens, reduzindo o risco de acidentes (BARTHOLOMEU et al, 2016).

Este trabalho nasceu a partir da observação de uma situação vivida por uma empresa fabricante de eletrodomésticos, a Electrolux do Brasil, em sua área de Logística. A empresa possui operações em diferentes regiões e devido às dimensões continentais do Brasil, sua diversidade regional e as condições de infraestrutura da malha viária, a operação logística no país é considerada a mais complexa de todas as operações no mundo pelo Grupo Electrolux.

Em 2014 a empresa vinha sofrendo muitas perdas na rota Manaus (AM)/São Carlos (SP) devido a um elevado número de acidentes e roubos no transporte rodoviário de seus produtos. Por conseguinte, os custos com seguro, frete e problemas com qualidade e atrasos na entrega a clientes vinham se agravando. Diante desta situação, uma das medidas adotadas para mitigar estes problemas foi a intensificação do uso do sistema intermodal, fazendo a rota Manaus/Santos por Cabotagem, ou transporte marítimo pela costa, completando a rota com o modal rodoviário.

Como resultado, a empresa reportou que houve uma redução significativa no número de acidentes, custos com seguro e frete, cargas avariadas (danos causados por choques durante o transporte) bem como o índice de entregas dentro do prazo para os clientes melhorou.

Porém, uma externalidade a este processo passou despercebida. Com a mudança para este sistema intermodal é provável que tenha ocorrido uma redução nas emissões de CO₂ das viagens, pois é conhecido que o transporte de cabotagem tem uma emissão de CO₂ bem menor que o transporte rodoviário para o mesmo volume de carga (IEA, 2017; IFEU 2008).

A Electrolux possui objetivos bem ambiciosos em Sustentabilidade, sendo que estabeleceu como meta a redução à metade das emissões de CO₂ de 2005 até 2020, evitando a liberação de 25 milhões de toneladas de CO₂ na atmosfera. A empresa relata que as emissões de CO₂ na cadeia logística é maior que a emissão de todas as suas operações industriais no mundo. Aproximadamente 315.000 toneladas de CO_{2e} são emitidas através da distribuição dos seus produtos, seja via marítima, terrestre ou aérea (ELECTROLUX, 2017).

Os principais modos, ou modais, de transporte de carga são o aeroviário, aquaviário, dutoviário, ferroviário e rodoviário. Os termos intermobilidade ou multimodalidade se referem quando mais de um modal combinados são usados, dependendo do tipo de operação logística, para resolver as necessidades do embarcador da carga (MIRA, 2017).

Como parte do sistema de transporte, a navegação de cabotagem é definida pela Lei Nº 9.432 (BRASIL, 1997) como “a realizada entre portos ou pontos do território brasileiro, utilizando a via marítima ou esta e as vias navegáveis interiores”. Em outras palavras, é a movimentação de cargas nacionais por via aquática.

Vários autores apontam que o transporte aquaviário pode ser mais sustentável que os deslocamentos por rodovia. Lachmann e Castro Junior (2009), Ballou (2007), Christopher (2007) e Durães Filho et al (2011), ANTAQ (2011), Lucas (2012), CNT (2013), Machline (2011), indicam que há muitas vantagens inerentes ao modo aquaviário de transporte, sendo economicamente mais viável que outros modais, mais seguro e menos poluente. Para o Brasil, com sua grande costa marítima, o transporte de carga aquaviário, ou por cabotagem pode ser fator fundamental de melhoria ambiental.

Barbosa, Musetti e Kurumoto (2006) expõem que o desempenho logístico é determinante para uma maior competitividade empresarial, levando uma gestão logística mais sustentável. Daí

decorre a necessidade em buscar por alternativas ao transporte rodoviário, surgindo a opção do transporte de cabotagem.

Escolher o modal de transporte mais adequado pode ser desafiador uma vez que as empresas devem analisar características como preço do frete, capacidade, confiabilidade, disponibilidade, frequência e velocidade. Cada modal tem características diferentes e levam a diferentes condições de desempenho econômico e ambiental (Meixell e Norbis, 2008).

Enquanto isso, Porter e Van der Linde (1995) argumentam que a redução das causas raiz dos impactos ambientais podem trazer benefícios econômicos relevantes para as empresas, em termos de custos, eficiência e competitividade.

Porém, ainda há poucos estudos examinando o efeito de incorporar objetivos ambientais na seleção do modal de transporte das empresas sob diferentes políticas de redução de CO₂. Alguns estudos mostram que podem haver resultados positivos na redução das emissões de GEE nos transportes e outros processos da cadeia de suprimentos (RIZET et al., 2010; SAUNDERS e BARBER, 2007; ABDUAZIZ et al.; IGL e KELLNER, 2017; CHEN e WANG, 2016).

Assim, partindo da abordagem proposta pela ONU para o transporte sustentável, “Evitar-Trocar-Melhorar” (UNITED NATIONS, 2016), nossa pesquisa visa abordar esta lacuna na literatura através da seguinte Questão de Pesquisa:

“Como a adoção do modelo de transporte marítimo de cabotagem pode reduzir custos e ao mesmo tempo contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa?”

Para responder à Questão de Pesquisa e analisar as vantagens e desvantagens da troca de modal de transporte, realizou-se um Estudo de Caso Único, sobre a sustentabilidade no transporte por cabotagem e seus impactos na emissão de CO₂ na cadeia logística das operações de uma empresa fabricante de eletrodomésticos, a própria Electrolux do Brasil.

Foi examinado um período de 44 meses (Janeiro/2015 a Agosto/2018). Os resultados finais mostraram que a empresa pode ter evitado a emissão de 26.654 toneladas de CO₂ devido à troca do modal neste período. Além disso o custo dos embarques caiu de um patamar médio de USD 90/m³.km (2015) para USD 70/m³.km (2018).

1.1. Organização do Estudo

Esta pesquisa está organizada em 5 grandes tópicos:

- **Capítulo 2. Revisão da Literatura:** revisão teórica sobre estudos relacionados a emissão de CO₂, externalidade, cadeia logística, transporte de Cabotagem e sobre a Norma EN - 16258.
- **Capítulo 3. Metodologia:** apresentação do Estudo de Caso, contextualização e metodologia aplicada;
- **Capítulo 4. Resultados e Análise:** cálculo do impacto das emissões de CO₂ sobre os embarques realizados pela empresa no período de janeiro/2015 a agosto/2018, análise dos resultados observados no Estudo de Caso;
- **Capítulo 5. Conclusões:** traz o fechamento dos resultados obtidos nas análises, detalha as limitações do estudo, contribuições deixadas e sugestões para próximos estudos.
- **Referências:** discrimina os trabalhos que deram suporte e embasamento a esta pesquisa.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Sobre Externalidade

Para melhor compreensão deste estudo, é importante primeiramente abordar o conceito de Externalidade. De acordo com Mankiw (2013), “Externalidade é o impacto das ações de uma pessoa sobre o bem-estar de outras que não participam daquelas ações.”

Uma externalidade surge quando uma pessoa, uma empresa ou uma organização, se dedica a uma ação que provoca impacto no bem-estar de um terceiro que não participa dessa ação, sem pagar nem receber nenhuma compensação por esse impacto. Se o impacto sobre o terceiro é adverso, é denominado *externalidade negativa*. Se é benéfico, é chamado *externalidade positiva*.

Quando há externalidades, o interesse da sociedade sobre o resultado de uma determinada atividade vai além do bem-estar dos participantes ou diretamente interessados em tal atividade; passa a incluir também o bem-estar de terceiros que são indiretamente afetados. Para mitigar ou incentivar tais externalidades, são gerados controles, na maioria pelas autoridades governamentais, por meio de regulamentações, regras, incentivos financeiros ou inovações tecnológicas (PORTER e VAN DER LINDE, 1995).

O conceito de Externalidade é originário dos estudos de Economia, porém vem sendo utilizado largamente na área de Sustentabilidade em referência aos impactos ambientais gerados pelas atividades das empresas e da sociedade como um todo (LAZAR, 2018). Por exemplo, a poluição dos rios pela falta de tratamento adequado de esgoto doméstico e resíduos industriais.

O aquecimento global causado pela emissão dos Gases de Efeito Estufa é uma externalidade negativa, cuja resolução requer um grau sem precedentes de cooperação e coordenação internacional. Essa externalidade global de mudança climática tem sido considerada como o problema público mais difícil que a humanidade já enfrentou (WEITZMAN, 2014).

2.2. Sobre Mudanças Climáticas e Transporte

Desde o século passado cientistas vêm observando que as concentrações de dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera têm aumentado significativamente em comparação ao nível da era pré-industrial em cerca de 280 partes por milhão (ppm). Em 2016, a concentração média de CO_2 (403 ppm) foi cerca de 40% superior à de meados dos anos 1800, com um crescimento médio de 2 ppm / ano nos últimos dez anos. Aumentos significativos também ocorreram nos níveis de metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O). Constatou-se que estes gases absorvem parte da radiação infravermelha refletida pela superfície terrestre, impedindo que a radiação escape para o espaço e aquecendo a superfície da Terra. Estes gases ficaram conhecidos por Gases do Efeito Estufa (GEE), devido ao seu efeito no aumento na temperatura média da atmosfera terrestre, com consequências danosas para o clima do planeta. Fenômenos como secas prolongadas, furacões mais intensos e o derretimento das geleiras podem ser citados como um dos efeitos mais evidentes, afetando a vida no Planeta Terra (IEA, 2017a).

O Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (Grupo de Trabalho I) afirma que a influência humana no clima é clara (IPCC, 2013). Entre as muitas atividades humanas que produzem GEEs, o uso de energia representa, de longe, a maior fonte de emissões, cerca de 68% das emissões globais (IEA, 2017a). Tem menor participação a agricultura, produzindo principalmente CH_4 e N_2O , e processos industriais não relacionados à geração de energia, produzindo principalmente gases fluorados e N_2O (Gráfico 1).

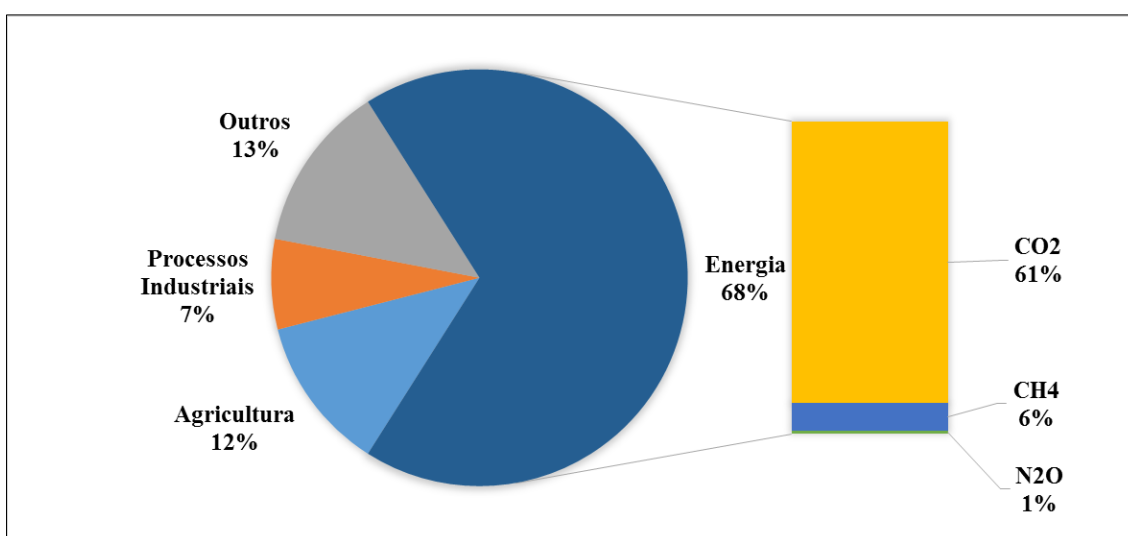


Gráfico 1. Participação estimada na geração dos GEE antropogênicos em 2014.

Fonte: International Energy Agency, 2017^a, p. 9.

Nota: gráfico traduzido e elaborado pela autora.

A crescente demanda por energia é decorrente do crescimento e desenvolvimento econômico mundial, sendo que a geração de energia a partir de combustíveis fósseis desempenhou um papel fundamental na tendência ascendente das emissões de CO₂ (IEA, 2017a). Desde a Revolução Industrial, as emissões anuais de CO₂ resultante da combustão de combustíveis fósseis aumentaram dramaticamente de quase zero para mais de 33 GtCO₂ em 2015 (Gráfico 2).

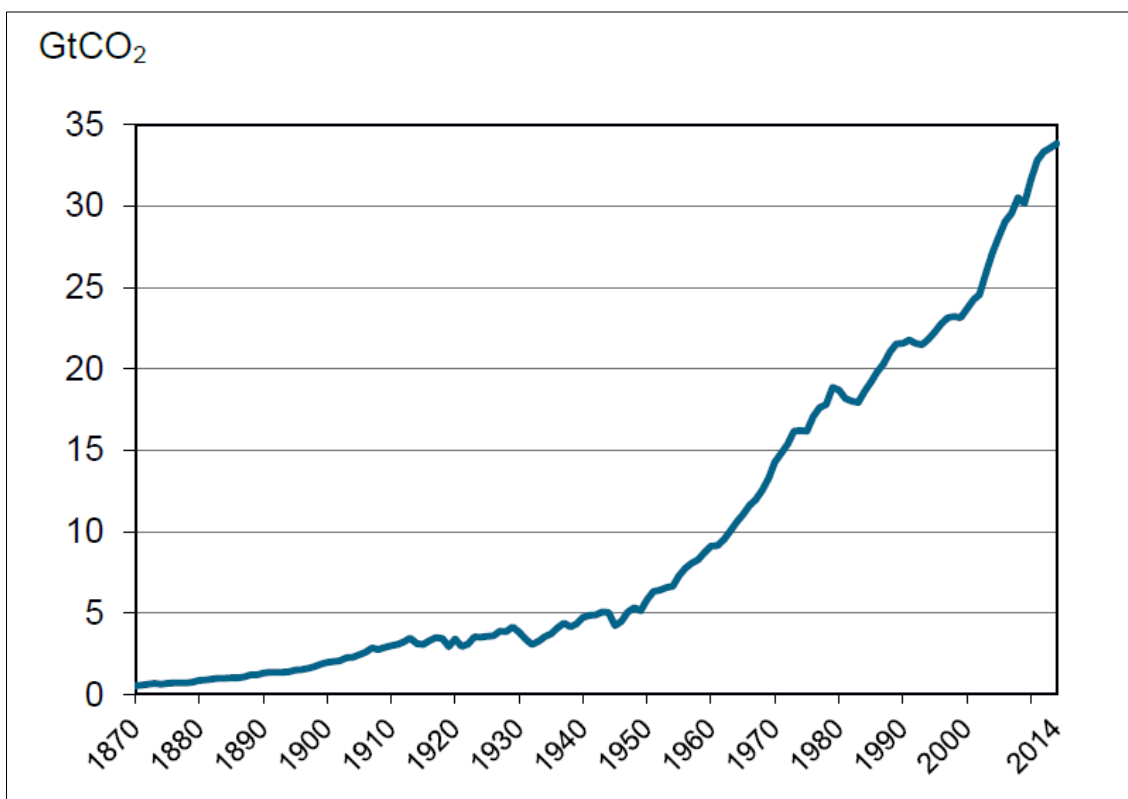


Gráfico 2. Crescimento das emissões de CO₂ a partir de combustíveis fósseis até 2015.
Fonte: International Energy Agency, 2017a, p. 10.

Apesar do crescimento do uso de energia “não fóssil”, especialmente na geração de eletricidade, onde atualmente representa 34% do valor global (incluindo energia nuclear, energia hidrelétrica e outras fontes renováveis), a participação dos combustíveis fósseis no fornecimento mundial de energia tem permanecido inalterada nas últimas quatro décadas. Em 2015, as fontes fósseis foram responsáveis por 82% do total do suprimento primário de energia mundial (IEA, 2017a). Neste cenário, dois setores produziram dois terços das emissões globais de CO₂ a partir da utilização de combustíveis fósseis em 2015: a geração de eletricidade e aquecimento (42%) e o transporte, representando 24% (Gráfico 3).

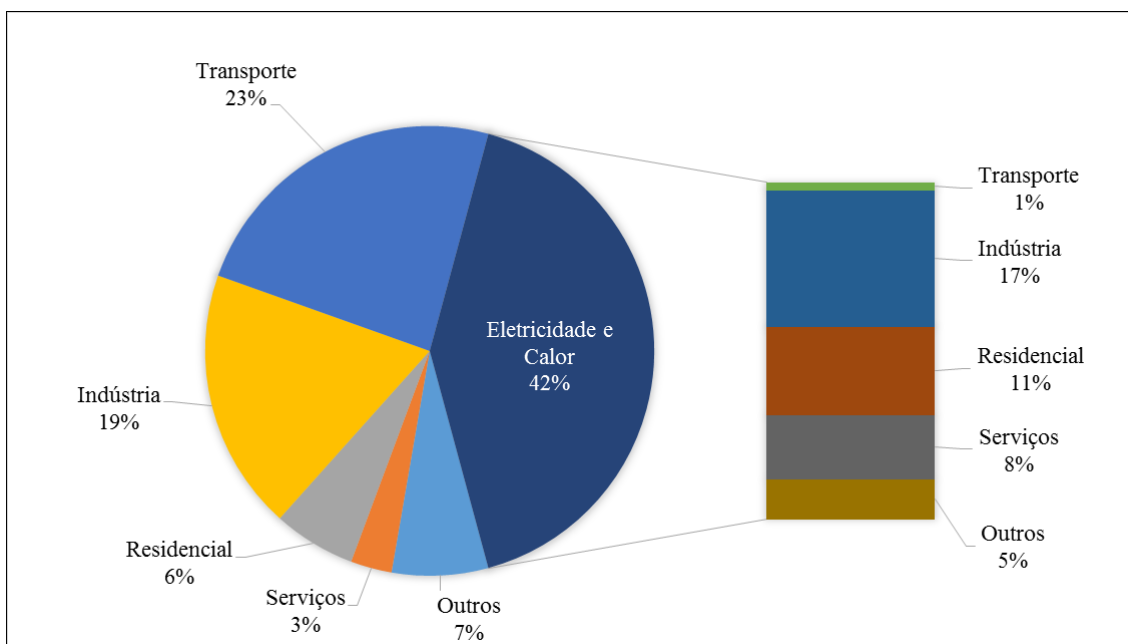


Gráfico 3. Emissões mundiais de CO₂ por combustíveis fósseis, por setor em 2015.

Fonte: International Energy Agency, 2017a, p.12.

Nota: gráfico traduzido e elaborado pela autora.

Focando no setor de Transportes, o consumo de energia mundial é dominado pelos veículos terrestres (91%), como veículos de passageiros e de carga (caminhões), representando em conjunto cerca de 88%. O transporte aéreo representa 6% enquanto que os meios de transporte aquaviário e ferroviário representam cerca de 4% (Gráfico 4).

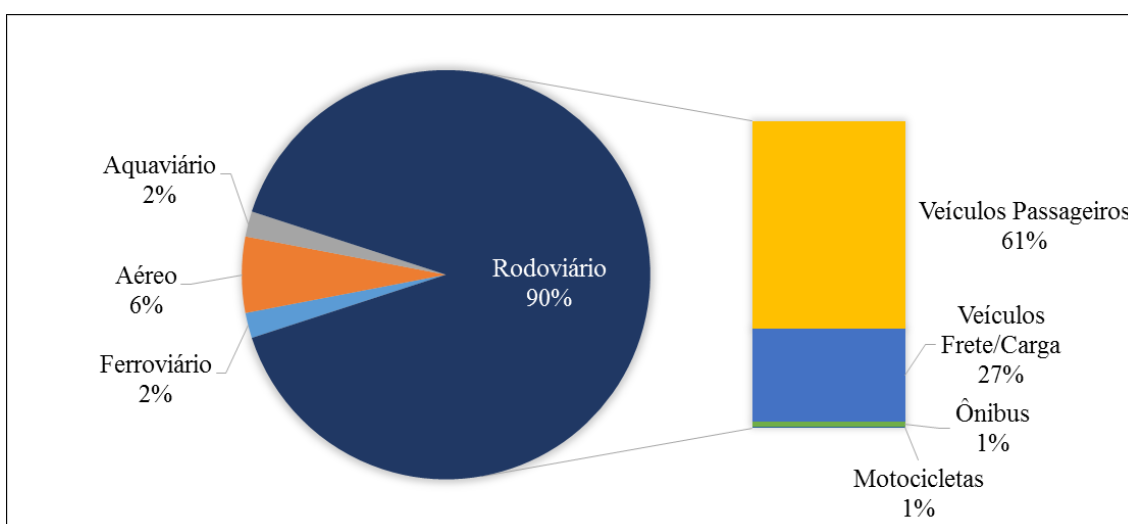


Gráfico 4. Participação no consumo de energia pelos diferentes modais de transporte em 2015.

Fonte: International Energy Agency, 2017b, p. 9.

Nota: gráfico traduzido e elaborado pela autora.

Quando se trata das emissões de CO₂ no setor de transportes, houve um aumento de 68% desde 1990 (Gráfico 5), liderado pelo aumento das emissões do modal rodoviário. Apesar dos esforços mundiais para limitar as emissões do transporte, entre 1990 e 2015, as emissões dos modais marítimo e aéreo também cresceram, a um ritmo ainda mais rápido do que o rodoviário (marítimo: + 77%, aviação: + 105%), (IEA, 2017a).

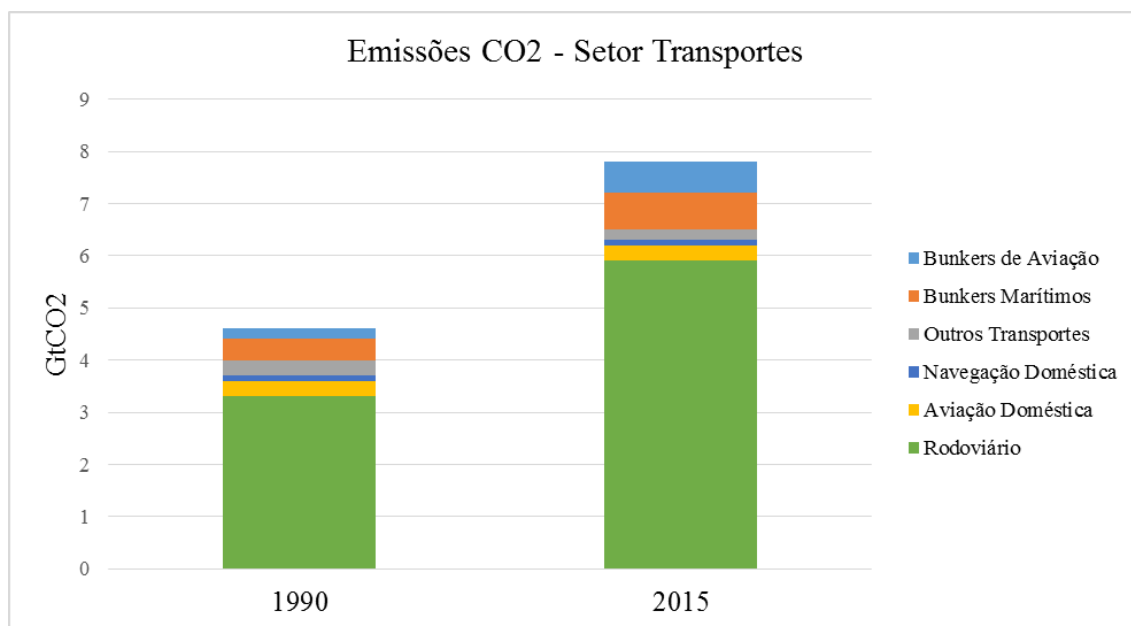


Gráfico 5. Emissões mundiais de CO₂ do Setor de Transportes, 1990-2015.

Fonte: International Energy Agency, 2017a, p. 14.

Nota: gráfico traduzido e elaborado pela autora.

Ao observar os Gráficos 4 e 5 percebe-se o enorme peso do modal rodoviário nas emissões de CO₂, representando cerca 75% do total. Por isso o setor de Transportes merece uma atenção especial para o controle dos Gases de Efeito Estufa.

Quando se trata de comparar países, o consumo de energia bem como as emissões de CO₂ variam muito tendo em vista as particularidades de cada região como clima, PIB, estrutura viária, acesso ao mar e costumes locais, como exemplo, o uso mais ou menos intensivo de carros particulares, transporte coletivo ou bicicleta.

No caso do Brasil o cenário é bastante similar ao quadro mundial, sendo que o transporte rodoviário é o de uso mais intensivo na matriz de transporte nacional. De acordo com o PNLT – Plano Nacional de Logística e Transportes (EPL, 2015), o modal rodoviário representa 68% do total das cargas transportadas no país (Gráfico 6).

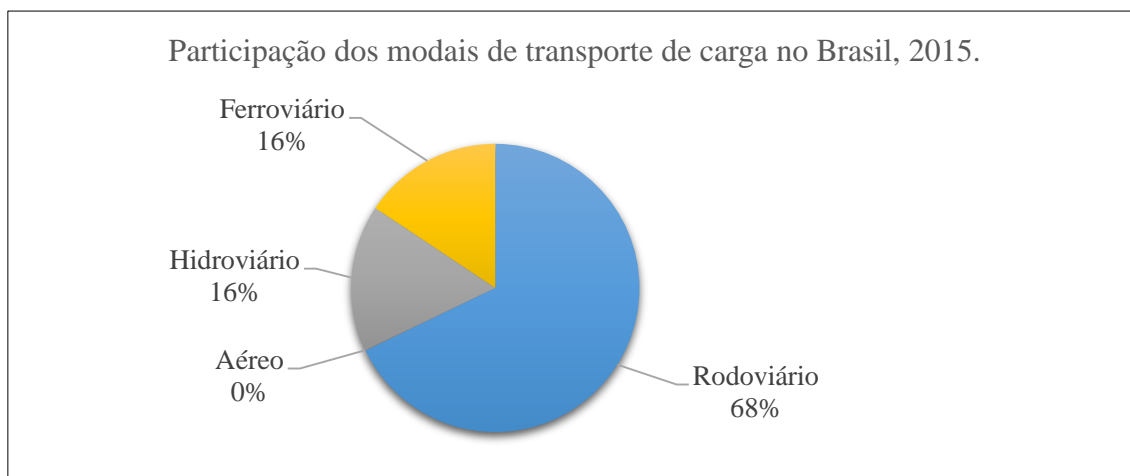


Gráfico 6. Participação dos modais no transporte de carga no Brasil em 2015.

Fonte: BRASIL, 2017.

Nota: gráfico elaborado pela autora.

Em termos de emissão de CO₂, o relatório Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil (Brasil, 2017) reporta que o modal rodoviário correspondeu a 91% das emissões no setor de Transportes no ano de 2015 (Gráfico 7).

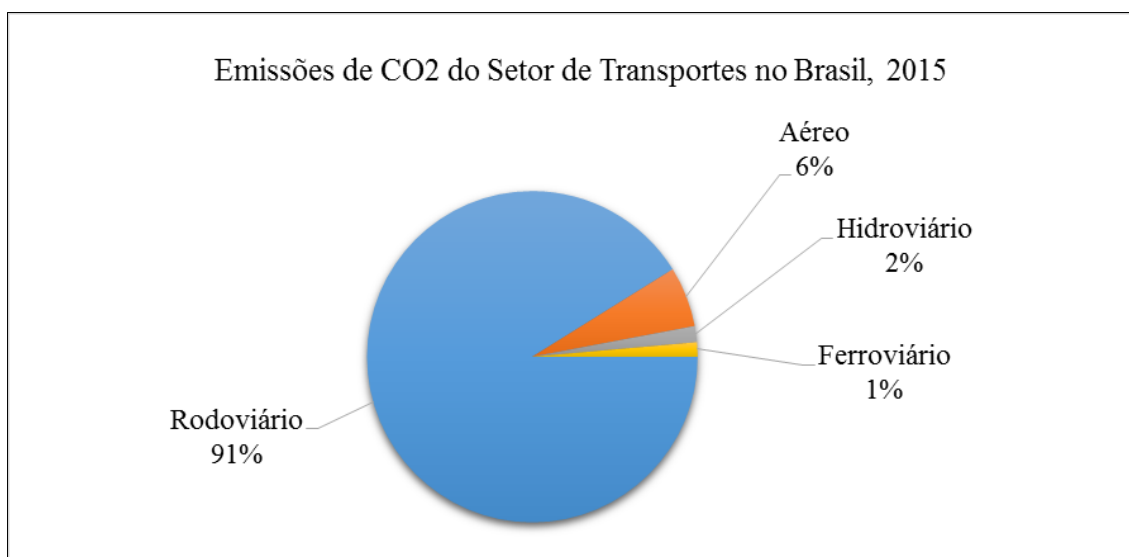


Gráfico 7. Emissões de CO₂ do Setor de Transportes no Brasil em 2015.

Fonte: BRASIL, 2017.

Nota: gráfico elaborado pela autora.

Quando se compara as emissões totais do Brasil, o setor de Energia & Transportes fica à frente das emissões causadas pelo desmatamento das florestas (amazônica e outros biomas) e impactos causados pela Agropecuária (Gráfico 8).

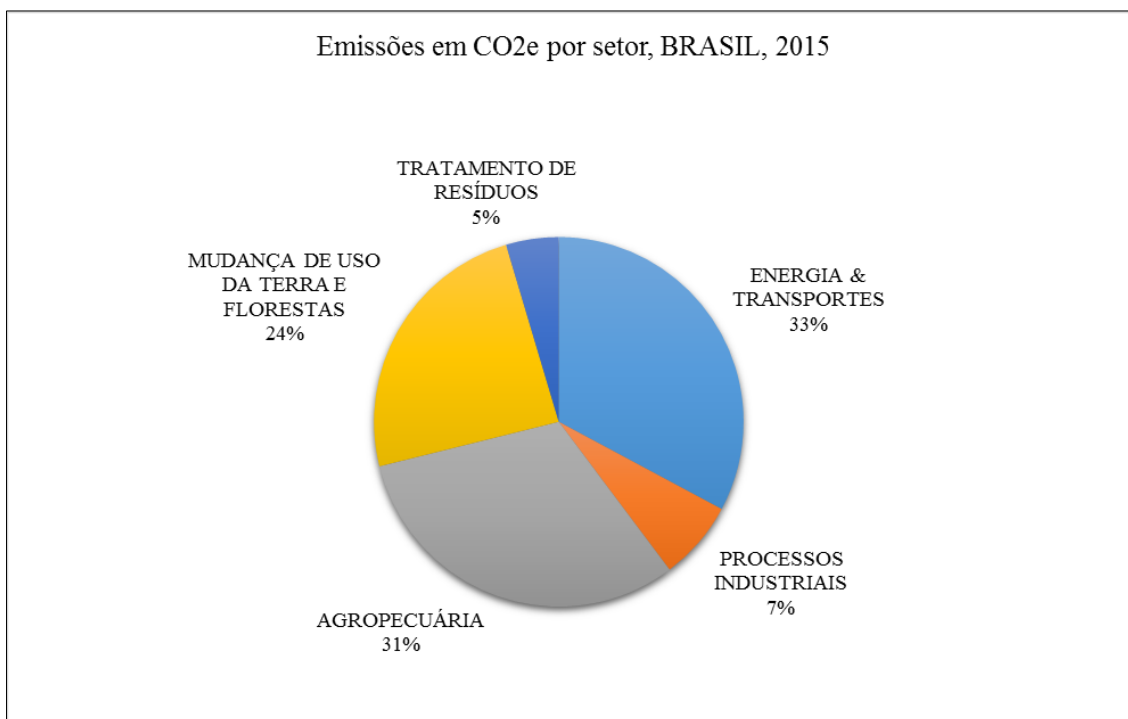


Gráfico 8. Contribuição às Emissões de CO₂ por setor/atividade, no Brasil (2015).

Fonte: BRASIL, 2017.

Nota: gráfico elaborado pela autora.

O aumento drástico na demanda por transporte nos últimos anos, em particular o modo rodoviário, resultou em um importante contribuinte para os problemas ambientais. Portanto, gestão e redução do consumo de energia e emissão dos GEE nos transportes são os principais desafios da sociedade em relação às alterações climáticas (SCHMIED, M.; KNÖRR, 2012).

2.3. Sobre Logística de Baixo Carbono

No conceito geral do grande público, a operação logística ainda é vista simplesmente como transportar, manusear e estocar. Entretanto, com o avanço da globalização nos últimos anos e a ampliação das cadeias de suprimentos, a gestão logística tornou-se uma atividade dinâmica e complexa. Logística deixou de ser apenas um fator de custo para se tornar um fator estratégico para o negócio: não basta mais entregar produtos com a qualidade esperada, com os custos certos e na hora certa. É preciso agregar valor ao cliente de forma diferenciada e competitiva.

Assim a gestão da Logística precisou evoluir em termos de tecnologia e serviços agregados à cadeia de suprimentos (GRACHT e DARKOW, 2013).

A definição mais atual para Gestão Logística e a mais citada por diversos autores (CHOI et al. 2016, MENTZER, 2001; MENTZER et al. 2008; MORAIS, 2015, P. 21; MOURA, 2006, p. 33; NOVAES, 2015, p. 51) é a apresentada pelo Conselho de Profissionais de Gestão de Cadeia de Suprimentos (*Council of Supply Chain Management Professionals*):

A Gestão de Logística é parte da Gestão da Cadeia de Suprimentos que planeja, implementa e controla de forma eficiente e eficaz o fluxo e estocagem de bens, serviços e informação relacionada entre o ponto de origem e o ponto de consumo a fim de atender às demandas dos clientes. As atividades típicas da gestão de logística incluem a gestão de transporte da entrada de matérias primas (inbound) e saída de produtos (outbound), gestão de frota, armazenagem, manuseio de materiais, cumprimento de ordens de entrega, projeto da rede logística, gestão de inventário, planejamento de suprimento e demanda e ainda, a gestão de prestadores de serviços logísticos. A função de logística também pode incluir, variando em diversos graus, a função de compras e suprimentos, planejamento de produção, embalagem, expedição e atendimento ao cliente. É uma função que se envolve em todos os níveis de planejamento e execução, estratégica, operacional e tática. A Gestão de Logística é uma função integradora que coordena e otimiza todas as atividades logísticas bem como integra as atividades logísticas com outras funções, incluindo marketing, vendas, manufatura, financeiro e tecnologia da informação. (CSCMP, 2013, p. 117, tradução nossa).

Apesar da definição acima ser bastante ampla, onde apresenta a Logística como “uma função integradora”, a mesma não contempla as questões ambientais ou de Sustentabilidade. Daí surgiu a necessidade de outros autores proporem novos conceitos, como *Logística Verde*. De acordo com Lai e Wong (2012), “a gestão da logística verde reflete a habilidade organizacional de conservar recursos, reduzir os rejeitos, melhorar a eficiência operacional, e satisfazer a expectativa social para proteção ambiental.”

De fato, a questão do impacto ambiental nas cadeias de suprimentos e logística tem sido motivo de discussões recentes. Seuring e Müller (2008), Dias, Labegalini e Csillag (2012), Ahi e Searcy (2013), Das e Jharkharia (2018) identificaram um aumento nas publicações de artigos sobre Cadeias de Suprimentos e Sustentabilidade a partir do ano de 2008. Das e Jharkharia (2018) atribuem este fato ao aumento da pressão regulatória sobre as organizações para a redução das emissões de GEEs após a assinatura do Protocolo de Kyoto, que passou a vigorar em 2005.

Srivastava (2007) nos apresentou o conceito sobre Gestão de Cadeia de Suprimentos Verde (GCSV) enquanto que Seuring e Müller (2008) introduziram o conceito de Gestão de Cadeia de Suprimentos Sustentável (GCSS). Na prática ambos os conceitos são muito parecidos, pois vêm a Gestão de Cadeia de Suprimentos de uma forma mais ampla, abrangendo a redução dos impactos ambientais por toda a cadeia de valor. Ahi e Searcy (2013) apresentaram a seguinte definição para GCSS:

A criação de cadeias de suprimentos coordenadas através da integração voluntária de considerações econômica, ambiental e social com sistemas de negócio chave inter-organizacionais, projetados para gerenciar de forma eficiente e eficaz materiais, informação e fluxos de capitais associados com compras, produção e distribuição de produtos ou serviços a fim de atender aos requerimentos dos stakeholders e melhorar a lucratividade, competitividade e resiliência da organização a curto e longo prazo (tradução nossa).

Entretanto, Das e Jharkharia (2018) trazem um conceito mais atual, *Gestão de Cadeia de Suprimentos de Baixo Carbono* (GCSBC), que contempla duas vertentes: uma tem relação com aspectos funcionais e operacionais da gestão de cadeia de suprimentos tais como compras, produção, planejamento e distribuição enquanto que a outra lida com a contabilização da pegada de carbono. Os autores aprofundam a análise sobre a questão do transporte dentro da cadeia de suprimentos, onde identificam na sua pesquisa que a redução das emissões de carbono pode ser significativamente alcançada pelo efetivo gerenciamento do modal de transporte, tamanho do frete, definição das rotas, consolidação da carga, seleção dos locais, definição de fornecedor e conservação da energia. As conclusões destes autores é que a consolidação da carga, troca dos modais de transporte, definição criteriosa das rotas de transporte e coordenação da cadeia de suprimentos podem levar a uma redução nas emissões totais dos GEE's com compensações positivas (*trafe-offs*) em termos de custo.

Há um consenso entre diversos autores, por exemplo, Igl e Kellner (2017), Wahnschafft (2014), Pazirandeh e Jafari (2013), Multaharju e Lintukangas (2017), Kengpol e Tuammee (2016), Ceniga e Sukalova (2015), Liljestrang, Christopher e Andersson (2015) de que são necessários 3 pontos para tornar os sistemas de logística mais sustentáveis:

- a. Evitar o transporte desnecessário através de um melhor planejamento espacial (rotas, armazenamento) e outras medidas.
- b. Promover mudanças de modais, favorecendo os meios de transporte com maior eficiência no consumo de combustível, por exemplo, trens de

passageiros de alta velocidade ou ferrovias e barcaças de carga em vias navegáveis interiores. Embora o transporte por caminhão seja mais versátil e flexível e, portanto, o meio de transporte preferido para muitos tipos de mercadorias em muitos países, a mudança de frete da rodovia para o ferroviário ou aquaviário, sempre que possível, pode ser de interesse público considerando as vantagens ambientais.

- c. Melhorar a eficiência de todos os modais que contribuem significativamente as reduções de emissões e poluição do ar enquanto economiza energia.

Hyard (2013) aborda a questão das empresas de transporte que são compelidas a inovar devido às pressões econômicas, ambientais e sociais. Em geral as empresas focam em inovações tecnológicas como, por exemplo, melhorar a eficiência de motores, economia de combustível ou transformar a matriz energética dos meios de transporte (ex. de combustível fóssil para eletricidade). Este artigo propõe focar nas inovações não-tecnológicas para o transporte sustentável, ou seja, um transporte mais ambiental e socialmente amigável. Por fim conclui que não existe uma única trajetória para a inovação não tecnológica para o transporte sustentável, mas uma variedade e que cada uma delas possui uma lógica particular. Por serem principalmente organizacionais, essas trajetórias de inovações consistem em reorganizar as rotinas e procedimentos para o comportamento dos usuários de transportes.

Enfim, a logística evoluiu de uma mera função clássica de transporte para uma disciplina estratégica, multifuncional e global (Grant et al, 2006). No entanto, muito poucos estudos examinaram o efeito da incorporação de objetivos ambientais na seleção do modo de transporte e impacto econômico sob diferentes políticas de redução de carbono. Este projeto pretende trazer um pouco de luz à esta questão, ao realizar um Estudo de Caso e poder avaliar se confirma a proposição acima.

2.4. Sobre Transporte de Cabotagem

A cabotagem, ou transporte marítimo costa a costa, é um dos meios de transporte mais antigos do mundo. Entretanto, curiosamente, a bibliografia apresenta poucas referências sobre cabotagem em pesquisas ou artigos em periódicos científicos, ficando mais restrito a livros e publicações comerciais sobre tendências do setor. O estudo desta modalidade de transporte tem recebido maior atenção do mundo acadêmico a partir do início do século XXI, com maior número de publicações relacionadas a diversos aspectos de mercado, manutenção de

equipamentos e questões ambientais. A seguir faz-se uma breve revisão bibliográfica de alguns destes trabalhos.

Ono (2001), é uma publicação de referência por ser um dos primeiros estudos a avaliar metodologicamente o panorama do setor de transporte marítimo no Brasil, sua viabilidade, principais entraves e reformas necessárias do setor portuário. Desenvolveu um modelo de programação linear para minimizar o custo total da operação de cabotagem.

Durães Filho et al. (2011) realizam um breve descritivo do contexto em que se situa a cabotagem no segmento do transporte marítimo no Brasil destacando suas vantagens, avaliam as condições para sua viabilidade e apontam os principais entraves e reformas necessárias na legislação atual para o desenvolvimento do setor portuário. Os autores enfatizam a vocação marítima do Brasil que favorece o crescimento do transporte multimodal e seu diferencial competitivo dentro da Matriz de Transporte Brasileira.

Moura e Botter (2011) descrevem os aspectos relacionados com o sistema de cabotagem no Brasil, seus principais agentes e os fatores relacionados com a intermodalidade (transportes rodoviário, ferroviário, fluvial etc.), que corroboram para aumentar a competitividade logística e a eficiência do sistema de transporte, num país de dimensão continental.

Júnior et al. (2013) discorrem sobre a recente expansão da cabotagem no Brasil, redução de custos logísticos e as questões energéticas e ambientais. Os autores ressaltam sobre a contribuição da cabotagem para a redução de acidentes nas estradas, redução das emissões de GEE e consumo de combustível mais efetivo.

Fonseca (2015) analisa alguns pontos da atual situação da navegação de cabotagem de carga no Brasil, visando aprofundar o conhecimento sobre as relações entre uso, regulação e organização do território, e a relação do poder público com as empresas privadas no mercado brasileiro.

Medeiros, Kuwahara e Moita (2015) vão além da análise de mercado de cabotagem e aprofundam o tema da eficiência operacional do transporte de cabotagem no estado do Amazonas, utilizando simulação computacional e construção de cenários alternativos baseados no conceito de rede *hub-and-spoke*. Os resultados apontaram que os cenários que tiveram taxa

média de ocupação dos portos em torno de 70% são os que obtiveram os melhores indicadores operacionais, evidenciando que a viabilidade dos cenários construídos depende do equilíbrio entre a demanda exigida e a capacidade de movimentação dos portos.

Casaca, Galvão, Robles e Cutrim (2017) investigam o atual mercado de cabotagem a partir de uma perspectiva de demanda e oferta, identificam seus pontos fortes e fracos que o impedem de crescer e consolida as informações disponíveis de forma coerente, pois as informações sobre a cabotagem são dispersas e repetitivas ao longo de muitos documentos. Seu trabalho identifica que a cabotagem enfrenta inúmeros pontos fracos no mercado brasileiro e apresenta um conjunto de soluções, que só podem ser resolvidas e implementadas no médio-longo prazo, respectivamente, que exigem altos investimentos e mudanças regulatórias. Em seu trabalho os autores sugerem algumas mudanças econômicas e políticas a serem realizadas nos níveis da indústria e do governo.

Borges, Gonçalves, Freitas (2018) analisam o mercado da cabotagem e suas vantagens em relação à eficiência energética, redução das emissões de CO₂ e segurança da carga. A partir disto analisam as rotas mais viáveis para uma empresa de Papel e Celulose e concluem que apesar do Brasil apresentar um desequilíbrio em sua matriz de transportes, ainda é muito vantajoso o investimento no transporte da cabotagem.

Com relação a artigos internacionais, pode-se destacar os seguintes trabalhos:

Lekakou e Vitsounis (2011) avaliam o mercado de transporte de cabotagem da Grécia e os impactos desde sua entrada na União Europeia. As diversas ilhas que compõem o país são confrontadas com problemas de acessibilidade que prejudicam sua participação igualitária no desenvolvimento econômico e na coesão social. Concluem sobre a necessidade de uma revisão das políticas de transportes existentes, de modo a ter em consideração as características específicas destas regiões e as dificuldades estruturais que marcam a acessibilidade de/para as ilhas.

Zheng, Meng e Sun (2014) avaliam o impacto da legislação da cabotagem no mercado internacional de transporte de carga. Cada país possui leis diferentes para a operação do transporte de cabotagem, o que afeta a programação de transporte internacional, em particular

os grandes navios de carga. Os autores propõem um modelo de programação matemática para formular projetos de rede para otimizar o transporte sob as diversas legislações de cabotagem marítima da Ásia, Europa e Oceania.

Blank e Prentice (2015) avaliam o mercado de cabotagem na América do Norte (Canadá, Estados Unidos e México), que é sujeito a uma rigorosa e restritiva legislação, que prejudica a sua expansão. A liberalização da cabotagem poderia melhorar a eficiência e produtividade, aumentar as oportunidades de comércio e a integração econômica regional. Os autores defendem que a cabotagem aberta também poderia reduzir as emissões de Gases de Efeito Estufa por reduzir o trânsito interno por rodovias. No entanto, a reforma é difícil porque esses regulamentos estão ligados a questões tributárias, de imigração e outras questões alfandegárias a fim de proteger os interesses das indústrias de transporte locais.

VENKATESH et al. (2017) avaliam as barreiras ao desenvolvimento de cabotagem costeira na Índia a fim de propor intervenções políticas efetivas. A navegação costeira tem sido amplamente reconhecida como uma alternativa sustentável e eficiente ao transporte rodoviário. Os autores identificam que as barreiras que têm maior impacto no desenvolvimento de cabotagem não são necessariamente as mais amplamente reconhecidas. Quatro principais barreiras são identificadas: (1) Legislação marítima indiana (especialmente regras de cabotagem); (2) problemas nas infraestruturas e procedimentos nas áreas portuárias e portuárias; (3) subdesenvolvimento de pequenos portos; (4) falta de uma cultura colaborativa entre os diversos prestadores de serviços envolvidos na cadeia logística de suprimentos. Este estudo finalmente recomenda o relaxamento das regras de cabotagem para estimular o aporte de capital estrangeiro para o transporte de cabotagem, melhorando o atual sistema portuário por meio de esforços conjuntos dos portos, da alfândega indiana e do governo, a fim de fomentar a colaboração na cadeia de fornecimento.

É interessante observar que há um ponto comum nos artigos citados acima que é a questão da barreira regulatória. A lei de cabotagem marítima é uma legislação publicada por um determinado país costeiro para regular exclusivamente suas operações de navegação doméstica. As legislações variam desde muito rígidas a bem flexíveis e têm sido usadas pelos diferentes países costeiros para favorecer os interesses nacionais e controlar os negócios costeiros locais. Um exemplo de legislação estrita de cabotagem marítima é o conhecido "The Jones Act"

implementado nos Estados Unidos em 1917 e em vigor até os dias de hoje. As legislações mais flexíveis de cabotagem marítima são aplicadas em países costeiros como Índia, Filipinas, Austrália e Malásia (ZHENG, MENG, SUN, 2014).

Com relação ao Brasil, a legislação brasileira impunha restrições quando estabelecia que a navegação de cabotagem fosse exercida preferencialmente por navios de bandeira brasileira. A Constituição de 1988 disciplinava, em seu artigo 178, que tanto a navegação de cabotagem quanto a navegação interior eram privativas de embarcações construídas no país. Essa exigência foi modificada em 1995, com a Emenda Constitucional nº 7, que abriu a possibilidade de utilização de embarcações estrangeiras para a navegação de cabotagem (JUNIOR et al., 2013). Concluindo, leis de cabotagem marítima muito restritas ou antiquadas têm impactado diretamente o desenvolvimento do mercado de cabotagem em todo o mundo. Sua flexibilização e modernização são fatores importantes para colaborar nos esforços pela redução das emissões de GEE globalmente.

2.5. A Cabotagem no mercado brasileiro atual

Segundo a CNT (2018), “o sistema de transporte brasileiro requer a multimodalidade como forma de adquirir agilidade e redução nos custos, sendo a cabotagem parte essencial, principalmente na redução da emissão de poluentes. ”

A Lei nº 9.432 (BRASIL, 1997), que dispõe sobre a ordenação do transporte aquaviário, define cinco tipos de navegação:

- Navegação de longo curso: aquela realizada entre portos brasileiros e estrangeiros;
- Navegação de cabotagem: é a realizada entre pontos ou portos do território brasileiro, podendo utilizar a via marítima ou a integração desta e as vias navegáveis interiores;
- Navegação interior: realizada em vias navegáveis interiores, em percurso nacional ou internacional;
- Navegação de apoio marítimo: destinada ao apoio logístico a embarcações e instalações em águas territoriais nacionais e em Zonas Econômicas que atuem nas atividades de pesquisa e lavra de minerais e hidrocarbonetos;
- Navegação de apoio portuário: aquela realizada exclusivamente nos portos e terminais aquaviários para atendimento das embarcações e instalações portuárias.

Segundo a Confederação Nacional do Transporte (2018) o Brasil tem cerca de 8 mil quilômetros de costas e mais de 40 mil quilômetros de vias potencialmente navegáveis. Além da faixa litorânea e das vias navegáveis interiores, a infraestrutura aquaviária é composta por portos e terminais portuários – que podem ser marítimos, fluviais ou lacustres. O sistema portuário brasileiro é formado por 37 portos públicos organizados, situados em 17 estados, sendo 34 marítimos e 3 fluviais, além de 143 terminais de uso privativo.

Segundo a ANTAQ (2018), o modal aquaviário transportou quase 1 bilhão de toneladas em 2017, sendo que, desse montante, 80,6% correspondeu à navegação de longo curso, 15,7%, à navegação de cabotagem, e apenas 3,7%, à navegação interior.

Até o início do Século XX a navegação de cabotagem constituía-se no principal meio de transporte de carga no Brasil. A partir da década de 1930, com a prioridade de construção de estradas estabelecida pelo governo brasileiro, a hegemonia da cabotagem começou a perder espaço para o modo rodoviário. No início da década de 1950, a cabotagem representava 27,5% do volume de carga transportada no Brasil. A partir de então, com o incremento do modo rodoviário patrocinado pelo Governo Federal, houve um declínio acentuado da utilização da cabotagem para o transporte de mercadorias chegando a representar apenas 1,8% do total da carga transportada no país (JUNIOR et al., 2013).

O Plano Nacional de Logística de Transportes de 2007 (BRASIL, 2018) identificou que o atraso e as deficiências da infraestrutura do país e da sua logística de transportes são os principais fatores limitantes dos padrões de competitividade da economia brasileira e, por consequência, das aspirações de um país emergente. Este plano estabeleceu a elevação da participação do transporte aquaviário de carga de 13% (hidroviário mais cabotagem) para 29%, nos próximos quinze a vinte anos, o que contribuiria significativamente para a redução de dióxido de carbono lançado na atmosfera e, por conseguinte, para a preservação ambiental.

Após a implantação do PNLT em 2007, o Brasil vem buscando a reestruturação de sua matriz logística e esse novo cenário prioriza a utilização de modos com maior eficiência e menores custos, o que denota a necessidade de não mais utilizar o modelo de desenvolvimento econômico aplicado por várias décadas no país, apoiado pela utilização exagerada do modo

rodoviário, que vem afetando a economia do país. Ou seja, o transporte aquaviário, em especial a cabotagem, apresenta-se como uma alternativa viável para a redução do custo do transporte de carga e do custo logístico do País (BRASIL, 2018).

O um ponto favorável também à cabotagem é que o mercado despertou para a necessidade de adotar uma atitude proativa, sendo que parte dos armadores vêm buscando oferecer serviço de transporte de carga porta-a-porta. Ou seja, os armadores que operam com transporte marítimo de cabotagem no Brasil, que tradicionalmente ofereciam apenas o serviço de transporte de carga porto-a-porto, passaram a oferecer serviços logísticos integrados culminando com o transporte porta-a-porta, assumindo a postura de Operador de Transporte Multimodal (JUNIOR et al., 2013).

Aos poucos o segmento de cabotagem vem se mostrando uma alternativa economicamente viável e adequada para transportes de longas distâncias. De acordo com Ono (2001), “a cabotagem não tem como objetivo ‘roubar’ a carga do caminhão, mas se integrar à cadeia logística. O modal rodoviário estará sempre presente e continuará sendo indispensável nas pontas da cadeia”.

2.6. Cabotagem e Sustentabilidade

As operações de transporte eco eficientes, segundo Moura (2006), são as que não se baseiam em novas atividades e, sim, na inclusão de conceitos ambientais no seu desempenho, por exemplo, a seleção do melhor modo de transporte ou do mais eficiente de entregas que reduzam o impacto sobre o meio ambiente.

Com relação às emissões de CO₂, o transporte marítimo apresenta uma taxa, em média, 3 vezes menor do que o transporte rodoviário, considerando o mesmo volume de carga transportada. O Gráfico 9 apresenta médias típicas da União Européia (IFEU, 2008; IFEU, 2014; IMO, 2014).

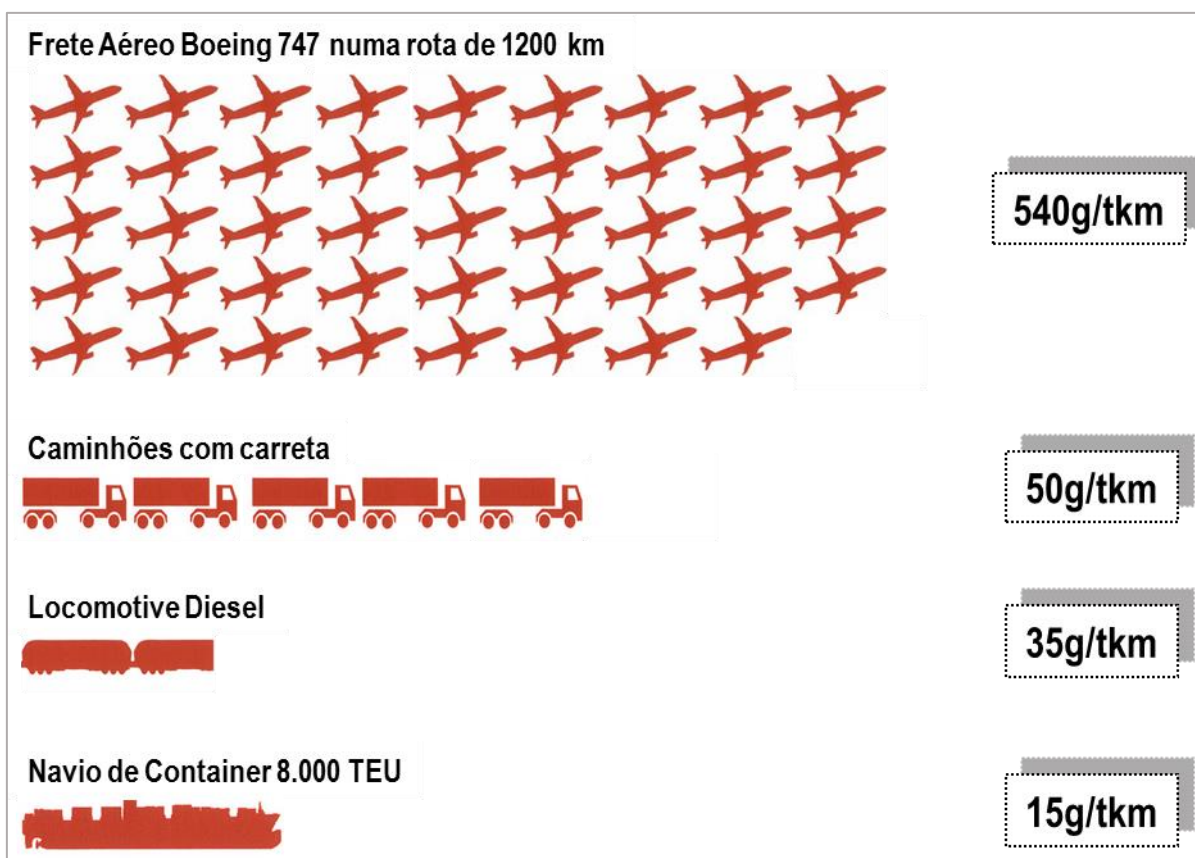


Gráfico 9. Taxas de emissão de CO₂ médios em g/t.km, calculado com base no mix de energia da lista de veículos padrão da comunidade europeia (EU 25).

Fonte: IFEU, 2008; IFEU, 2014; IMO, 2014.

A Tabela 1 a seguir apresenta a compilação de alguns dados típicos sobre consumo de energia e emissões de CO₂ de veículos de carga para o Brasil (BRASIL, 2013) e para a América do Sul (NTM, 2018; IMO, 2015). Esta tabela mostra que um veículo Caminhão Pesado, de grande capacidade (40 a 60 toneladas) tem um consumo de energia e uma taxa de emissão de CO₂ cerca de 2,5 vezes maiores que um Navio Container de menor capacidade (Feeder 2800-3800 TEU). Essa relação aumenta para cerca de 8 vezes quando comparado a um Navio de maior capacidade (18.000 TEU). Portanto, em relação às emissões de CO₂, o transporte por cabotagem apresenta vantagens em relação ao transporte rodoviário.

Tabela 1. Consumo de energia e emissão de CO₂ típicos para alguns veículos de carga e navios, base América do Sul.

Veículo	Consumo Energia (MJ/tkm)	CO₂e (g/tkm)
Caminhão Leve 6-10 t	3	230
Caminhão Médio 10-15 t	2	130
Caminhão Semi-Pesado (c/ carreta) 15-40 t	1	71
Caminhão Pesado (c/ carreta) 40-60 t	0,9	64
Navio Container 2800-3800 TEU (Feeder)	0,4	28
Navio Container 6000-12000 TEU	0,2	16
Navio Container 14000-18000 TEU	0,1	9

Fontes: BRASIL, 2013; NTM, 2018; IMO, 2015.

Notas: Dados compilados pela autora.

- Peso do caminhão em Peso Bruto Total
- TEU (Twenty-foot Equivalent Unit): Um TEU representa a capacidade de carga de um container marítimo normal, de 20 pés de comprimento, por 8 de largura e 8 de altura.

O Plano CNT de Transporte e Logística (CNT, 2018), aponta as principais vantagens do transporte aquaviário:

- Economia de escala: devido à quantidade de carga carregada, pois propicia maior diluição dos custos fixos;
- Capacidade de concentração de cargas: unitização ou consolidação de cargas;
- Vida útil da infraestrutura: a via é natural e a estrutura costeira tem capacidade de operação de longo prazo;
- Vida útil dos equipamentos e veículos: em média dez anos, tomando como base a tabela de depreciação vigente;
- Segurança da carga: devido ao menor manuseio, a carga sofre menos danos por impactos (avarias). Além disso a carga também fica menos exposta ao risco de roubo, comum nos transportes rodoviários.
- Eficiência energética: principalmente na relação combustível x tonelagem. Esse fator também depende da idade e tecnologia do motor do veículo, porém, em geral, quanto maior a capacidade de carga do veículo transportador, maior é a sua eficiência energética e menor é a taxa de emissão CO₂ por tonelada.

2.7. Sobre a Norma EN-16258

A fim de identificar as oportunidades de redução de CO₂ nas redes logísticas, o cálculo das emissões requer a consideração de toda a cadeia de suprimentos. As emissões de CO₂ nos transportes são geradas ao longo de toda a cadeia logística abrangendo a entrada de matérias primas, fluxo interno de materiais durante a produção, saída de produtos, entrega aos clientes e logística reversa. McKinnon e Edwards (2009) identificaram sete parâmetros que determinam a quantidade de emissões de CO₂ nos transportes: tipo do modal (rodoviário, aéreo, ferroviário ou aquático), fator de manuseio, extensão do trajeto da viagem, peso da carga, percentual da carga vazia, eficiência energética dos veículos, conteúdo poluidor da fonte de energia, e outros efeitos ambientais por carga/km. A distância e a eficiência do combustíveis dos veículos são variáveis chave para o cálculo de CO₂ no transporte rodoviário.

A partir dos anos 1990 começaram diversas iniciativas para o reporte em Sustentabilidade. Elas representam os interesses dos *stakeholders* das empresas em várias combinações. À medida que a avaliação das emissões de GEE e seu reporte foi se tornando importante ao longo dos anos, foram surgindo associações e iniciativas para guiar as empresas neste sentido. Por exemplo, a Norma ISO 14064 (DIN, 2012), o Protocolo GHG (WRI e WBCSD, 2004) e o *The Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting & Reporting Standard* (WRI e WBCSD, 2013) orientam como calcular a pegada de carbono corporativa. As normas ISO 14040 e a ISO 14044 (DIN, 2006, 2009) trazem princípios e requerimentos para avaliações do ciclo de vida das emissões de GEE, enquanto que a ISO 14067 (DIN, 2014), a PAS 2050 (BSI, 2011) descrevem como quantificar a pegada de carbono de produtos. Nesse contexto a norma EN 16258 (CEN, 2013) se destaca por oferecer uma metodologia dedicada para o cálculo e a declaração do consumo de energia e emissões de GEE nos serviços de transportes.

De acordo com Schmied e Knörr (2012), a norma EN-16258 foi lançada em 2012 a fim de padronizar o cálculo das emissões de CO₂ nos serviços de transporte de mercadorias e complementar outras normas já existentes para o cálculo da Pegada de Carbono, mencionadas acima. Muito embora não haja uma norma global para avaliar e reportar as emissões de GEE relativas a transportes, tem-se observado uma convergência em relação à aceitação da norma EN-16258 como referência, principalmente nos países da União Europeia (IGL, KELLNER, 2016). A introdução desta norma tornou possível calcular e reportar as emissões de GEE na

cadeia logística de forma padronizada. Por isso o cálculo das emissões de CO₂ deste estudo foi baseado na norma EN-16258.

Os cálculos matemáticos previstos na Norma EN-16258 são relativamente simples. A complexidade reside no levantamento dos dados de consumo de energia dos veículos, na determinação dos trajetos percorridos e no contorno dos cenários (ex. carga cheia ou vazia, viagens de ida e volta) para se poder determinar a consequente emissão de CO₂.

A Norma permite quatro abordagens para o cálculo, onde os três primeiros casos são baseados no método de consumo de energia e o quarto caso refere-se ao método baseado em distância percorrida:

- a) Utilização de valores de consumo de energia reais, medidos individualmente por veículo para o serviço de transporte;
- b) Uso de valores típicos por veículo ou por rota (por ex. medidos durante um ano) e então adotados como padrão para aquele transportador;
- c) Uso de valores médios para frotas (p. ex. obtidos durante um ano ou de literatura), que podem ser referenciados como padrão para frotas do mesmo tipo;
- d) Uso de valores fixos padrão a partir de banco de dados.

Quando a empresa objeto do estudo opera suas rotas de embarques através da contratação dos serviços de diversas transportadoras é praticamente impossível obter dados reais dos veículos ou dados típicos para cada frota, face a grande variedade de veículos utilizados até mesmo por uma mesma transportadora. Para este caso, a Norma recomenda o **método baseado em distância** (item “d” acima) como o mais apropriado.

Este método requer informações sobre o peso da carga e as distâncias percorridas, resultando em toneladas-quilômetro (peso vezes a distância). Estes valores são então aplicados **aos fatores de consumo de energia ou emissão** por veículo-quilômetro ou por tonelada-quilômetro, a fim de determinar quanta energia foi usada e o quanto de GEE foi produzido. Independentemente de quais fontes de energia sejam usadas, de acordo com norma EN-16258, os valores de consumo de energia devem ser expressos na unidade MJ (Mega Joules).

Os **fatores de consumo de energia** dependem diretamente do tipo de veículo e da fonte de energia utilizada, por exemplo, combustível fóssil (ex. diesel, gasolina, querosene) ou energia elétrica. Informações como fatores de emissão, consumo de combustível e características dos veículos são obtidos na própria Norma ou através de publicações reconhecidas como o modelo europeu de emissões rodoviárias HBEFA 3.3 (INFRAS, 2017), ICCT (SAVVIDIS, 2018), TREMOD (IFEU, 2016) ou de ferramentas de cálculo de acesso público tais como EcoTransIT World (IFEU, 2008; IFEU 2014). No caso do transporte ferroviário, o banco de dados mais extenso vem da *UIC - The Worldwide Railway Organisation* (UIC, 2011) e para navios a partir do *IMO - International Maritime Organization* (IMO, 2015). Quanto mais próximos os fatores de consumo e de emissão forem do modo de transporte analisado, mais precisos serão os cálculos.

A seguir apresentamos os passos dados à luz da Norma para a obtenção dos resultados desta pesquisa:

O cálculo do consumo de energia é expresso por:

$$F = W * D * E \quad (1)$$

Onde:

F = consumo de energia em l ou kg (combustível); ou kWh

W = peso real da carga em t ou TEU (Twenty-foot Equivalent Unit, unidade de medida de capacidade de containers para transporte marítimo, padronizado em 20 ou 40 pés lineares de comprimento)

D = distancia real percorrida pelo embarque em km

E = consumo específico de energia, em l ou kg (combustíveis); ou kWh, por tkm ou TEU-km

O cálculo das emissões de gases de efeito estufa (GEE) é dado por:

$$G = F \times g \quad (2)$$

Onde:

G = emissões de GEEs em kg CO₂ equivalentes (CO₂e)

F = Consumo de Energia em l ou kg (combustível) ou kWh

g = fatores de emissão dos GEEs em função da característica dos veículos, em kg CO₂e por kWh, kg ou litro de combustível.

Substituindo (1) em (2) tem-se diretamente o cálculo de emissões de CO₂, por veículo:

$$\mathbf{G} = \mathbf{W} * \mathbf{D} * \mathbf{E} * \mathbf{g}$$

Assim, o total de emissões de CO₂, de todos os embarques, será:

$$\mathbf{G} = \sum \mathbf{W} * \mathbf{D} * \mathbf{E} * \mathbf{g}$$

3. METODOLOGIA

3.1. Definição do Estudo de Caso

Estudo de Caso é um método de pesquisa que explora eventos contemporâneos ou fenômenos no contexto da vida real, presente, especialmente quanto os limites entre o fenômeno e o contexto não claramente evidentes (Yin, 2015).

Este método permite o entendimento mais profundo de um problema complexo contendo muitas variáveis que não são possíveis de compreender através de métodos quantitativos. A investigação do estudo de caso enfrenta uma situação tecnicamente diferenciada em que existirão muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados, por conseguinte conta com múltiplas fontes de evidência (documentos, registros em arquivo, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos), com os dados precisando convergir de maneira triangulada, e beneficia-se do desenvolvimento anterior das proposições teóricas para orientar a coleta e a análise de dados (Yin, 2015).

Na concepção de Stake (1995), o Estudo de Caso permite prestar atenção a problemas concretos. Para este autor, estuda-se um caso quando ele próprio é de interesse muito especial, sendo assim, presta-se atenção aos detalhes de interação do caso com os seus contextos.

A adoção do método de Estudo de Caso Único é justificada quando representa a) um teste crítico da teoria existente; b) uma circunstância extrema ou peculiar; c) um caso comum ou representativo de uma classe; d) uma proposta reveladora; ou e) uma proposta longitudinal, que avalia o fenômeno ao longo do tempo.

O propósito deste trabalho é examinar **“Como a adoção do modelo de transporte marítimo de cabotagem pode reduzir custos e ao mesmo tempo contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa?”**

A indústria de manufatura de eletrodomésticos Electrolux do Brasil foi escolhida para responder à esta pergunta através de um Estudo de Caso por apresentar as seguintes características:

- Trata-se de empresa multinacional com operações em todo o Brasil (veja maiores detalhes no item 3.3.1 adiante);
- Sua atividade logística apresenta as características típicas descritas na definição de Gestão de Logística (CSCMP, 2013);
- Sua atividade industrial se assemelha à de outras empresas do setor (manufatura de bens de consumo), com sistemas de cadeia de suprimentos (supply chain) similares;
- Há um universo concreto a ser explorado, em relação ao momento em que a empresa decidiu por intensificar o uso do modal cabotagem a partir de 2015.

O universo de pesquisa definido foi a cadeia logística com foco no fluxo de matérias-primas dos armazéns até as fábricas (Inbound) e entrega de produtos até os clientes (Outbound). É neste sistema que se pode avaliar os efeitos da troca do modal rodoviário pela cabotagem no trânsito de mercadorias dentro do mercado brasileiro. Outros fluxos de transporte como o “Carrossel” (embarques rodoviários de vai-e-vem de mercadorias das fábricas aos armazéns e vice-versa), importação e exportação (navegação de longo curso ou aéreo) foram excluídos da análise porque cabotagem não é uma alternativa nestes casos.

Portanto, consideramos esta pesquisa como um Estudo de Caso único, por avaliar um fenômeno de mudança dentro de um único sistema. Trata-se de um caso representativo e longitudinal, dada a possibilidade de avaliar o caso a partir da vivência interna na empresa, acesso a dados empíricos exclusivos e verificar sua evolução ao longo do tempo.

Uma das limitações do Estudo de Caso Único é a dificuldade de se fazer grandes generalizações ou extrapolações das conclusões para elaboração de novas teorias. Entretanto é possível realizar uma “generalização analítica”, ou transferência, onde a teorização de um determinado contexto de estudo de caso pode ser utilizada para analisar outros contextos relacionados (YIN, 2015).

Assim, uma vez que o caso estudado se refere a um sistema logístico, comum a outros setores industriais, espera-se que as lições aprendidas nesta pesquisa possam ser úteis para apoiar o processo decisório de gestores no desenho de suas cadeias logísticas tendo em mente o desenvolvimento sustentável aliado à competitividade.

3.2. Coleta de Dados

O acesso ao caso foi facilitado pelo fato da autora trabalhar na empresa e ter tomado conhecimento sobre a história da troca do modal cabotagem através da equipe de Logística, surgindo aí o interesse em pesquisar sobre a externalidade nas emissões de CO₂.

Para realizar este projeto a autora buscou o consentimento formal da Electrolux. Como o tema Sustentabilidade tem relevância estratégica para a empresa, houve interesse no desenvolvimento deste trabalho com a conseguinte aprovação para a obtenção dos dados, com a única ressalva de que, por questões de confidencialidade, algumas informações mais detalhadas sobre os custos não puderam ser abertas. Então, para se efetuar a análise da relação de custo/benefício relacionada à troca do modal rodoviário pelo marítimo, considerou-se a soma de todas os custos relacionados à operação logística (frete, armazenagem, *ad valorem* e seguro de transporte) sob um único termo denominado “Custos”.

A coleta de dados foi realizada através das seguintes **fontes de evidência**:

- **Documentos:** Análise dos Relatórios de Sustentabilidade (ELECTROLUX, 2016, 2017), relatórios financeiros e de logística para composição do referencial histórico e contextualização do caso.
- **Registros em arquivos:** levantamento dos embarques, custos e emissões de CO₂ nos bancos de dados dos times de Logística e Sustentabilidade da empresa. Foi analisado o histórico de 100% dos embarques de matérias-primas e produtos acabados realizados desde Janeiro/2015 até Agosto/2018, sendo este o último período disponível durante a coleta de dados.
- **Entrevistas focadas:** ou entrevistas semi-estruturadas são entrevistas com finalidade exploratória, muito utilizadas para o detalhamento de questões e formulação mais precisas dos conceitos relacionados ao tema da pesquisa. As perguntas são previamente definidas e respondidas dentro de uma conversação informal, porém guiada, sendo que o entrevistador introduz o tema e o entrevistado tem liberdade para discorrer sobre o tema sugerido. É uma forma de poder explorar mais amplamente uma questão, efetuar o levantamento de informações para composição de histórico, contextualização e triangulação das informações (BONI e QUARESMA, 2005).

- Foram entrevistados 8 gestores das áreas de Logística, Sustentabilidade e Vendas da Electrolux, que contribuíram para responder às seguintes questões:
 - Qual é o histórico dos embarques antes de 2015?
 - Qual é a política da empresa para incentivo ao uso do modal cabotagem?
 - Qual é a viabilidade técnica e comercial do modal cabotagem para a Electrolux?
 - Quais as práticas em sustentabilidade já adotadas na gestão da Logística?

3.3. Histórico e Contextualização do Caso

3.3.1. Sobre a Electrolux

A Electrolux é uma empresa sueca fundada em 1919 e é líder mundial na fabricação de eletrodomésticos. Através das suas marcas Electrolux, AEG, Anova, Frigidaire, Westinghouse e Zanussi são vendidos mais de 60 milhões de eletrodomésticos e equipamentos profissionais em mais de 150 países no mundo. Em 2017 apresentou um faturamento de SEK 122.060.000 (cerca de USD 12 bilhões em Agosto/2018).

No Brasil a Electrolux opera há 46 anos, cuja produção abastece o mercado brasileiro bem como de outros países da América Latina. No país a empresa produz em suas fábricas respectivamente:

- Curitiba/PR: refrigeradores, freezers e aspiradores de pó;
- São Carlos/SP: Fogões e lavadoras de roupa;
- Manaus/AM: Fornos de micro-ondas e aparelhos de ar-condicionado.

Outras categorias de eletrodomésticos (ex.: eletroportáteis, lava-louças, fornos, purificadores de água, etc.) são importados de outras fábricas distribuídas pelo mundo, em especial China, Tailândia e Itália.

Além das fábricas no Brasil, a Electrolux mantém diversos Centros de Distribuição (CD) espalhados pelo país para atender aos mercados regionais, sendo que o CD de São Carlos/SP tem uma importância estratégica relevante por atender ao mercado da região Sudeste, onde ficam a maioria dos grandes clientes varejistas.

3.3.2. Desenvolvimento Sustentável e Logística na Electrolux

A Electrolux tem como propósito “Transformar a vida para o melhor”, que está alinhado aos 17 Objetivos da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável da ONU. De acordo com seu Relatório de Sustentabilidade 2017, há três ODS que são relevantes para o cumprimento deste propósito:

- ODS 8: Trabalho decente e crescimento econômico – uma prioridade para a companhia, que tem desde 2002 seu Código de Conduta, onde estabelece os padrões de trabalho decente para suas operações bem como de seus fornecedores.
- ODS 12: Consumo e Produção Responsáveis – o mais significativo para a empresa, que se esforça ao máximo para trazer produtos eficientes, manufaturados de forma sustentável, para o máximo de pessoas no mundo.
- ODS 13: Ação contra a mudança global do Clima – é o que está ligado a meta da Electrolux em reduzir à metade sua pegada de CO₂, incluindo no uso dos produtos, fabricação e transporte.

Desses 3 Objetivos derivaram a definição das 9 Promessas em Sustentabilidade, divididas em 3 grupos:

Tabela 2. Promessas em Sustentabilidade

Melhores soluções:	Melhores operações:	Melhor Sociedade:
1) Performance de Produtos	4) Eficiência Operacional	7) Soluções para Todos
2) Eficiência dos Recursos	5) Saúde e Segurança	8) Força para o Bem
3) Controle de Materiais	6) Ética e Direitos Humanos	9) Cadeia de Suprimentos (Supply Chain)

Fonte: Relatório de Sustentabilidade 2017 - ELECTROLUX

Um dos grandes desafios que a empresa estabeleceu, constante no Relatório de Sustentabilidade 2017, é contribuir para o cumprimento das metas do Acordo de Paris (COP21) para a redução da emissão dos Gases de Efeito Estufa (GEE). A Electrolux estabeleceu como meta a redução à metade das emissões de CO₂ de 2005 até 2020, evitando a liberação de 25 milhões de toneladas de CO₂ na atmosfera. Esta meta considera as emissões diretas e energia (Escopo 1

+2) bem como as emissões indiretas (Escopo 3) relacionadas às emissões geradas na cadeia de suprimentos (Supply Chain), Logística, transporte de empregados e uso dos produtos (ELECTROLUX, 2017).

A empresa reporta que desde 2005 sua boa performance em diversas iniciativas resultou no “decoupling” do seu faturamento versus as emissões de CO₂. A empresa alcançou uma economia de 340.000 toneladas de CO₂ equivalente nas suas operações entre 2005 a 2017, enquanto que o faturamento do grupo cresceu 21% (ELECTROLUX, 2017).

Entretanto, ainda neste relatório, a empresa relata que as emissões de CO₂ na cadeia logística é maior que a emissão de todas as operações industriais da Electrolux no mundo. Aproximadamente 315.000 toneladas de CO₂e são emitidas através da distribuição dos seus produtos, seja via marítima, terrestre ou aérea. Cerca de 60% dos transportes da Electrolux são realizados via modal Rodoviário, 20% via modal Marítimo e 20% via intermodal ou ferroviário (ELECTROLUX, 2017).

Uma das metas designadas para a Promessa nº 9 - Melhorar a Sustentabilidade na Cadeia de Suprimentos é “Aumentar nossa influência sobre as empresas de logística para melhorar a eficiência de nosso transporte em 15% até 2020.” (ELECTROLUX, 2017, tradução nossa).

3.3.3. Gestão de Riscos e Logística na Electrolux

Devido às dimensões continentais do Brasil, sua diversidade regional e as condições de infraestrutura da malha viária, a operação logística no país é considerada a mais complexa de todas as operações no mundo da empresa.

Não bastassem as extensões territoriais, há ainda os desafios com relação à precariedade da malha viária em diversos trechos e a exposição à criminalidade, o que exige um forte esquema de gerenciamento de riscos e planejamento logístico.

No levantamento do histórico para este Estudo de Caso, a empresa reportou que até o ano de 2014 a área de Logística da Electrolux do Brasil enfrentava uma alta incidência de sinistros na rota Manaus/São Carlos devido a acidentes e roubos no transporte rodoviário. Os produtos da

fábrica de Manaus seguiam por via fluvial até Belém/PA e de lá seguiam por via rodoviária até a cidade de São Carlos/SP. E era neste último trecho onde ocorriam a maioria dos problemas: muitos acidentes com tombamento de caminhão seguidos de saque à carga. Por conseguinte, esses prejuízos refletiam no aumento dos custos com prêmios de seguro a cada renovação da apólice. Além destes prejuízos haviam outras perdas, como por exemplo, as avarias, (pequenos danos nos produtos causados por choques durante o transporte que comprometem a qualidade) e atrasos na entrega a clientes.

Diante desta situação a empresa implementou um novo Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) que contempla regras muito mais rigorosas para os motoristas e intensificou a utilização do modal de transporte por cabotagem, como alternativa ao transporte rodoviário. A partir de 2014 passou-se a utilizar o sistema Intermodal, ou seja, transporte fluvial de Manaus até Belém, e Belém até o porto de Santos ou Paranaguá via cabotagem, e completando a rota com o modal rodoviário. Em 2017, para evitar a região do Rio de Janeiro, que apresentava uma alta incidência de perdas por roubo, a empresa também passou a adotar o transporte de cabotagem, para a rota Sul – Nordeste, saindo pelo Porto de Paranaguá.

Porém, uma externalidade a este processo passou despercebida. Com a mudança para o sistema Intermodal é provável que tenha ocorrido uma redução nas emissões de CO₂ das viagens, pois é conhecido que o transporte de cabotagem tem uma emissão de CO₂ bem menor que o transporte rodoviário para o mesmo volume de carga (IFEU 2014; IMO, 2015; NTM 2018).

Assim, considerando as metas de Sustentabilidade da Electrolux e a Questão de Pesquisa “**como a adoção do modal de transporte marítimo de Cabotagem pode contribuir para alcançar as metas do Desenvolvimento Sustentável e de competitividade das empresas?**”, este trabalho identificou os seguintes objetivos específicos para apoiar na análise sobre as vantagens e desvantagens da troca de modal de transporte:

- a) Verificar a evolução dos embarques por Cabotagem no período de Janeiro/2015 a Agosto/2018;
- b) Avaliar a variação nas emissões de CO₂ neste período versus a evolução dos embarques por cabotagem, em comparação na Janeiro/2015.
- c) Avaliar a variação dos custos neste período versus a evolução dos embarques por cabotagem, em comparação na Janeiro/2015.

Tabela 3. Esquema Comparativo/Coleta dos Dados – período 2015/2018

Variável em estudo	Dados Embarques	Análise	% Diferença
Emissões de CO ₂	Dados reais, obtidos do banco de dados da área de Sustentabilidade.	Evolução dos indicadores em relação à Janeiro/2015, em toneladas de CO ₂ e gr/m ³ .km	Δ %
Custos	Dados reais obtidos dos bancos de dados da Logística.	Comparação da evolução dos custos por volume (m ³) e distancia (km).	Δ %

Fonte: elaborado pela autora.

4. RESULTADOS E ANÁLISE

4.1. Entrevista Focada

A fim de compor o histórico do caso e checar as informações levantadas (triangulação), foram entrevistados 8 gestores das áreas de Logística, Sustentabilidade e Vendas da Electrolux. Por questões de confidencialidade, seus nomes foram omitidos.

Tabela 4. Lista de Entrevistados

Entrevistado	Posição
A	Diretor Global Energia - Estocolmo
B	Diretor Sustentabilidade Brasil
C	Diretor Logística - Brasil
D	Gerente – Order Desk – Planejamento Vendas
E	Coordenador Logística Inbound
F	Coordenador Logística Outbound
G	Analista - Logística 1
H	Analista - Logística 2

Fonte: elaborado pela autora.

As respostas foram compiladas abaixo:

a. Qual é o histórico dos embarques antes de 2015?

Até o ano de 2014 apenas 1% a 2% do total de embarques de produtos era efetuado via Cabotagem.

Observação: através da análise documental das medições dos embarques, foi evidenciado que a cabotagem foi intensificada a partir de 2015, passando para 3 a 7% em média.

b. Qual é a viabilidade técnica e comercial do modal cabotagem?

Nem sempre o transporte de Cabotagem é viável pois há limitações em função das flutuações das demandas do mercado, sazonalidade, disponibilidade de navios e custo.

- Distância: os custos não compensam se a viagem for menor que 1.000 km, o que é corroborado pelo estudo de Durães et al (2011).

- Tempo de entrega (*lead time*): o tempo de viagem de cabotagem é bem maior que o rodoviário. Em geral uma viagem de Cabotagem de Manaus a Santos leva 30 dias enquanto que por rodovia leva de 15 a 18 dias.

- Clientes: não estão preparados ou dispostos a operar neste sistema, preferindo que a entrega seja unicamente por meio rodoviário.
- Gestão de Estoques: devido ao tempo de viagem (*lead-time* +-30 dias) há clientes que tem preferido a entrega por cabotagem, uma vez que o estoque está em viagem no navio. Entretanto ainda são poucos em relação à população total de clientes (menos que 10%).
- Faturamento: a programação dos embarques também é influenciada pela data de faturamento dos pedidos dos clientes. A empresa procura organizar para que os pedidos e o faturamento ocorram dentro do mesmo mês. Portanto, quando os pedidos são efetuados no início do mês, considerando o tempo de viagem da cabotagem, a empresa tem dado preferência à cabotagem.
- Questão cultural: o país é extremamente dependente do transporte rodoviário por muitos anos.

c. Qual é a política da empresa para incentivar o uso do modal cabotagem?

- Na Europa a empresa já conseguiu avanços importantes ao trocar o transporte rodoviário por ferroviário. No Brasil a empresa incentiva a intensificação do uso do modal cabotagem face a disponibilidade de navegação pela costa, mas o processo avança a passos mais lentos em função das limitações listadas no tópico anterior.
- A meta da equipe de vendas é que os embarques sejam na proporção 70% rodoviário e 30% cabotagem, entretanto esta é apenas uma orientação, não há um incentivo ou prêmio para que se atinja esta meta.
- Desde 2015 a empresa acompanha o progresso em relação às metas de emissão de CO₂ regularmente por meio de um painel de controle de carbono, o Transportation Carbon Dashboard (TCD).

d. Quais as práticas em sustentabilidade já adotadas na gestão da Logística?

A Electrolux promove o programa “Melhores Fornecedores de Transporte” onde incentiva e acompanha mensalmente os indicadores de todas as transportadoras parceiras. Alguns indicadores relevantes são a emissão de CO₂ dos veículos, reciclagem de resíduos e redução de acidentes. Este programa inclui um concurso sobre as melhores iniciativas em sustentabilidade, sendo que todo ano é realizado um evento para premiação das melhores transportadoras.

Observação: da análise documento se verificou que Electrolux possui metas bem claras com relação à redução das emissões de CO₂ nos transportes (ELECTROLUX, 2017). São elas:

- Aumentar a participação de transportes intermodal e ferroviário;
- Melhorar a capacidade dos equipamentos;
- Aumentar a taxa de ocupação do veículo (evitar que viaje vazio);
- Incluir o atendimento a exigências ambientais no contrato com as transportadoras.

4.2. Cálculo das emissões de CO₂e

A Electrolux, em parceria com a instituição sueca NTM, *Network for Transport Measures*, (www.transportmeasures.org) desenvolveu um sistema próprio para medição das emissões de gases de efeito estufa, o Transportation Carbon Dashboard (TCD). Este sistema calcula as emissões de CO₂ de cada embarque ou viagem, com base na norma CEN - EN 16258, "*Methodology for calculation and declaration of energy consumption and greenhouse gas emissions of transport services*" (CEN, 2013).

O TCD é usado para o acompanhamento das metas de emissões de CO₂ de toda a companhia. Neste sistema é possível fazer avaliações da evolução das emissões por países, rotas e tipos de embarques, permitindo assim tomadas de ação e o estabelecimento de metas para a gestão da cadeia logística.

Relembrando, para calcular o total de CO₂ equivalente emitido pela Electrolux, procede-se da seguinte forma:

A equação para o cálculo do CO₂ equivalente é:

$$G = W * D * E * g$$

Onde:

G = emissões de GEEs em kg CO₂ equivalentes (CO₂e)

W= peso real dos embarques: dados disponíveis em bancos de dados da empresa;

D= distância percorrida real das viagens: dados disponíveis em bancos de dados da empresa;

E^*g = fator de emissão dos GEEs em função da característica dos veículos em $\text{grCO}_2\text{e/t.km}$ ou $\text{grCO}_2/\text{m}^3.\text{km}$ (disponível em dados compilados pela NTM ou literatura técnica);

É possível obter através do TCD o fator E^*g calculado para cada embarque, bem como calcular o total de emissões G em toneladas de CO_2 .

Portanto, para este trabalho foram obtidos através deste sistema:

- Os dados históricos das emissões de CO_2 dos embarques no Brasil, de Janeiro/2015 a Agosto/2018 (em toneladas de CO_2).
- As taxas de emissão de CO_2 específica (em $\text{grCO}_2/\text{m}^3\text{km}$) por embarque e médias por período.

4.3. Total de Embarques Realizados

Durante o período Janeiro/2015 a Agosto/2018 foram realizados **231.979** embarques, divididos da seguinte forma:

Tabela 5. Total de embarques realizados por ano, por tipo de viagem.

Tipo de Viagem	2015	2016	2017	2018	Total
Carrossel	38.899	34.297	27.409	25.248	125.853
Intermodal	2.577	2.276	2.882	2.117	9.852
LTL-Road	4.396	2.175	1.308	-	7.879
TL-Road	26.818	23.061	23.074	15.442	88.395
Total	72.690	61.809	54.673	42.807	231.979

Fonte: Electrolux

Nota: Dados trabalhados pela autora

Tipos de Viagem:

- CARROSSEL: são os embarques realizados para trazer matérias-primas dos Fornecedores e Depósitos de Matérias Primas (DMP) até as fábricas e depois enviar os produtos acabados das fábricas até os Depósitos de Produtos Acabados (DPA). Os caminhões destes embarques ficam circulando pela cidade, no movimento diário de leva-e-traz armazém/fábrica, daí decorre o nome “carrossel”.

Este tipo de viagem corresponde a 54% de todos os embarques realizados no período estudado (Janeiro/2015 a Agosto/2018), porém, devido à sua natureza, são embarques totalmente

rodoviários, sem possibilidade alguma de serem substituídos por Cabotagem. É certo que devido ao grande volume de embarques a emissão de CO₂ é significativa, porém considerando o objetivo desta pesquisa decidiu-se por expurgar os embarques de Carrossel pois mascarava a análise.

As demais categorias de embarques são relacionadas à transferência dos produtos acabados aos clientes, saindo dos DPAs até os Centros de Distribuição nos estados ou diretamente aos armazéns dos clientes, sendo:

- a) INTERMODAL: embarques efetuados utilizando mais de um modal de transporte, conjugando rodoviário e marítimo (cabotagem) ou rodoviário e fluvial (balsas). Esta última modalidade de transporte é mais utilizada nas regiões Norte e Centro-Oeste do país.
- b) LTL-Road: embarques rodoviários nos quais a carga segue fracionada, podendo ocorrer duas situações, o caminhão não viaja totalmente cheio de mercadorias da Electrolux, compartilhando o veículo com outros usuários ou a viagem segue sem utilizar a capacidade total do veículo.
- c) TL-Road: embarques rodoviários nos quais o caminhão viaja cheio, com a capacidade total utilizada. Esta diferenciação é importante no cálculo das emissões de CO₂, pois embarques LTL têm a emissão específica de CO₂ maior que embarques TL, devido ao consumo do combustível versus o volume de carga transportada.

Além da categoria “Tipo de Viagem”, classificou-se os embarques por tipo de veículo, uma vez que o fator de emissão de CO₂ varia em função do tamanho, capacidade de carga, potência do motor e consumo de combustível. Portanto, expurgando as viagens Carrossel, temos 106.126 embarques realizados no período (Tabela 6).

Tabela 6. Total de embarques realizados, por tipo de veículo, sem carrossel.

Tipo de Veículo/Ano		2015	2016	2017	2018	Total
BF	Bi-trem (Frontal).	2.036	1.739	1.709	1.220	6.704
BT	Bi-trem (Traseiro).	2.014	1.722	1.686	1.197	6.619
CB	Carreta Reta	4.639	4.093	3.818	1.976	14.526
CR	Carreta aberta	89	-	-	-	89
FRP	Fracionado	4.396	2.175	1.314	-	7.885
NV	Navio/Container	1.361	1.241	1.443	1.304	5.349
SR	Carreta Rebaixada	13.156	12.975	13.782	10.185	50.098
TB	TB: Truck Baú	1.165	1.010	1.289	759	4.223
TP	Truck Baú (baixa capacidade)	144	60	-	-	204
TR	Truck Aberto	14	-	-	-	14
TS	Truck Sider	2.590	1.774	1.680	692	6.736
TX	Truck (alta capacidade)	2.187	723	543	226	3.679
Total		33.791	27.512	27.264	17.559	106.126

Fonte: Electrolux

Nota: Dados trabalhados pela autora

INTERMODAL X NAVIO: para fins de controles internos a Electrolux trata todos os embarques que envolvem transportes aquaviários como “Intermodal”. Porém numa análise mais detalhada do banco de dados identificou-se que nem todos os embarques Intermodais correspondiam à Cabotagem, sendo que os embarques que utilizam balsa (fluvial) em algum trecho do percurso entram neste grupo, ainda que a maior parte da viagem tenha sido rodoviária. Assim, o grupo “NV: Navio/Container” identificado na Tabela 6 acima, corresponde a 100% das viagens realizadas por Cabotagem.

4.4. Evolução dos Embarques de Cabotagem

O fluxo dos embarques varia em função das demandas de mercado, programação de produção, sazonalidade, férias coletivas, paradas de manutenção e outras situações como greves. Por exemplo, no mês de maio/2017 houve a parada de manutenção da fábrica de São Carlos, sendo que o movimento caiu drasticamente neste período. Outro período marcante foi o de maio/2018, quando houve a grande greve dos caminhoneiros, que afetou todo o país (G1, 2018).

O Gráfico 10 a seguir mostra a evolução dos embarques ao longo dos anos, com destaque para o crescimento do uso de Cabotagem. O eixo à direita indica a evolução dos embarques por navio em percentual.

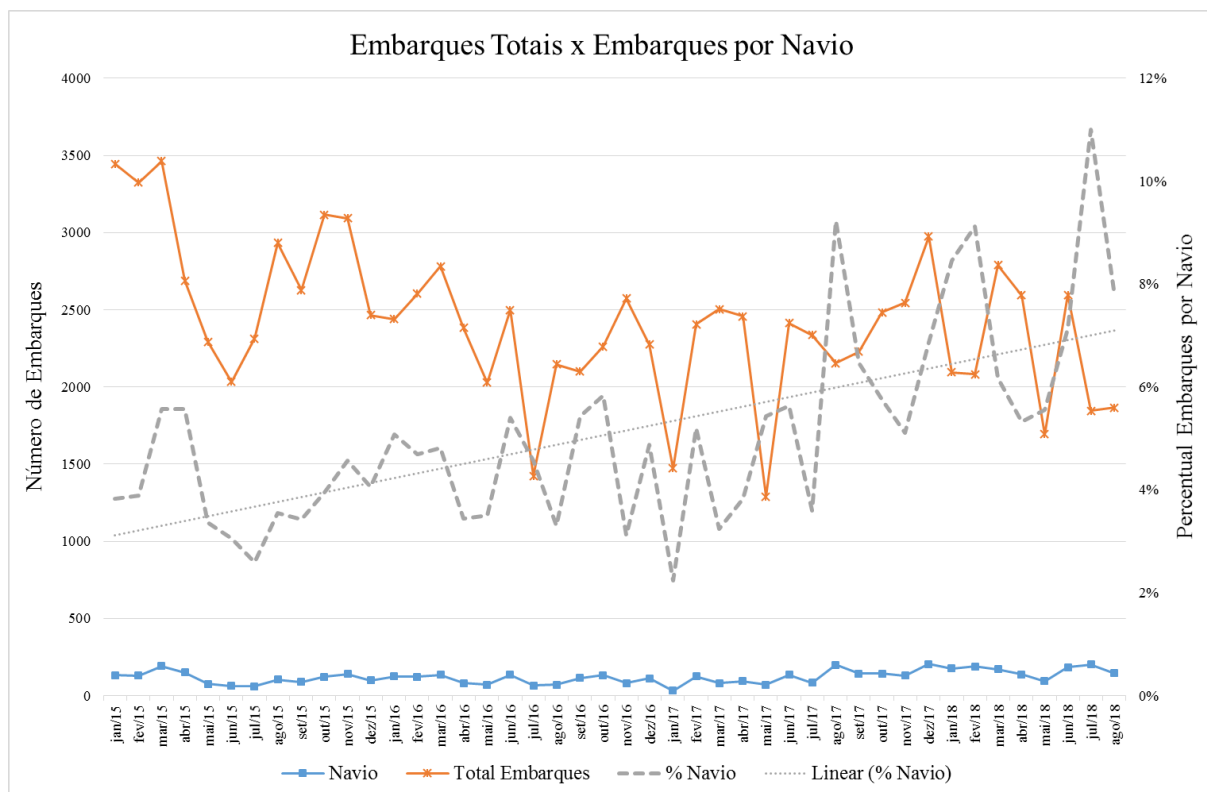


Gráfico 10. Total de embarques realizados, por mês, com destaque aos embarques por navio.

Fonte: Electrolux

Nota: dados trabalhados pela autora. Linha de tendência calculada através do Excel.

Embora a participação do transporte de cabotagem seja pequena se comparado ao total (em média 5%), identificou-se um aumento na participação deste modal nas rotas com origem em São Carlos e Curitiba de 58% em relação a 2015. No total, a média anual de embarques por navio passou de 4% para 7%. Esta informação corrobora com o reportado pela equipe de Logística durante a entrevistas focadas (Gráfico 11).

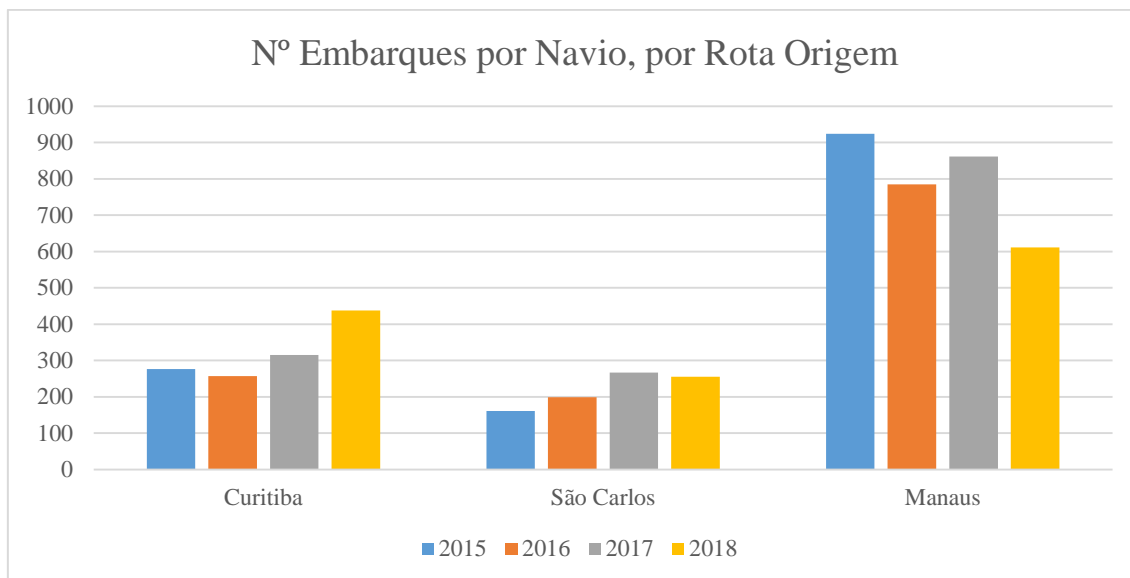


Gráfico 11. Embarques realizados por via marítima, por origem e total por ano.

Fonte: Electrolux

Nota: Dados trabalhados pela autora

4.5. Emissões CO₂ versus % Cabotagem

Um dos indicadores que a empresa utiliza para o acompanhamento das emissões de CO₂ é o fator de emissão específico em “grCO₂/m³km”, **cujo valor representa a média dos embarques mensal**, que é obtido a partir do cálculo no sistema Transportation Carbon Dashboard (TCD).

Para avaliar a evolução mensal deste indicador versus a evolução dos embarques por cabotagem, plotou-se no Gráfico 12 estas duas variáveis mês a mês. É possível ver claramente a redução do fator de emissão de CO₂ à medida que percentual de embarques por navio aumenta. É quase uma relação inversamente proporcional, sendo que ao final do ano de 2017 e início de 2018 o fator de emissões ficou abaixo da meta da Electrolux.

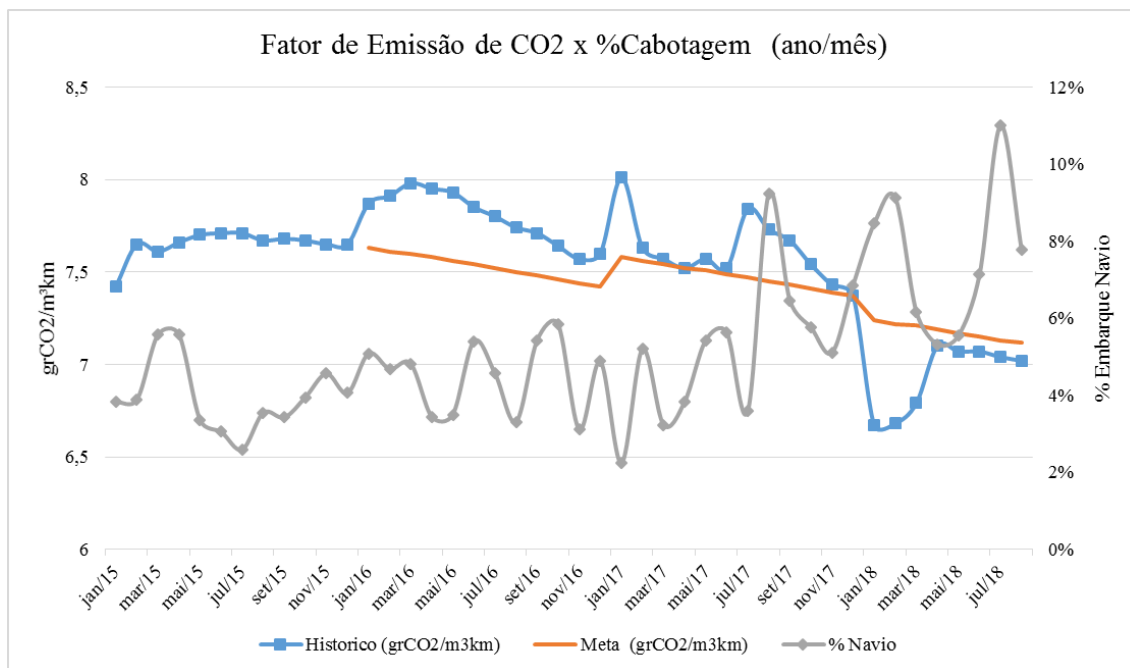


Gráfico 12. Fator de emissão específico de CO₂ (média mensal Electrolux por embarque) x % embarques por Navio.

Fonte: Electrolux

Nota: Dados trabalhados pela autora

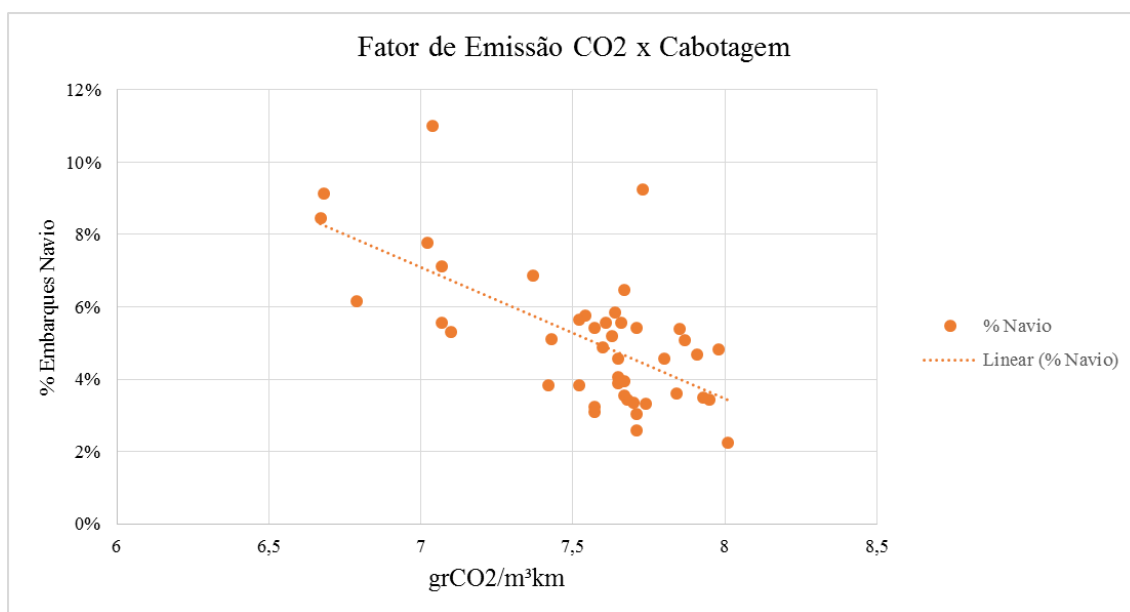


Gráfico 13. Fator de emissão específico de CO₂ x % embarques por Navio.

Fonte: Electrolux

Nota: dados trabalhados pela autora, linha de tendência calculada através de ferramenta Excel.

No Gráfico 13 plotou-se os fatores de emissão de CO₂ versus o % de embarques por Navio (média mensal) para avaliar se haveria uma correlação que confirmasse a proposição da pesquisa. De fato, verifica-se que há uma forte relação inversa entre as variáveis, à medida que

se aumenta a participação de embarques por navios, o fator de emissão de CO₂ cai, sendo que o Coeficiente de Correlação de Pearson é -0,6478.

De acordo com Pereira (2014, p. 165) quanto mais próximo o coeficiente de Pearson estiver dos valores de -1 ou +1, mais forte é a correlação linear entre as variáveis. Uma correlação acima de +/-0,5 é considerada alta e indica que as variáveis já apresentam um bom grau de correlação.

4.6. Emissões de CO₂

Para avaliar o comportamento das emissões de CO₂ no período, efetuou-se três análises:

- a) Cálculo dos Fatores de emissão típicos para os veículos da Electrolux;
- b) Comparação das emissões em relação a janeiro/2015. Como não havia disponibilidade de dados anteriores a 2015, considerou-se este mês como o ponto de partida para a análise comparativa.
- c) Evolução das emissões mensais de CO₂ (em grCO₂/m³km) versus a evolução dos embarques de cabotagem.

4.6.1. Fatores de emissão típicos da Electrolux

A Norma EN-16258 incentiva o uso de dados empíricos sobre a frota quando disponível, a fim de que possam ser referenciados como padrão para frotas do mesmo tipo. Com os dados históricos do TCD foi possível calcular o fator de emissão de CO₂ por tipo de veículo.

Na Tabela 7 pode-se verificar que o fator de emissão para o veículo Navio/Container é o menor índice de todos, ficando em 4,93 grCO₂/m³km.

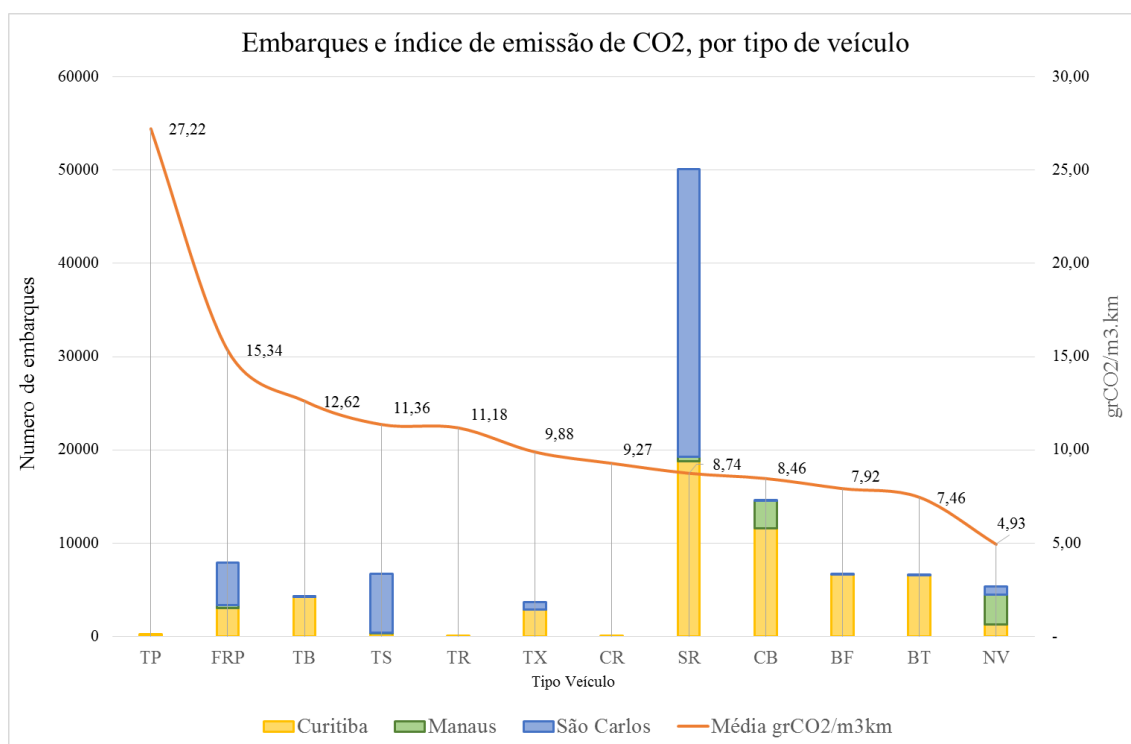
Plotando num gráfico tipo Pareto (Gráfico 14), todos os veículos rodoviários apresentam índices de emissão bem mais elevados, o que corrobora com a literatura pesquisada no capítulo 2.6 (IFEU, 2008; IFEU, 2014; IMO, 2014). Este gráfico é útil para orientar a empresa na escolha do tipo do veículo da frota, dando preferência aos modelos menos poluentes.

Tabela 7. Fatores de Emissão de CO₂ típicas para Electrolux

Tipo de Veículo/Ano		Média Electrolux (grCO ₂ /m ³ km)
BF	Bi-trem (Frontal).	7,92
BT	Bi-trem (Traseiro).	7,46
CB	Carreta Reta	8,46
CR	Carreta aberta	9,27
FRP	Fracionado	15,34
NV	Navio/Container	4,93
SR	Carreta Rebaixada	8,74
TB	TB: Truck Baú	12,62
TP	Truck Baú (baixa capacidade)	27,22
TR	Truck Aberto	11,18
TS	Truck Sider	11,36
TX	Truck (alta capacidade)	9,88
Total		9,27

Fonte: Electrolux

Notas: Dados trabalhados pela autora.

Gráfico 14. Nº embarques por origem x Índices de Emissão CO₂, por tipo veículo.

Fonte: Electrolux.

Nota: Dados trabalhados pela autora.

4.6.2. Redução emissões de CO₂ em relação ao ano 2015.

Para avaliar a variação das emissões de CO₂, nesta análise considerou-se o valor das emissões em Toneladas, por mês.

Para o cálculo adotou-se o mês de Janeiro/2015 como referência (foram emitidas 2.381 toneladas de CO₂) e comparou-se mês a mês o real emitido em relação a este valor. Vide exemplo do cálculo na tabela 8 a seguir. No Anexo 1 consta a Tabela completa com as emissões de CO₂ de todo o período (jan/15 a ago/18).

Tabela 8. Cálculo comparativo em relação a Janeiro/2015 (exemplo)

Mês	Total CO ₂ (ton)	% Ton CO ₂ (em relação a Janeiro/2015)	Delta CO ₂
jan/15	2.381	100%	-
fev/15	2.251	95%	130
mar/15	2.166	91%	216
abr/15	1.939	81%	442

Nota: Dados trabalhados pela autora.

Devido às flutuações mensais dos embarques, é evidente que as emissões totais de CO₂ irão variar também. Entretanto no Gráfico 15, pode-se verificar que houve uma redução em média de 75% nas emissões de CO₂ em relação a janeiro de 2015. É interessante observar que nos meses em que houve pico no uso do modal cabotagem (Agosto/17, Fevereiro/18 e Julho/2018) houve uma redução direta nas emissões de CO₂.

Considerando o valor de Janeiro/2015 como patamar de referência, pode-se estimar que a empresa evitou a emissão de **26.654** toneladas de CO₂ neste período (janeiro/2015 a Agosto/2018).

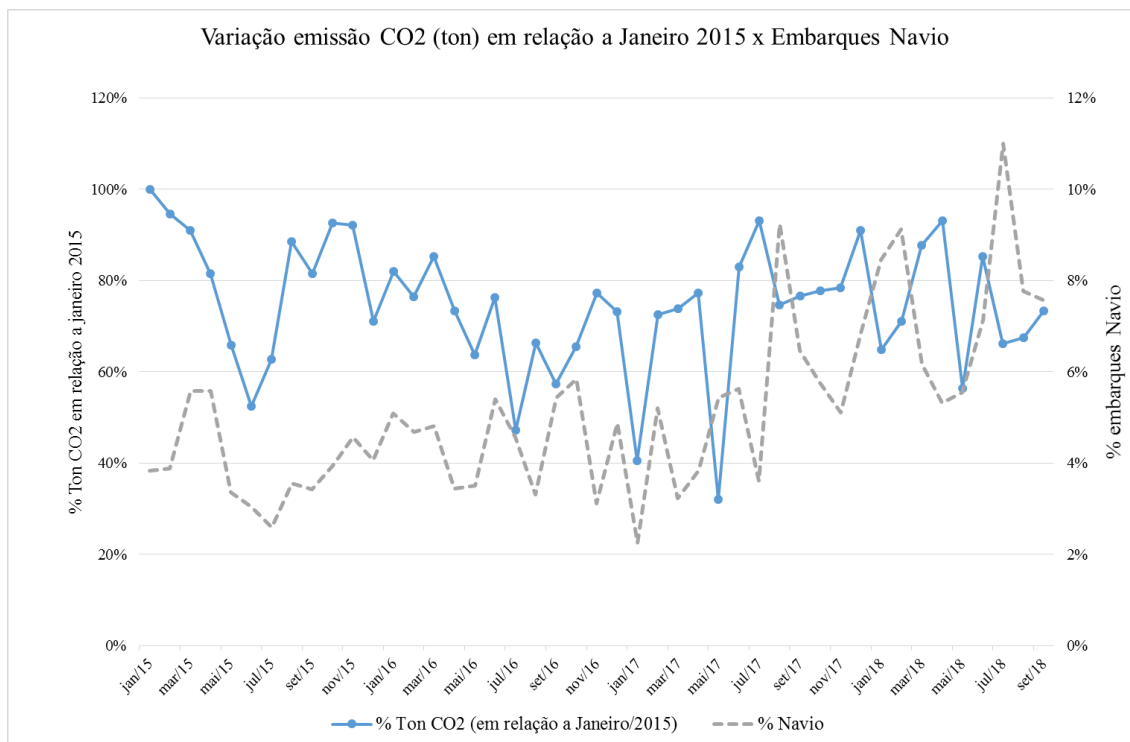


Gráfico 15. Variação emissão CO₂ (ton) em relação à Janeiro 2015 x Embarques Navio

Fonte: Electrolux

Nota: dados trabalhados pela autora.

4.6.3. Emissões de CO₂ por volume dos embarques

Considerando a flutuação natural que ocorre mês a mês dos embarques devido às diferentes demandas, esta análise objetiva ter uma visão parametrizada das emissões em função dos volumes e distancias das viagens (grCO₂/m³.km).

No Gráfico 16 a seguir plotou-se as emissões de CO₂ totais (em gramas) dos embarques, por volume (m³) e distância (km) versus a evolução dos embarques por cabotagem (eixo à direita). O resultado mostra que houve uma redução nas emissões à medida que os embarques de cabotagem aumentaram, saindo de um patamar de 30.000 grCO₂/m³.km para 18.000 grCO₂/m³.km (em média).

Ainda que ocorram interferências de outros fatores, como por exemplo, alteração da frota de caminhões, redução de produção ou sazonalidades, é possível afirmar que a cabotagem contribui para a redução das emissões de CO₂, pois pode-se observar no gráfico momentos de pico que refletem em menores fatores de emissão no respectivo mês (ex. Janeiro, Fevereiro e Março 2018, Julho/18), quando as operações da empresa estavam normais.

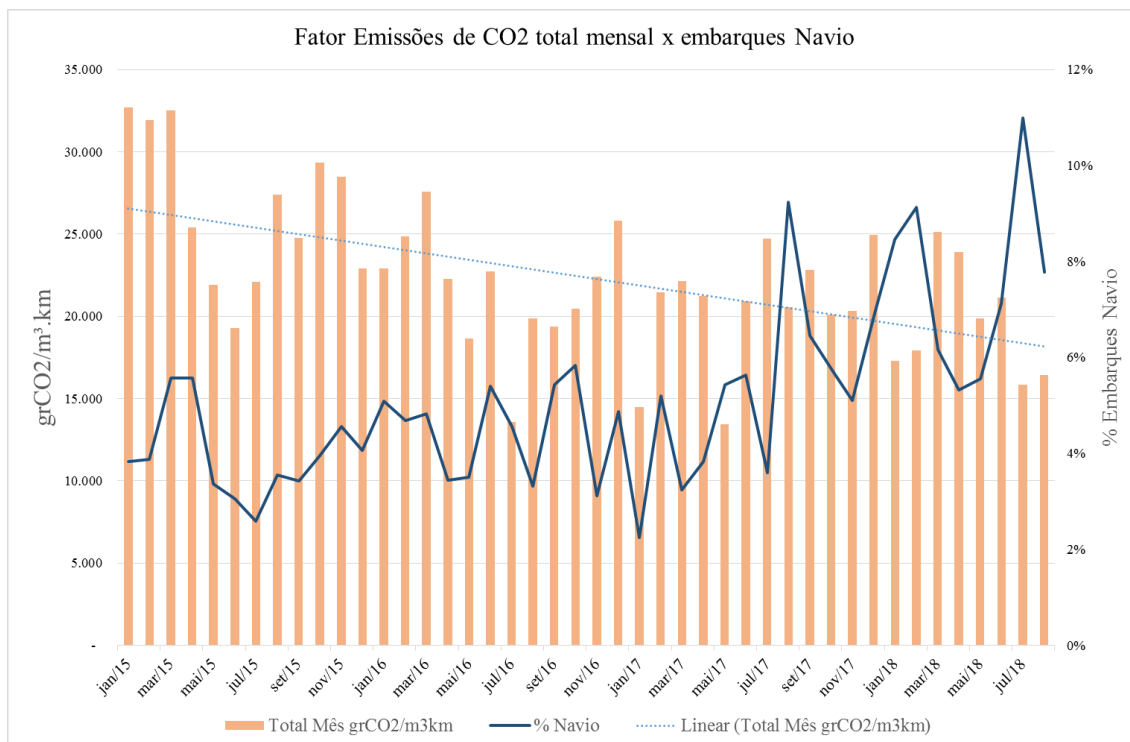


Gráfico 16. Fator de emissões de CO₂ total - evolução mensal

Fonte: Electrolux

Nota: dados trabalhados pela autora, linha de tendência calculada através de ferramenta Excel.

4.7. Impacto em Custo

Além da redução nas emissões de CO₂, avaliou-se também a variação de custos relacionada à troca do modal rodoviário pelo marítimo. Para fins deste trabalho, designou-se pelo termo “Custos” a soma dos seguintes custos relacionados à operação logística: frete, armazenagem, *ad valorem* e seguro de transporte.

Os custos reais dos embarques foram fornecidos pela equipe de Logística da Electrolux para todo o período de janeiro/2015 a Agosto/2018 (último período disponível durante a coleta de dados), com o valor já convertido para a base em dólares americanos. O custo total de cada embarque depende de fatores como tipo de veículo utilizado, distância percorrido e volume transportado e valor do frete.

Um problema para essa análise é a flutuação dos custos ao longo do tempo em função das operações da empresa, demandas do mercado (Gráfico 10) e custo do frete de transportes. Portanto, para se ter uma visão parametrizada, calculou-se o custo específico médio dos embarques em USD/m³.km:

$$Cem = C / (D \cdot V)$$

Onde:

Cem: Custo específico em USD/m³.km

C= custo de cada embarque, em USD

D= Distância, em km

V= Volume transportado em cada embarque, em m³

O valor médio do “custo específico” por tipo de veículo está na listado, listado na Tabela 9.

Tabela 9. Custo Específico médio por tipo de veículo em USD/m³.km

Tipo Veículo	Custo Médio por Embarque (USD/m³.km)
FRP	0,0972
CC	0,0762
TP	0,0715
TB	0,0696
SR	0,0340
TX	0,0301
BF	0,0290
CB	0,0290
BT	0,0273
TS	0,0224
CR	0,0152
TR	0,0127
NV	0,0094
Média Geral	0,0477

Fonte: Electrolux.

Notas: Dados trabalhados pela autora.

É interessante observar que o custo específico do embarque por Navio é o menor de todos os veículos: USD 0,094/m³.km (Gráfico 17).

No Gráfico 18 plotou-se as seguintes variáveis: a soma dos custos mensais em USD/m³.km (todos os embarques) versus a evolução mensal dos embarques por navio (%). Pode-se observar que há uma redução real no custo dos embarques à medida que a participação dos embarques por cabotagem aumenta ao longo do tempo. O custo caiu de um patamar médio de USD 90/m³.km (2015) para USD 70/m³.km (2018).

Essa redução é influenciada por diversos fatores (frete, seguros, demandas de mercado), porém certamente a maior participação da cabotagem contribuiu para esse resultado.

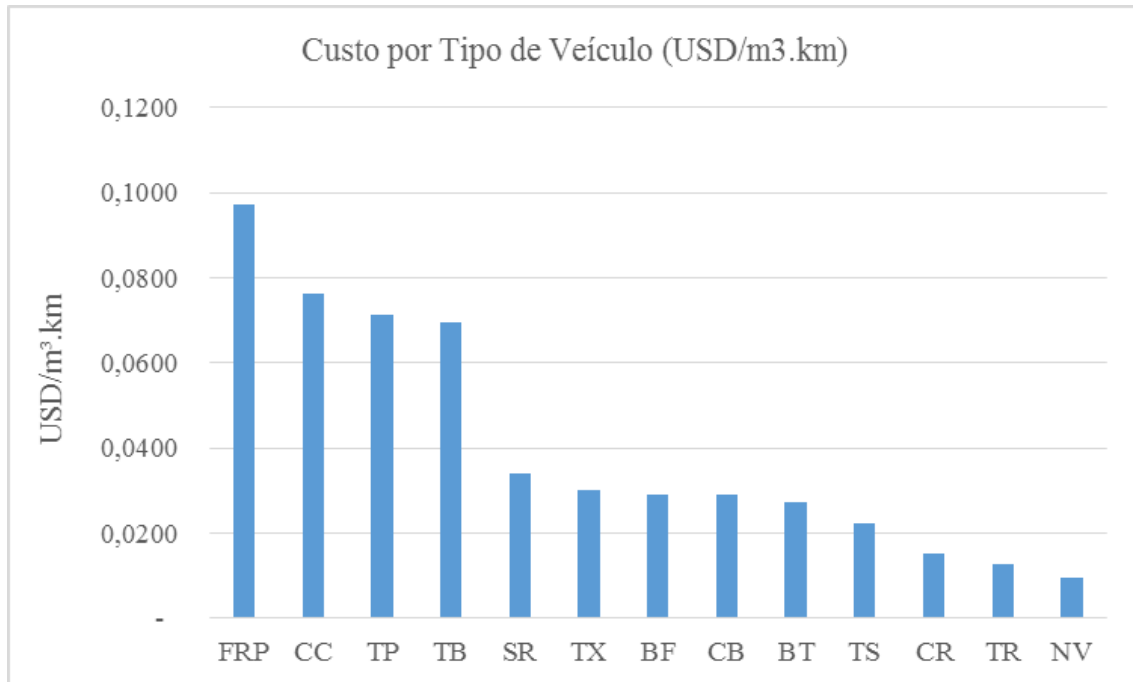


Gráfico 17. Custo por Tipo de Veículo (USD/m³.km)

Fonte: Electrolux.

Nota: Dados trabalhados pela autora.

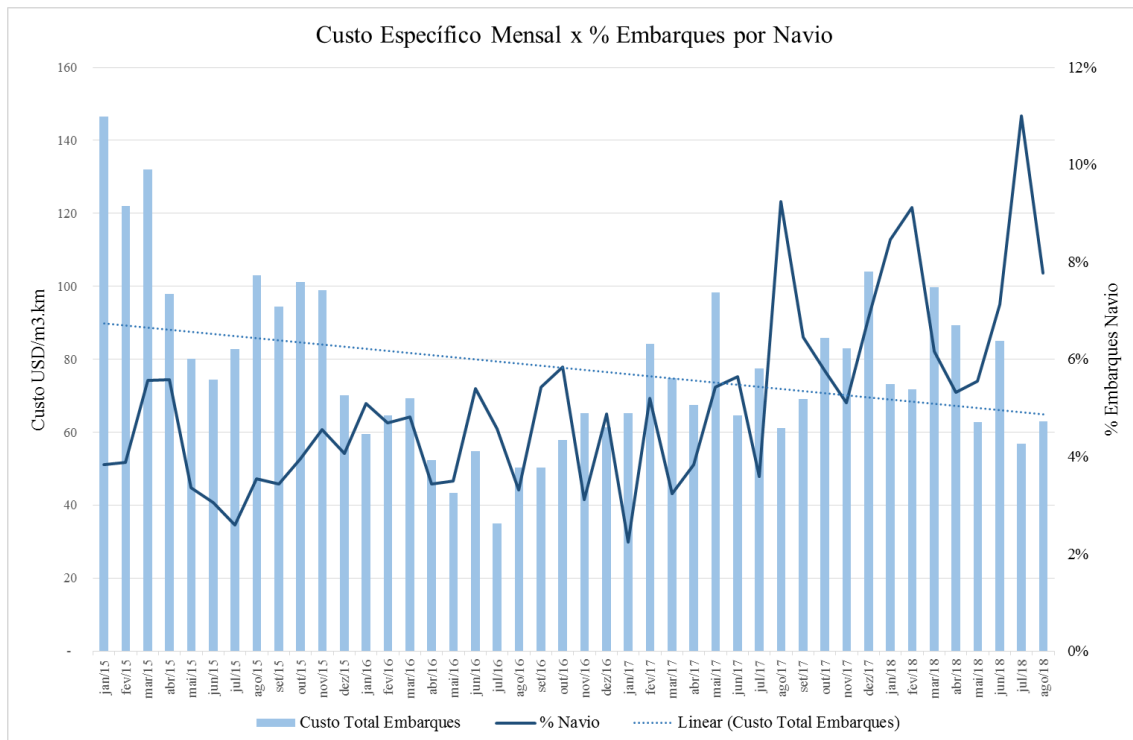


Gráfico 18. Custo Específico Mensal x % Embarques por Navio.

Fonte: Electrolux.

Nota: Dados trabalhados pela autora.

5. CONCLUSÕES

Um sistema de transporte sustentável traz crescimento, criação de empregos, redução da pobreza e acesso a mercados. E acima de tudo, é essencial para os esforços no combate às mudanças climáticas, redução da poluição do ar e melhorar a segurança nas estradas (UNITED NATIONS, 2016).

“Como a adoção do modelo de transporte marítimo de cabotagem pode reduzir custos e ao mesmo tempo contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa?” foi a questão levantada neste projeto a qual buscou-se responder por meio de um Estudo de Caso Único.

Este estudo apresentou a história de uma empresa fabricante de eletrodomésticos que visando à redução dos prejuízos sofridos por acidentes no transporte rodoviário de seus produtos, passou a usar o modal de cabotagem com maior frequência a partir de 2015. Entretanto, essa iniciativa trouxe um benefício não esperado, que foi a redução das emissões de GEE devido o modal de cabotagem ter uma taxa de emissão de CO₂ equivalente menor que do transporte rodoviário.

Assim, pretendeu-se com este trabalho verificar o quanto tal “externalidade” contribuiu de forma direta para a empresa alcançar suas metas em Sustentabilidade:

- Houve redução nas emissões de CO₂? Sim, estima-se que a empresa provavelmente evitou a emissão de 26.654 toneladas de CO₂, em comparação à Janeiro/2015, considerando o aumento da participação da cabotagem de 4% para 7,4% no período estudado (Jan/2015 a Ago/2018).
- Houve algum impacto em termos de custo? Sim, além de comprovar que o custo de cabotagem é menor que o transporte rodoviário, o custo caiu de um patamar médio de USD 90/m³.km (2015) para USD 70/m³.km (2018).

A metodologia do Estudo de Caso Único apresenta uma limitação relacionada à dificuldade de fazer generalizações dos resultados. Porém, conforme Yin (2015) argumenta, os estudos de caso não devem ser avaliados em termos de generalização, por exemplo, universalidade de uma teoria, mas em termos se os resultados contribuem a fatores contextuais e se um estudo de caso gera uma melhor compreensão de uma situação específica, neste caso a discussão sobre o uso

do transporte de cabotagem como alternativa para a redução das emissões de CO₂ e atingimento de metas da empresa.

Relembrando, Das e Jharkharia (2018) propõem em seu artigo sobre Gestão de Cadeia de Suprimentos de Baixo Carbono (GCSBC), que a consolidação da carga, troca dos modais de transporte, definição criteriosa das rotas de transporte e coordenação da cadeia de suprimentos podem levar a uma redução nas emissões totais dos GEE's com compensações positivas (trafe-offs) em termos de custo.

Através da análise das informações levantadas neste Estudo de Caso é possível concluir que há sim um efeito positivo para o resultado da empresa quando se efetua o uso de modais menos poluentes, como é o caso da cabotagem. O fenômeno do comportamento das emissões de CO₂ e dos custos é alinhado à proposição apresentada por estes autores.

Lições aprendidas sobre este caso:

- Para que uma política tenha êxito e sobreviva a longo prazo, esta precisa ser eficaz, ter credibilidade e ser publicamente aceita, sendo que os dois primeiros pontos são requisitos para o último (Eliasson e Proost, 2013). Quando uma empresa estabelece uma política de Sustentabilidade e suas metas, estas precisam ser percebidas pelas equipes como alcançáveis para poder enfim de fato abraçá-las. Demonstrar as vantagens da troca do modal rodoviário pela cabotagem pode incentivar as equipes a incluir no seu processo decisório o fator “Sustentabilidade”, buscando soluções diferenciadas.
- Entregar produtos no prazo, com qualidade, com menor custo e menor emissão de GEE devem estar na mesma equação da Competitividade.
- É necessária uma mudança cultural na cadeia de valor atual. As limitações reportadas pela empresa para se usar o modal de cabotagem com maior intensidade estão na dificuldade de clientes e fornecedores estarem dispostos e preparados para atuar neste sistema. O maior tempo de viagem exige um planejamento mais cuidadoso pela área de Logística que muitas vezes entra em conflito com os pedidos de entrega urgentes da área de Vendas ou exigências de clientes.

Lembrando Hyard (2013) que afirma que o transporte sustentável também pode ser promovido através de inovações não tecnológicas, voltadas a mudanças organizacionais, nossas

recomendações em particular à Electrolux referem-se à meta “*Aumentar nossa influência sobre as empresas de logística para melhorar a eficiência de nosso transporte em 15% até 2020.*”:

- O acompanhamento das medições de CO₂ que são levantadas através do Transportation Carbon Dashboard devem ser melhor divulgadas, para toda a companhia, como um importante indicador corporativo;
- Estabelecer algum tipo de incentivo ou prêmio para que as equipes de Logística e Planejamento de Vendas tenham um maior foco em promover a adoção da cabotagem como meta na redução do CO₂ e custos.
- Considerando que o mercado de cabotagem vem se aperfeiçoando, com os armadores ofertando melhores serviços, já é possível promover ações junto a clientes e fornecedores para desenvolver uma parceria e plano logístico de longo prazo, beneficiando toda a cadeia de valor.

Nossa sugestão para futuros estudos é a realização de um Estudo de Caso múltiplo, contemplando várias empresas de um mesmo setor a fim de comparar o comportamento de suas cadeias logísticas, o uso da cabotagem como fator competitivo e as inovações organizacionais visando o transporte sustentável e de baixo carbono.

REFERÊNCIAS

- ABDU AZIZ, O; et al. *A Hybrid Simulation Model for Green Logistics Assessment in Automotive Industry*. *Procedia Engineering*. 100, 25th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation, 2014, 960-969, Jan. 1, 2015. ISSN: 1877-7058.
- AHI, P., SEARCY, C. *A comparative literature analysis of definitions for green and sustainable supply chain management*. *Journal of Cleaner Production*. 52, 329-341, Aug. 1, 2013. ISSN: 0959-6526.
- AHI, P., SEARCY, C. *Review: An analysis of metrics used to measure performance in green and sustainable supply chains*. *Journal of Cleaner Production*. 86, 360-377, Jan. 1, 2015. ISSN: 0959-6526.
- ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários. *O Desenvolvimento da Navegação de Cabotagem no Brasil*. 6º Encontro de Logística e Transportes – FIESP (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo), São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.antaq.gov.br/portal/pdf/Palestras/FIESP_jun_2011_ANTAQ-Wagner.pdf>. Acessado em 02 mar. 2018.
- ARONSSON, H.; BRODIN, M.H. *The environmental impact of changing logistics structures*. *The International Journal of Logistics Management* Vol. 17 No. 3, 2006 pp. 394-415.
- BALLOU, R. H. *Logística Empresarial: Transportes, Administração de Materiais, Distribuição Física*. Editora Atlas, São Paulo, 2007.
- BARBOSA, D. H.; MUSETTI, M. A.; KURUMOTO, J. S. *Sistema de Medição de Desempenho para a Área de Logística*. XIII SIMPEP, Bauru, 2006. Disponível em <http://antigo.feb.unesp.br/dep/simpep/anais/anais_13/artigos/779.pdf>. Acessado em 20 mai. 2018.
- BARTHOLOMEU, D.B.; PÉRA, T.G.; CAIXETA-FILHO, J.V. *Logística sustentável: avaliação de estratégias de redução das emissões de CO2 no transporte rodoviário de cargas*. *Journal of Transport Literature*. 3, 15, 2016. ISSN: 2238-1031.
- BLANK, S., PRENTICE, B.E. *NAFTA at 20: Time to open the internal borders of North American to cabotage*. *Research in Transportation Business & Management* 16 (2015) 4–14.
- BONI, V., QUARESMA S.J. *Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais*. *Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC*. Vol. 2 nº 1 (3), janeiro-julho/2005, p. 68-80.
- BORGES, I. B., GONÇALVES, W., & FREITAS, R. R. *Analysis of the expansion of cabotage routes from economic and business sustainability view*. *Research, Society and Development*, 7(9), 979434, 2018.

BRASIL. LEI Nº 9.432, DE 8 DE JANEIRO DE 1997. *Dispõe sobre a ordenação do transporte aquaviário e dá outras providências*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9432.htm>

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. *Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários: Relatório Final 2013, Ano-base 2012*. Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80060/Inventario_de_Emissoes_por_Veiculos_Rodoviarios_2013.pdf>

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – MCTIC. *Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil*. 4ª edição, 2017. Disponível em: <sirene.mcti.gov.br/publicacoes>.

BRASIL. Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil – MTPA. *Política Nacional de Transportes: Caderno das Estratégias Governamentais*. Brasília, 2018. Disponível em: <http://www.transportes.gov.br/images/2018/documentos/caderno_das_estrategias_governamentais_versao_1.0.pdf>

BSI (British Standards Institution). *PAS 2050:2011 – Specification for the Assessment of the Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Goods and Services*. 2011. Disponível em <<http://www.bsigroup.com/en/Standards-and-Publications/How-we-can-help-you/Professional-Standards-Service/PAS-2050/>>

CASACA, A. C. P., GALVÃO, C. B., ROBLES, L. T., & CUTRIM, S. S. (2017). *The Brazilian cabotage market: a content analysis*. International Journal of Shipping and Transport Logistics, 9(5), 601-625.

CEN (European Committee for Standardization). *EN 16258. Methodology for calculation and declaration of energy consumption and GHG emissions of transport services (freight and passengers)*. 2013. Disponível em: <https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:35:0:::FSP_SURR_WI:32935&cs=1F9B63B4CF72FC3E6FA0E37C48D57CBBE>

CENIGA, P.; SUKALOVA, V. *Future of Logistics Management in the Process of Globalization. Procedia Economics and Finance*. 26, 4th World Conference on Business, Economics and Management (WCBEM-2015), 160-166, Jan. 1, 2015. ISSN: 2212-5671.

CHEN, X.; WANG, X. *Effects of carbon emission reduction policies on transportation mode selections with stochastic demand*. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2015, Vol. 90, pp. 196-205.

CHOI, T.M., CHIU, C.H, CHAN, H.K. Risk management of logistics systems. Transportation Research Part E 90, 2016, p.1–6.

CNT. Plano CNT de Transporte e Logística 2018. Confederação Nacional do Transportes, Brasília, 2018.

CHRISTOPHER, M. *Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos*. Criando redes que agregam valor. 2.ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

CSCMP (Council of Supply Chain Management Professionals). *Supply Chain Management and Logistics Management Definitions*. 2012. Disponível em: <<http://cscmp.org/digital/glossary/glossary.asp>>

CRESWELL, J. W. *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. In: Projeto de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto. Artmed, 2010.

DAS, C. JHARKHARIA, S. *Low carbon supply chain: a state-of-the-art literature review*. Journal of Manufacturing Technology Management. 2018. Vol. 29 Issue: 2, pp.398-428. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2017-0188>>

DIAS, S.L.F.G., LABEGALINI, L., CSILLAG, J.M. *Sustentabilidade e cadeia de suprimentos: uma perspectiva comparada de publicações nacionais e internacionais*. Revista Produção, maio/ago 2012. v.22, nº 3, p. 517-533.

DIN (Deutsches Institut für Normung e.V.). DIN EN ISO 14044. 2006

DIN (Deutsches Institut für Normung e.V.) DIN EN ISO 14040. 2009.

DIN (Deutsches Institut für Normung e.V.) DIN EN ISO 14064. 2012.

DIN (Deutsches Institut für Normung e.V.) DIN EN ISO 14067. 2014.

DURÃES FILHO, A. C. et al. *Cabotagem uma Alternativa Econômica de Transporte Eficaz para o Brasil*. Rio de Janeiro: Perspectiva Online, 2011 (Ciências Exatas e Engenharia).

ELECTROLUX. *Electrolux Sustainability Report 2017: For the Better*. Disponível em: <<https://www.electroluxgroup.com/en/electrolux-sustainability-report-2017-24501/>>

ELECTROLUX. *Sustainability Report 2016: For the Better*. Disponível em: <<http://www.electroluxgroup.com/annualreports/2016/en/sustainability/>>

ELIASSON, J., PROOST, S. *Is sustainable transport policy sustainable?*. Transport Policy, Volume 37, 2015, Pages 92-100, ISSN 0967-070X. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967070X14001991>>.

EPL - EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA. *Plano Nacional de Logística Integrada (2015 – 2035)*. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-tematicas/infraestrutura-e-logistica/anos-anteriores/plano-nacional-de-logistica-integrada-pnli-51.pdf>>

FONSECA, R.O. *A Navegação de Cabotagem de Carga no Brasil*. Mercator, Fortaleza, v. 14, n. 1, p. 21-46, jan./abr. 2015. Disponível em: < www.mercator.ufc.br>

G1. *CRONOLOGIA: greve dos caminhoneiros*. Economia. 25 de maio de 2018. Disponível em: < <https://g1.globo.com/economia/noticia/cronologia-greve-dos-caminhoneiros.ghtml>>

GRANT, D., LAMBERT, D.M., STOCK, J.R. e ELLRAM, L.M. *Fundamentals of Logistics Management*. Berkshire: McGraw Hill, 2006.

GRACHT, H. vd; DARKOW, I.L. *The future role of logistics for global wealth : scenarios and discontinuities until 2025*. Foresight. 2013. vol. 15, Issue: 5, p. 405-419. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/FS-05-2012-0031>>

HOEN, K.M.R.; TAN, T.; FRANSOO, J.C. e VAN HOUTUM, G.J. *Switching transport modes to meet voluntary carbon emission targets*. Transportation Science, 2013, Vol. 48 No. 4, p. 592-608.

HOEN, K.M.R.; TAN, T.; FRANSOO, J.C. e VAN HOUTUM, G.J. *Effect of carbon emission regulations on transport mode selection under stochastic demand*. Flexible Service Manufacturing Journal, 2014, Vol. 26 Nos. 1-2, p. 170-195. Disponível em: <<https://doi.org/10.1287/trsc.2013.0481>>

HYARD, A. *Non-technological innovations for sustainable transport*. Technological Forecasting & Social Change 80, 2013, 1375–1386.

IFEU- Institut für Energieund Umweltforschung. EcoTransIT: Ecological Transport Information Tool. Environmental Methodology and Data. Heidelberg, Julho, 2008. Disponível em: < www.ecotransit.org>.

IFEU- Institut für Energieund Umweltforschung. *Ecological Transport Information Tool for Worldwide Transports Methodology and Data Update*. Heidelberg, Dezembro, 2014. Disponível em < www.ecotransit.org>.

IFEU- Institut für Energieund Umweltforschung. *Aktualisierung Daten und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2035 (TREMODO) für die Emissionsberichterstattung*. Heidelberg, 2016. Disponível em <www.ifeu.de/methoden/modelle/tremod/>

IGL, J; KELLNER, F. *Exploring greenhouse gas reduction opportunities for retailers in Fast Moving Consumer Goods distribution networks*. Transportation Research Part D. 50, 2017, Jan. 1, p. 55-69. ISSN: 1361-9209.

IMO. *Third IMO GHG Study 2014. Executive Summary*: Safe, secure and efficient shipping on clean oceans. International Maritime Organization, 2015. Disponível em: <<http://www.imo.org/en/Pages/Default.aspx>>

INFRAS. *Handbook emission factors for road transport (HBEFA)*. Bern, April, 2017, ver. 3.3. Disponível em: < <http://www.hbefa.net/e/index.html>>

IEA. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *CO₂ Emissions From Fuel Combustion: Highlights*, 2017. Disponível em <<https://webstore.iea.org/CO2-emissions-from-fuel-combustion-highlights-2017>>

IEA. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Energy Efficiency Indicators: Highlights*, 2017. Disponível em:

<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EnergyEfficiencyHighlights_2017.PDF>

IPCC. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 2013, 1535 pp.

JÚNIOR, A.S. et. al. Cabotagem como Instrumento de Preservação Ambiental. Anais do XXVII Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (ANPET), 2013.

KENGPOL, A; TUAMMEE, S. *The development of a decision support framework for a quantitative risk assessment in multimodal green logistics: an empirical study*. International Journal of Production Research. Feb. 15, 2016, Vol. 54, 4, p.1020-1038. ISSN: 00207543.

KONUR, D; SCHAEFER, B. *Integrated inventory control and transportation decisions under carbon emissions regulations: LTL vs. TL carriers*. Transportation Research Part E. 68, Aug. 1, 2014, p.14-38, ISSN: 1366-5545.

LACHMANN, M. V.; CASTRO JUNIOR, O. A. *A Navegação de Cabotagem na Visão dos Transportadores: O Valor da Cabotagem Brasileira*. Seminário ANTAQ, Brasília, 2009. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/portal/pdf/palestras/SeminarioCabotagem/Palestra3.pdf>>.

LAI, K.-H.; WONG, C.W.Y. *Green logistics management and performance: some evidence from Chinese manufacturing exporters*, Omega, 2012, Vol. 40 No. 3, p. 276-282.

LAZĂR, A.I. *Economic Efficiency Vs. Positive And Negative Externalities*. Review of General Management, Volume 27, Issue 1, 2018, p. 112-118.

LEAL, J; D'AGOSTO, MA. *Modal choice evaluation of transport alternatives for exporting bio-ethanol from Brazil*. Transportation Research Part D. 16, 2011, Jan. 1, p. 201-207. ISSN: 1361-9209.

LEKAKOU, M.B., VITSOUNIS, T.K. *Market concentration in coastal shipping and limitations to island's accessibility*. Research in Transportation Business & Management 2 (2011) 74–82

LILJESTRAND, K.,; CHRISTOPHER, M.; ANDERSSON, D., *Using a transport portfolio framework to reduce carbon footprint*. The International Journal of Logistics Management, 2015, Vol. 26, No. 2, p. 296-312.

LÖBLER, M.L. et al. *Como estão sendo conduzidos os Estudos De Caso? Uma Reflexão Sobre os Trabalhos Publicados na Área de Administração*. In: XXXVIII Encontro da ANPAD, Rio de Janeiro, 2014.

LUCAS, C. C. *Cabotagem no Brasil: Quando?* In: 7º Encontro de Logística e Transportes – FIESP. Apoio da ABAC (Associação Brasileira de Armadores de Cabotagem), São Paulo, 2012. Disponível em:

<http://www.anut.org/downloads/Apresentacao_Trabalhos/FIESP_21e21_2012/02_Transporte_Maritimo_Fluvial/08_Sala3_Cleber_Lucas_2205_Transporte_Maritimo_1030h.pdf>.

MACHLINE, C. *Potencial do Modal de Cabotagem no Brasil*. Congresso da Fundação Getulio Vargas–SIMPOI, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.feg.unesp.br/dpd/cegp/2013/LOG/Textos%20gerais/simpoi%2011%20-%20cabotagem.pdf>>.

MANKIW, N. G. *Introdução à economia*. São Paulo: Cengage Learning, 2013, p.184.

MCKINNON, A.; EDWARDS, J. *The greening of retail logistics*. In: Fernie, John, Sparks, Leigh (Eds.), *Logistics & Retail Management: Emerging Issues and New Challenges in the Retail Supply Chain*. Kogan Page Ltd., London, 2009, p. 253–273.

MEDEIROS, R.L., SANTOS, J.T. A.N D., KUWAHARA, N., MOITA, M.H.V. *Cenários logísticos alternativos para a cabotagem do estado do Amazonas utilizando simulação computacional*. *Journal of Transport Literature*, 9(1), 60-64, 2015.

MEIXELL, MJ; NORBIS, M. *Integrating carrier selection with supplier selection decisions to improve supply chain security*. *International Transactions in Operational Research*. Sept. 2012, 19, 5, 7

MENTZER, John T. et al. Defining supply chain management, *Journal of Business Logistics*, Vol. 22, Nº2, p. 16, 2001.11, ISSN: 09696016.

MENTZER, J. T.; STANK, T. P.; ESPER, T. L. *Supply Chain Management and Its Relationship to Logistics, Marketing, Production, and Operations Management*. *Journal of Business Logistics*, mar. 2008. v. 29, n. 1, p. 31–46.

MIRA, C.A. *Logística o Último Rincão do Marketing. Digital*. 3ª Edição Revisada – e-Book – Truckpad, 2017. Disponível em: <<http://materiais.truckpad.com.br/ebook-o-ultimo-rincao-do-marketing>>.

MOURA, B. do C. *Logística: Conceitos e Tendências*. Lisboa: Centro Atlântico, 2006.

MOURA, D.A., BOTTER, R. C. *O transporte por cabotagem no Brasil - potencialidade para a intermodalidade visando a melhoria do fluxo logístico*. *Revista Produção Online*, 11(2), 2011, p. 595-617.

MORAIS, R.R. *Logística Empresarial*. Curitiba: Intersaberes, 2015, 264 p.

MTPA. *Política Nacional de Transportes: Caderno das Estratégias Governamentais*. Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil. Brasília, 2018.

MULTAHARJU, S; et al. *Sustainability-related risk management in buying logistics services*. *International Journal of Logistics Management*. Dec. 2017, Vol. 28, 4, p. 1351, ISSN: 09574093.

NTM. *Road cargo transport baseline 2018 South America*. Network for Transport Measures. 2018. Disponível em <https://www.transportmeasures.org/en/wiki/evaluation-transport-suppliers/road-transport-baseline-2017-south-america/>>. Acessado em 01/06/2018.

NOVAES, A. *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição*. 4 Ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2015, p. 51.

ONO, R.T. *Estudo de viabilidade do transporte marítimo de contêineres por cabotagem na costa brasileira*. 2001. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo.

PAZIRANDEH, A.; JAFARI, H. *Making sense of green logistics*, International Journal of Productivity and Performance Management, 2013, Vol. 62 Issue: 8, p. 889-904. Disponível em <https://doi.org/10.1108/IJPPM-03-2013-0059>

PEREIRA, A. T. *Métodos Quantitativos Aplicados à Contabilidade*. (livro eletrônico). Curitiba: InterSaberes, 2014. 235 p.

PORTER, M.E.; VAN DER LINDE, C. *Green and Competitive: Ending the Stalemate*. Harvard Business Review. 73, 5, 120-134, Sept. 1995. ISSN: 00178012.

REHMAN KHAN, SA; et al. *Green supply chain management, economic growth and environment: A GMM based evidence*. Journal of Cleaner Production. 185, 588-599, June 2018. ISSN: 09596526.

RIZET, C.; CORNELIS, E.; BROWNE, M.; LÉONARDI, J. *GHG emissions of supply chains from different retail systems in Europe*. Transportation Research Part D, 2010, Sci. 2 (3), 6154–6164. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.04.027>.

STAKE, R. The art of case study research. Thousand OAKS, CA: Sage, pp.49-68, 1995.

SAUNDERS, C.; BARBER, A. *Comparative Energy and Greenhouse Gas Emissions of New Zealand's and the UK's Dairy Industry*. Lincoln: Agribusiness and Economics Research Unit, Lincoln University, 2007.

SAVVIDIS, D. *Vehicle Energy Consumption calculation Tool – VECTO*. The International Council on Clean Transportation – ICCT. 2018. Disponível em: https://www.theicct.org/sites/default/files/VECTO_Savvidis_DG-CLIMA.pdf>

SCHMIED, M.; KNÖRR, W. *Calculating GHG emissions for freight forwarding and logistics services in accordance with EN 16258*. European Association for Forwarding, Transport, Logistics and Customs Services (CLECAT). 2012. 63 p. Disponível em: https://www.clecat.org/media/CLECAT_Guide_on_Calculating_GHG_emissions_for_freight_forwarding_and_logistics_services.pdf>

SEROKA-STOLKA, O. *Green Initiatives in Environmental Management of Logistics Companies*. Transportation Research Procedia. 16, The 2nd International Conference "Green Cities - Green Logistics for Greener Cities", 2-3 March 2016, Szczecin, Poland, 483-489, Jan. 1, 2016. ISSN: 2352-1465.

SEURING, S; MÜLLER, M. *From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management*. Journal of Cleaner Production, Jan. 1, 2008, Vol.16, Sustainability and Supply Chain Management, p. 1699-1710, ISSN: 0959-6526.

SOUSA, C.; ROSETA-PALMA, C., MARTINS, L.F. *Economic growth and transport: On the road to sustainability*. Natural Resources Forum 39, 2015, p. 3–14

SRIVASTAVA, S.K., *Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review*, International Journal of Management Reviews, 2007, Vol. 9, No. 1, p. 53-80.

UIC. *Carbon Footprint of High Speed Rail*. International Union of Railways, 1st. Ed., November, 2011. Disponível em: < <http://www.shop-ctf.com/en/carbon-footprint-of-high-speed-rail>.

UNITED NATIONS. *Mobilizing Sustainable Transport for Development: Analysis and Policy Recommendations from the United Nations Secretary-General's High-Level Advisory Group on Sustainable Transport*, 2016. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/2375Mobilizing%20Sustainable%20Transport.pdf>>

VENKATESH, V.G., ZHANG, A., LUTHRA, S.C. DUBEY, R., SUBRAMANIAN, N., MANGLA, S. *Barriers to coastal shipping development: An Indian perspective*. Transportation Research Part D 52 (2017) 362–378.

WAHNSCHAFFT, R. *Sustainable Transport: Trends, Issues And Perspectives For International Co-Operation In The Implementation Of Rio 20 Decisions*. Law as Change: Engaging with the Life and Scholarship of Adrian Bradbrook, edited by Paul Babie and Paul Leadbeter, University of Adelaide Press, South Australia, 2014, p. 169–200. Disponível em <www.jstor.org/stable/10.20851/j.ctt1sq5xcn.12>

WBCSD & WRI (World Business Council for Sustainable Development & World Resources Institute). *Greenhouse Gas Protocol – The Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting & Reporting Standard*. September, 2011. Disponível em: < http://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Corporate-Value-Chain-Accounting-Reporting-Standard_041613_2.pdf>

WBCSD & WRI (World Business Council for Sustainable Development & World Resources Institute). *The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard*, March, 2004. Disponível em < <https://ghgprotocol.org/corporate-standard>>

WEITZMAN, M.L. *Can Negotiating a Uniform Carbon Price Help to Internalize the Global Warming Externality?* Journal of the Association of Environmental and Resource Economists, Vol. 1, No.1/2 (Spring/Summer 2014), pp. 29-49. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/10.1086/676039>>

YIN, R.K. *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZHENG, J., MENG, Q., & SUN, Z. *Impact analysis of maritime cabotage legislations on liner hub-and-spoke shipping network design*. European journal of operational research, 234(3), 874-884, 2014.

ANEXO 1

TABELA EMISSÕES DE CO₂

Mês	Total Embarques por Navio	Total Embarques por mês	% Navio	Total mês CO₂ (ton)	% Ton CO₂ (em relação a Jan/2015)	Total Mês grCO₂/m³km
jan/15	132	3.444	4%	2.381	100%	32.671
fev/15	129	3.323	4%	2.251	95%	31.925
mar/15	193	3.464	6%	2.166	91%	32.523
abr/15	150	2.690	6%	1.939	81%	25.376
mai/15	77	2.293	3%	1.569	66%	21.922
jun/15	62	2.032	3%	1.249	52%	19.281
jul/15	60	2.314	3%	1.496	63%	22.084
ago/15	104	2.933	4%	2.106	88%	27.373
set/15	90	2.626	3%	1.940	81%	24.774
out/15	123	3.115	4%	2.205	93%	29.316
nov/15	141	3.092	5%	2.193	92%	28.463
dez/15	100	2.465	4%	1.691	71%	22.899
jan/16	124	2.439	5%	1.954	82%	22.893
fev/16	122	2.604	5%	1.820	76%	24.840
mar/16	134	2.781	5%	2.030	85%	27.560
abr/16	82	2.383	3%	1.746	73%	22.256
mai/16	71	2.029	3%	1.518	64%	18.660
jun/16	135	2.499	5%	1.816	76%	22.707
jul/16	65	1.423	5%	1.123	47%	13.573
ago/16	71	2.145	3%	1.579	66%	19.869
set/16	114	2.100	5%	1.365	57%	19.372
out/16	132	2.261	6%	1.561	66%	20.458
nov/16	80	2.572	3%	1.842	77%	22.414
dez/16	111	2.276	5%	1.743	73%	25.795
jan/17	33	1.472	2%	964	40%	14.464
fev/17	125	2.405	5%	1.727	73%	21.477
mar/17	81	2.504	3%	1.758	74%	22.113

Mês	Total Embarques por Navio	Total Embarques por mês	% Navio	Total mês CO₂ (ton)	% Ton CO₂ (em relação a Jan/2015)	Total Mês grCO₂/m³km
abr/17	94	2.457	4%	1.840	77%	21.224
mai/17	70	1.290	5%	763	32%	13.420
jun/17	136	2.414	6%	1.975	83%	20.932
jul/17	84	2.337	4%	2.218	93%	24.736
ago/17	199	2.155	9%	1.778	75%	20.547
set/17	144	2.229	6%	1.825	77%	22.807
out/17	143	2.483	6%	1.852	78%	20.086
nov/17	130	2.544	5%	1.868	78%	20.318
dez/17	204	2.974	7%	2.169	91%	24.935
jan/18	177	2.094	8%	1.545	65%	17.274
fev/18	190	2.082	9%	1.693	71%	17.904
mar/18	172	2.789	6%	2.090	88%	25.112
abr/18	138	2.594	5%	2.218	93%	23.902
mai/18	94	1.694	6%	1.344	56%	19.848
jun/18	185	2.595	7%	2.032	85%	21.144
jul/18	203	1.846	11%	1.577	66%	15.817
ago/18	145	1.865	8%	1.607	67%	16.448
TOTAL	5.349	106.126		78.127		983.510