

**UNIVERSIDADE PAULISTA**  
**PROGRAMA DE DOUTORADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL DO  
TRANSPORTE DE HORTIFRÚTIS DA ÁREA DE  
PRODUÇÃO A UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO  
EM TERESINA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista - UNIP, para a obtenção do Título de Doutor em Engenharia de Produção.

**MANOEL EULÁLIO NETO**

**São Paulo**

**2022**

**UNIVERSIDADE PAULISTA**  
**PROGRAMA DE DOUTORADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL DO  
TRANSPORTE DE HORTIFRÚTIS DA ÁREA DE  
PRODUÇÃO A UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO  
EM TERESINA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista - UNIP, para a obtenção do Título de Doutor em Engenharia de Produção.

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Irenilza de Alencar Nääs

**Área de concentração:** Gestão de Sistemas de Operação.

**Linha de Pesquisa:** Redes de Empresas e Planejamento da Produção

**Projeto de Pesquisa:** Avaliação de processos e produtos do agronegócio

**MANOEL EULÁLIO NETO**

**São Paulo**

**2022**

Eulálio Neto, Manoel.

Avaliação do impacto ambiental do transporte de hortifrúteis da área de produção a um centro de distribuição em Teresina / Manoel Eulálio Neto. - 2022.

63 f. : il. color.

Tese de Doutorado Apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista, São Paulo, 2022.

Área de concentração: Gestão de Sistemas de Operação.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Irenilza de Alencar Nääs.

1. Impacto ambiental. 2. Modal. 3. Produção local.  
4. GWP. 5. Emissão de CO<sub>2</sub>. 6. Árvores de decisão. I. Nääs, Irenilza de Alencar (orientadora). II. Título.

**MANOEL EULÁLIO NETO**

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL DO  
TRANSPORTE DE HORTIFRÚTIS DA ÁREA DE  
PRODUÇÃO A UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO  
EM TERESINA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista - UNIP, para a obtenção do Título de Doutor em Engenharia de Produção.

Aprovado em:

**BANCA EXAMINADORA**

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Irenilza de Alencar Nääs  
Universidade Paulista – UNIP

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. João Gilberto Mendes dos Reis  
Universidade Paulista - UNIP

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Pedro Luiz de Oliveira Costa Neto  
Universidade Paulista - UNIP

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Carlos Raulino Lopes  
Instituto Federal do Piauí - IFPI

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Josimar Alcantara de Oliveira  
Universidade Estadual do Piauí – UESPI

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais (Albanita e Hugo), em especial, à memória de meu genitor, pela persistência e dedicação em propiciar aos filhos as condições necessárias para seus estudos e formação profissional.

À minha esposa, Ivany Maria, e aos meus filhos Ricardo, Eulaliany e Samuel, pelo apoio e incentivo, sempre ao meu lado.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela fé e pelo dom da vida.

À Professora Doutora, Irenilza de Alencar Nääs, minha orientadora, pela dedicação, cuidado e elogiável atenção na condução da orientação durante a execução desta Tese, e além do zelo pela orientação, sempre esteve atenta a não deixar o aluno se distanciar do foco no trabalho.

À minha família de forma em geral, sempre ao meu lado, participando e me motivando em todas as etapas do curso.

A todos os colegas do Doutorado, pelo companheirismo e lealdade, durante a realização do curso.

A todos os professores do Doutorado e aos Professores Josimar Alcântara de Oliveira e João Gilberto Mendes dos Reis, respectivamente Coordenadores do DINTER – UNIFSA/UNIP, que souberam muito bem conduzir o curso, contribuindo de forma direta na qualidade do mesmo.

À Instituição Centro Universitários Santo Agostinho - UNIFSA, na pessoa da Professora Yara Maria Lira Paiva e Silva, Diretora Geral, por acreditar na capacidade de seus professores e por incentivá-los a buscar novos conhecimentos, sempre dando apoio nos aspectos profissional e humano.

À amiga, Professora Nilsa Duarte da Silva Lima, pela valiosa colaboração no decorrer do curso.

Ao Professor, amigo, Antônio de Lisboa Lopes de Araújo (UNIFSA), pela colaboração na disponibilização de dados, que muito contribuíram para o estudo.

Às funcionárias responsáveis pelas secretarias do UNIFSA e UNIP, pela disponibilidade e presteza no atendimento de nossas solicitações.

## SUMÁRIO

CAPÍTULO I .....	14
1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	14
1.1. Introdução.....	14
1.2. Justificativa .....	15
1.3. Objetivos.....	16
1.3.1. Objetivo Geral.....	16
1.3.2. Objetivos Específicos .....	16
1.4. Composição da Tese.....	17
CAPÍTULO II .....	18
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1. A cadeia de hortifrúteis no Estado do Piauí .....	18
2.2. Logística de distribuição de hortifrúteis.....	22
2.3. Conceito de Produção local ou “Local food” .....	24
2.4. Conceito de Potencial de Aquecimento Global ( <i>Global Warming Potential</i> ).....	26
2.5. Sustentabilidade .....	27
2.5.1. Sustentabilidade e Transporte.....	29
CAPÍTULO III .....	32
3. METODOLOGIA .....	32
CAPÍTULO IV .....	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	34
4.1. Artigo 1 .....	36
4.2. Artigo 2 .....	44
4.3. Artigo 3 .....	51
CAPÍTULO V .....	58
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	58
5.1. Conclusão.....	59
5.2. Sugestões.....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo I

- Figura – 1 Representação esquemática de uma cadeia de produtos de origem vegetal..... 21
- Figura – 2 Dimensões que indicam equilíbrio na perspectiva de sustentabilidade.... 29

### Capítulo IV

#### Artigo 1

- Figura – 1 Mapa da região de onde vêm os produtos estudados (tomate, alface, pimentão e pepino) para a central de abastecimento de Teresina..... 39
- Figura – 2 Potencial de aquecimento global (GWP/10<sup>-1</sup> t de produto) dos produtos estudados devido à distância da área de produção ao centro de distribuição em Teresina..... 41

#### Artigo 2

- Figura – 1 Show the data processing scheme of the present study..... 46
- Figura – 2 Random tree with a focus on the environmental impact mainly due to the distance the products transported..... 47
- Figura – 3 Random tree with a focus on the environmental impact, mainly due to the distance the products were transported..... 47
- Figura – 4 Random tree with a focus on the environmental impact mainly due to the quantity of products transported..... 48

#### Artigo 3

- Figura – 1 Research model and system boundaries with the steps taken from data recording on farms to the food distribution center and the transport from the distribution center to an urban hospital..... 53
- Figura – 2 Schematic view of the two transportation routes, from farms to distribution center, and from the distribution center to the urban hospital..... 54
- Figura – 3 Global warming potential (GWP, %) of the product's stages - from the production farms (cradle) to the urban hospital (fork) in Teresina, Brazil... 55

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico	–	1	Origem dos produtos por região do país no ano de 2019.....	19
---------	---	---	--	----

## LISTA DE QUADROS

Quadro – 1	Composição da Tese.....	17
Quadro – 2	Cadeias de Comercialização considerando nível de intermediação....	20

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo II

#### Artigo 1

Tabela	–	1	Municípios, estados e coordenadas geográficas que abrigam as áreas produtoras dos vegetais estudados e até ao destino final, Teresina/PI	40
Tabela	–	2	Detalhamento dos produtos (tomate, alface, pimentão e pepino), estados de onde vem o produto, quantidade, distância percorrida e GWP.....	40

#### Artigo 3

Tabela	–	1	Values of the GWP (kg CO <sub>2</sub> -eq/kg product) data from the studied vegetable production in open-field crops.....	53
Tabela	–	2	Products, mean quantity of the products (Q1 and Q2, t), mean distance traveled from the farms to the distribution center (T1, km), and mean distance from the distribution center to the urban hospital (T2, km).....	54
Tabela	–	3	Details of open-field crops products (tomatoes, lettuce, bell peppers, and cucumbers), mean quantity, mean distance transported, from the distribution center to urban hospital, and total GWP (t in 100 years)...	54

## LISTA DE ABREVIações

APMS	–	Advances in Production Management Systems
CDC	–	Código de Defesa do consumidor
CEAPI	–	Central de Abastecimento do Piauí
NOVA CEASA	–	Central de Abastecimento do Piauí
CFC	–	Carbon Footprint Calculator
CNT	–	Confederação Nacional do Transporte
CO <sub>2</sub>	–	Dióxido de Carbono / Gás Carbônico
FVL	–	Frutas, Legumes e Verduras
GEE	–	Gases de Efeito Estufa
GHG	–	Greenhouse gases
GSCM	–	Green Supply Chain Management
GWP	–	Global Warming Potential
NETLOG	–	Network Enterprises & Logistics Management
ONU	–	Organização das Nações Unidas
PPP	–	Programa de Parcerias Público-Privadas

## RESUMO

O presente estudo tem como objetivo avaliar o impacto ambiental estimado das emissões de Dióxido de Carbono-CO<sub>2</sub>, no processo de transporte de cargas no modal rodoviário, parte da cadeia logística no transporte de hortifrúti, das áreas de produção a um centro de distribuição de alimentos e do centro de distribuição para um hospital urbano em Teresina, Nordeste do Brasil, destacando-se os produtos tomate (*Solanum lycopersicum*), alface (*Lactuca Sativa*), pimentão (*Capsicum Annuum*) e pepinos (*Cucumis Sativus*). Os dados utilizados foram obtidos no centro de distribuição Nova Ceasa e em um hospital urbano, localizado no município de Teresina (PI) (consumidor final), correspondente ao ano de 2019. Foram identificadas as rotas, as quantidades de produtos e as distâncias de transporte foram estimadas com base no "google maps" e as emissões de CO<sub>2</sub> foram calculadas com o uso da calculadora on-line (CFC, 2018) e o resultado é o Global Warming Potential-GWP em 100 anos. Foi apresentado um modelo de classificação do impacto ambiental com a abordagem de mineração de dados, usando o software Rapid Miner Studio e as árvores encontradas foram classificadas quanto ao "produto", a "distância" e a "quantidade". As árvores identificadas classificam as emissões de CO<sub>2</sub>-eq, em três condições "baixas", "médias" e "altas" e podem ser utilizadas como referência para o tomador de decisão, visto que podem orientar no planejamento de compra, venda e distribuição de frutas e hortaliças. As árvores de decisão se constituem em mais uma ferramenta de suporte para os gestores em suas estratégias na escolha de produtos e rotas, que apresentem menor impacto ambiental quanto à logística e modal de transporte utilizado.

**Palavras-Chave.** Impacto ambiental, modal, Produção local, GWP, emissão de CO<sub>2</sub>, árvores de decisão.

## ABSTRACT

The study presents an estimated environmental impact of CO<sub>2</sub> transfers in the cargo transport process in the road modal, as part of the logistics chain in the transport of vegetables, from production areas to a food distribution center and from the distribution center to an urban hospital in Teresina, Northeastern Brazil, with tomato (*Solanum lycopersicum*), lettuce (*Lactuca Sativa*), pepper (*Capsicum Annuum*) and cucumber (*Cucumis Sativus*) products from production centers in several Brazilian states for a center of the distribution. The data used were captured at the Nova Ceasa distribution center and at an urban hospital (final consumer) corresponding to the year 2019. Routes, quantities of products, and transport distances were estimated based on "google maps" and CO<sub>2</sub> sequences were calculated using the online calculator (CFC, 2018), and the result is the Global Warming Potential-GWP in 100 years. An environmental impact classification model using a data mining approach using Rapid Miner Studio software was also presented and the trees found were classified according to "product", "distance," and "quantity". The trees found classified as derived from CO<sub>2</sub>-eq, in three conditions "low", "medium," and "high" and can be used as guidance for the decision-maker, as they can guide the purchase, sale, and distribution of fruit and vegetables. The decision trees are chosen as yet another support tool for managers in their decisions in choosing products and routes that have a less environmental impact in terms of logistics and transport mode used.

Keywords. Environmental impact, modal, Local production, GWP, CO<sub>2</sub> emission, decision trees.

## UTILIDADE

A pesquisa computa custos ambientais do modal transporte de carga de hortifrútiis do centro produtor ao consumidor final, em razão do uso de combustível fóssil (diesel), como potencial emissor de Gases de Efeito Estufa – GEE e pode contribuir com a linha de pesquisa do projeto Gestão e Qualidade nas Redes de Suprimento, oferecendo dados, análises e informações sobre o impacto ambiental no transporte de carga no modal rodoviário, importante emissor de CO<sub>2</sub>.

O tema é pertinente, contemporâneo e está plenamente em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis – ODS, 7, 12 e 13, que apresentam metas para que até 2030, devendo-se, respectivamente, aumentar a participação de energias renováveis na matriz energética global; assegurar padrões de produção e de consumos sustentáveis e, integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais (BRASIL, 2021).

Nesse sentido, as constatações apresentadas no estudo podem servir para instigar reflexões, que contribuam na adoção de ações ou estratégias na implantação ou aprimoramento de políticas públicas ou privadas, visando conter a emissão de gases de efeito estufa, especialmente no transporte rodoviário de carga de frutas, legumes e verduras (FLV), quer seja por meio medidas operacionais ou com uso de novas tecnologias e o transporte de carga seja mais colaborativo na proteção ao meio ambiente, quanto à emissão de CO<sub>2</sub>.

# CAPÍTULO I

## 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

### 1.1. Introdução

Na última década, a demanda dos consumidores por alimentos sustentáveis aumentou e os agricultores e outros atores das cadeias de fornecimento agroalimentares precisam entender de onde vêm os impactos ambientais e como lidar com eles para melhorar os sistemas de produção e distribuição (GUNADY et al. 2012).

A globalização da economia e a abertura de mercado têm provocado mudanças e transformações no mercado mundial e no brasileiro, tornando-os mais competitivos e exigentes. Os avanços e popularização da tecnologia, o aumento da competitividade e o movimento organizado dos consumidores são fenômenos, que trazem consequências marcantes para o processo de gestão dos negócios.

Em resposta a esse panorama, as empresas precisam reconsiderar e modificar seus modelos de gestão, visando à racionalização de recursos e à maximização da eficiência operacional. Para alguns ramos de atividade, a logística, a gestão da qualidade e a gestão da cadeia suprimento vêm se apresentando como elementos importantes para a sobrevivência e melhoria no desempenho das empresas em um mercado complexo.

Para Wilmers (2011), a concorrência global vem transformando a função de gerenciamento da qualidade e de cadeia de suprimentos de uma atividade de suporte, para uma situação de habilidade essencial, e a empresa é olhada de forma global, isto é, como um todo.

A valorização da logística na cadeia de suprimento, como estratégia empresarial, propicia à empresa melhores condições para enfrentar os novos desafios, considerando que a logística abrange fluxo de materiais e informações indo desde a fase de projeto e planejamento de um produto, recebimento de matérias-primas e componentes, produção, armazenagem, distribuição e transporte, objetivando atender às necessidades do cliente. Ao consultar a literatura disponível sobre o tema, depreende-se que conhecer e administrar o processo de desenvolvimento organizacional é de grande utilidade para os executivos no gerenciamento das empresas, nessa luta por sobrevivência e conquista de mercado.

Dirigir, controlar, gerir adequadamente a cadeia para possibilitar a melhoria de produtos e/ou serviços, com vistas a garantir a completa satisfação das necessidades dos clientes é vital para o sucesso das organizações.

Esse percurso, de certo modo, complexo, pode ser realizado por diversas áreas de conhecimento abrangente, como é o caso da área de “Engenharia de Produção”, que pode orientar e contribuir para o planejamento e controle, implantação e administração de processos de produção, estabelecimento e fiscalização de padrões de qualidade, além de contribuir para a realização de gerenciamento de operações logísticas nas organizações.

Os produtos hortifrúti, diferentemente de outros produtos ofertados, em outros mercados, apresentam perecibilidade alta e precisam de uma logística eficiente para dar suporte à cadeia de suprimentos, a fim de que se viabilize, em curtíssimo prazo, sua distribuição, pois não atendidas essas condições, há um grande risco de perda de parte dos produtos alimentícios, tendo como consequências prejuízos financeiros, elevação de custo e poluição ao meio ambiente.

## **1.2. Justificativa**

O transporte é um dos elos que compõem a cadeia de abastecimento (*supply chain*). Para Goulart e Alexandre (2018), o transporte é um meio facilitador para locomover produtos entre regiões e é o elemento mais importante da logística. É peça fundamental na interação econômica entre os pontos de produção e o mercado consumidor.

No entanto, o transporte merece atenção pelas suas amplas externalidades, por ser uma das maiores fontes emissoras de gases poluentes, devendo ser estudado em todos os seus aspectos, em especial, quanto ao impacto ambiental pelo uso de combustível fóssil (diesel) (BRASIL, 2021).

Estudar os impactos ambientais no transporte de carga no fornecimento de hortifrúti dos centros de produção ao centro de distribuição em Teresina, apresenta-se como temática que merece discussão, especialmente quanto à mitigação de emissão de GEE e as ações para a redução do impacto ambiental.

Com o objetivo de maior aprofundamento sobre o assunto, decidiu-se por realizar uma pesquisa, em uma empresa de distribuição de hortifrúti, com o tema Avaliação do Impacto Ambiental do transporte de hortifrúti da área de produção a um centro de distribuição em Teresina.

Como contribuição do trabalho pode-se enumerar: prover para a academia a importância e pertinência do conteúdo da pesquisa realizada, podendo servir de orientação para trabalhos futuros ou para fonte de consulta por parte de interessados no tema; colaborar com a linha de pesquisa do projeto Gestão e Qualidade nas Redes de Suprimento, oferecendo dados, análises e informações sobre uma empresa do Nordeste do Brasil com realidade diferente daquelas já estudadas em outras regiões do país; melhorar a qualificação do autor para que este, possa de algum modo, contribuir para desenvolvimento de sua região; oportunizar que o conhecimento adquirido possa ser dialogado com outras áreas de formação, contribuindo para a melhoria do ensino-aprendizagem na formação de novos profissionais para o mercado de trabalho.

Justifica-se realizar um trabalho que permita conhecer o modal de transporte utilizado na logística do transporte de hortifrútis da área de produção a um centro de distribuição em Teresina-PI, em uma empresa do porte da Nova Ceasa, e responder ao questionamento: Qual o impacto ambiental provocado pelo modal de transporte utilizado no fornecimento de hortifrútis do centro de produção ao centro de distribuição e deste ao consumidor final?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo Geral**

Avaliar os impactos ambientais gerados no transporte empregado na logística da cadeia de suprimento de hortifrútis.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

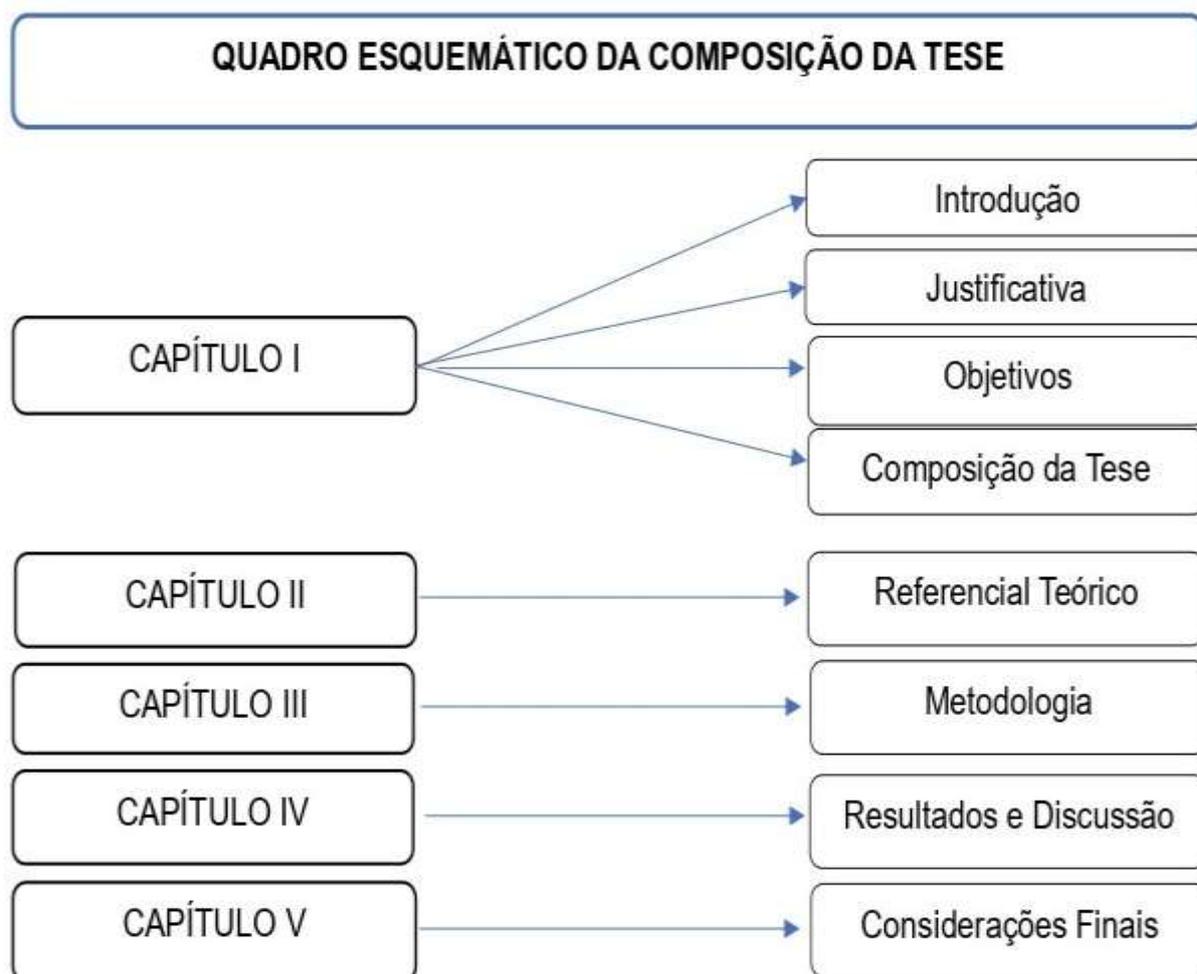
- Analisar as rotas percorridas entre a região produtora e o centro de distribuição Nova Ceasa, em Teresina.
- Identificar o potencial de impacto ambiental na emissão de CO<sub>2</sub>, provocado pelas distâncias percorridas na logística.
- Classificar as rotas quanto à sua capacidade de impacto ambiental na emissão de CO<sub>2</sub>.

## 1.4. Composição da Tese

O conteúdo da Tese está distribuído em cinco capítulos, assim apresentados: O capítulo I trata da introdução, justificativa, objetivos, referencial teórico e composição da Tese. O capítulo II apresenta o referencial teórico. No capítulo III, é apresentada a metodologia do trabalho. No Capítulo IV, encontram-se os resultados e discussões referentes aos três artigos que compõem a Tese e que foram publicados, respectivamente, no NETLOG; APMS e no European Journal of Sustainable Development Research. Por fim, o capítulo V, que apresenta as considerações finais, conclusão e sugestões.

O Quadro 1 ilustra a composição da Tese.

**Quadro 1** Composição da Tese



Fonte: O Autor

## CAPÍTULO II

### 2. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 2.1. A cadeia de hortifrútis no Estado do Piauí

A comercialização agrícola tem um papel importante na economia, considerando que permite a vinculação do setor produtivo ao consumidor final. O encaminhamento organizado da produção permite que os produtos cheguem ao consumidor final com as características desejadas, tanto pelo produtor, como pelo consumidor. A compreensão da agricultura deve levar em conta visão sistêmica de integração entre produção, distribuição e consumo.

Para Mendes (2007), a comercialização agrícola não consiste somente na venda da produção em determinado mercado. Mais que isso, caracteriza-se por um processo contínuo e organizado de encaminhamento da produção agrícola, ao longo do canal de distribuição. Nesse contexto enfatiza-se, de forma particular, os hortifrútis em Teresina capital do Estado do Piauí.

O Piauí é uma das 27 unidades federativas do Brasil e está localizado no noroeste da Região Nordeste, com uma população de 3,3 milhões de habitantes (IBGE, 2021).

Limita-se com cinco estados, quatro do Nordeste e um do Norte, sendo: Ceará e Pernambuco a leste, Bahia ao sul, Maranhão a sudeste, por fim, Tocantins, a oeste. A capital Teresina é a cidade mais populosa do estado, com população estimada em 871.126 habitantes. (IBGE, 2021).

Os hortifrútis no Piauí são comercializados em Teresina-PI, pela Nova Ceasa, que é a Central de Abastecimento de Hortifrúti do estado.

A criação da então CEASA, hoje NOVA CEASA, ocorreu em 1973, com projeto de lei aprovado pela Assembléia Legislativa do Estado, criando um entreposto de abastecimento denominado Ceasa-PI, tendo entrado em operação somente em 20/12/1976 (NOVA CEASA, 2022).

Em agosto de 2007, a Ceasa foi substituída pela CEAPI – Central de Abastecimento do Piauí. Em 05/05/2017, com base na Lei Federal nº 11.079/2002 - Parcerias Público-Privada-PPP e na lei estadual, Lei Ordinária nº 5.494 de 19/09/2005, instituindo o Programa de Parcerias Público-Privadas-PPP no Piauí, o Estado firmou Contrato (nº.

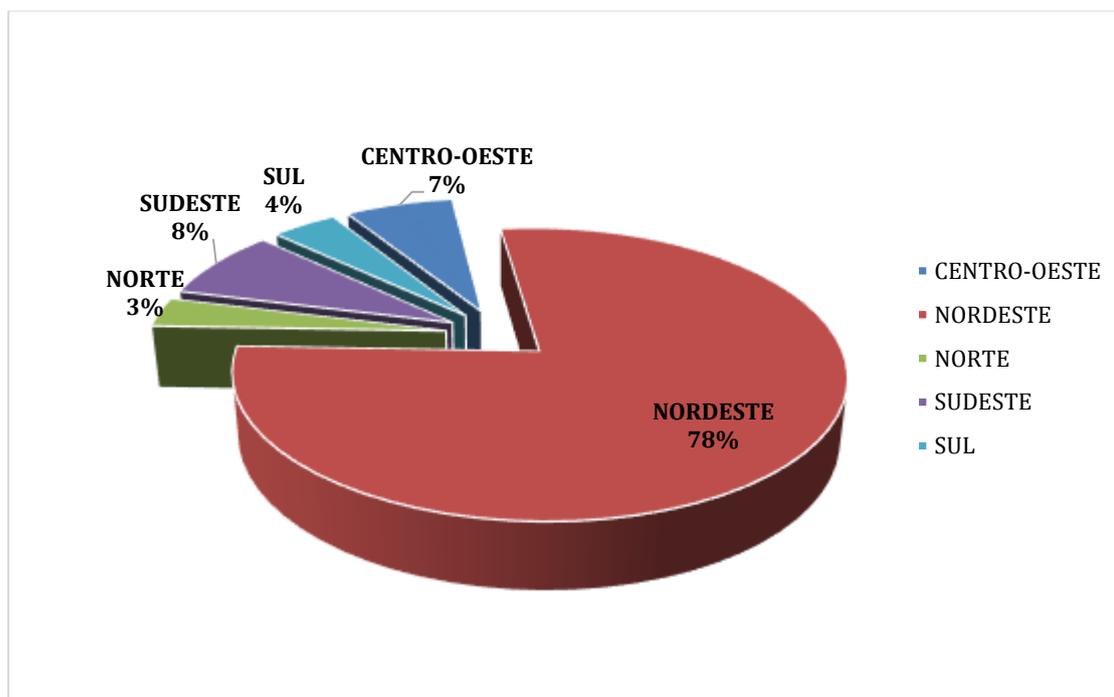
02/2017), de concessão com a empresa *Brazilfruit Transporte Importação e Exportação LTDA*, concedendo a essa Concessionária o direito de uso das Instalações da CEAPI (Ceasa-PI), e estabelecendo as suas funções, de forma distintas e específicas voltadas para apoio à comercialização e distribuição de produtos agroalimentares.

A concessão tem prazo de 30 anos, prorrogáveis por mais 5 anos, e prevê a obrigatoriedade de investimentos por parte da Concessionária, que somam 84,3 milhões na área de infraestrutura (NOVA CEASA, 2022).

Em relação à origem dos produtos comercializados na Nova Ceasa, segundo o Senhor Marcos, gerente de mercado desse entreposto, em entrevista concedida ao portal o dia em Teresina em 2018, 94% das frutas e verduras que chegam à Teresina, vêm de outros estados, como Bahia, Ceará, Goiás, São Paulo, Minas Gerais, Paraná, dentre outros. Disse ainda que a produção do Piauí se apresentava tímida, devido aos pequenos volumes de produção e é originária de pequenos produtores da região, representando apenas 6% do total de frutas e verduras, que ingressam na Nova Ceasa. (MASSARANDUBA, 2019)

Relativamente à origem de Frutas, Legumes e Verduras (FLV) dos Centros de Produção ao Centro de Distribuição (Nova Ceasa), apresenta-se, a seguir, o Gráfico 1, ilustrando a distribuição por região do país, referente ao ano de 2019, em estudo.

**Gráfico 1** - Origem dos produtos por região do país ano de 2019.



Fonte: Nova Ceasa (2019)

De acordo com o representado no gráfico acima, disponibilizado pela Nova Ceasa, a Região Nordeste se apresenta como a maior fornecedora de FLV para a Nova Ceasa (78%). Esse volume, de certo modo, é um ponto positivo na emissão de gases de efeito estufa, comparativamente com outras regiões do país que, via de regra, apresentam maiores distâncias de Teresina, onde está instalada a Nova Ceasa. Por exemplo, região Sudeste e Centro Oeste.

Relativamente à cadeia produtiva, a depender da atividade, a literatura estudada apresenta definições diversas, mas todas convergindo para o mesmo ponto que sintetizado, pode ser entendido como a sequência de fases, podendo iniciar-se a partir do fornecimento de insumos básicos até o momento em que o produto chega ao consumidor final.

Quando se recorre a Batalha e Silva (2009), a cadeia produtiva se constitui numa forma de agrupar setores correlatos através dos pontos de fricção, destacando-se os econômicos e os tecnológicos de interesses comuns, objetivando aumentar a eficiência e eficácia dos resultados das operações em todo o processo e, conseqüentemente, contribuindo para a melhoria da competitividade.

Em termos objetivos, a cadeia produtiva impõe ações dos agentes econômicos que a compõem, contribuam para que o fluxo de produção seja transacionado nos mercados a que se destinam com maior eficiência e eficácia e atinjam os objetivos de todos os atores que fazem parte da mesma.

O Quadro 2 apresenta os três tipos de cadeias de comercialização, conforme o nível de intermediação.

**Quadro 2** – Cadeias de Comercialização considerando nível de intermediação

Tipo de Cadeia	Característica
Cadeia Local	<i>Neste modelo de cadeia a distância entre a comercialização do produto no centro de produção (roça) e o consumidor é reduzida. O produtor comercializa sua produção diretamente no mercado local – pequeno varejo, instituições locais e merenda escolar.</i>
Cadeia Curta	<i>Neste modelo de cadeia o fluxo de comercialização se dá entre o centro de produção (roça) ou a packing house e as redes de supermercados e hipermercados, sem a intermediação das Centrais de Abastecimentos (CEASAS)</i>
Cadeia Longa	<i>Neste modelo de cadeia o fluxo de comercialização entre o centro de produção (roça) e o varejo passa por vários níveis de intermediação, iniciando-se por um corretor local, packing house e atacadistas (Centrais de Abastecimento-CEASAS).</i>

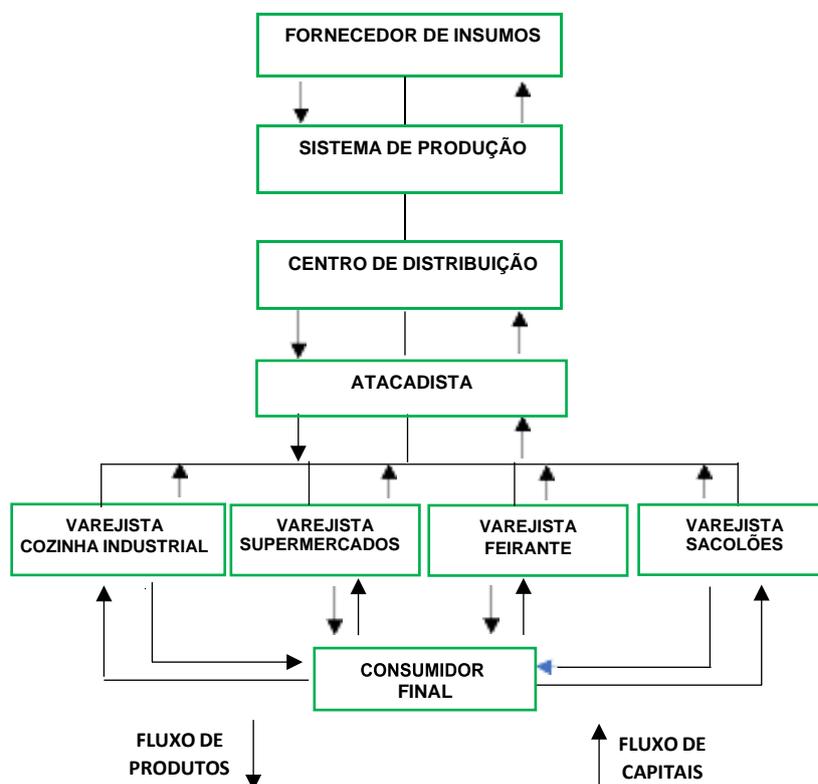
**Fonte:** Adaptado de Hortifrúti Brasil (2020)

Ao analisar os modelos acima apresentados no Quadro 2, depreende-se que a Nova Ceasa, pelas características demonstradas, enquadra-se como “cadeia longa”. Pode ser evidenciada identificando os elos/atores ao longo do processo que a compõe, como fornecedores de insumos, sistema de produção, distribuidor (entrepasto Ceasa), atacadista, varejista e consumidor final, cada um com características próprias, em que todos buscam alcançar a maior eficiência e eficácia visando, como resultante, o maior ganho possível desde a produção, comercialização e a satisfação do consumidor final.

A cadeia produtiva de hortifrúti discutida neste trabalho, pode esquematicamente, ser ilustrada na Figura 1.

**Figura 1.** Representação esquemática de uma cadeia de produtos de origem vegetal

**Ambiente Institucional:** Legislação, Padrões de Comercialização



**Ambiente Organizacional:** Órgãos Governamentais, fluxo de informações, Empresas de Pesquisa.

**Fonte:** O Autor

Na cadeia acima ilustrada, para fins de caracterização de cada elemento que a compõe, com base nos conceitos disponíveis em Bertaglia (2020), apresenta-se, a seguir, o papel de cada um dos elos, desde o fornecedor de insumos até ao consumidor final, sendo: *Fornecedores* – representa as empresas que, de um modo ou outro, fornecem produtos primários para os produtores; *Produtores Rurais* – representa os agentes, que

têm como objeto a exploração da terra para a produção agrícola e compõem os sistemas produtivos como: fazendas, sítios, hortas, empresas agrícolas; *Centro de Distribuição (Ceasa)* – representa o responsável pelo controle de aquisição e ingresso de produtos dos oriundos dos centros de produção, qualquer que seja o modelo de produção e responsável por venda e transferência de produtos de quem os produz para o comércio e o consumidor; *Atacadista* – representa ente intermediário, com a função de venda/abastecimento abastecer a varejistas, clientes de grande porte, como redes de supermercados, postos de vendas, mercados/mercadinhos, restaurantes/cozinhas industriais; *Varejista* - o processo de venda diretamente aos consumidores. Constituem os pontos de vender diretamente aos consumidores finais, para uso pessoal ou doméstico; *Consumidor Final* – representa o ponto final da comercialização. Aquele que coloca um fim na cadeia de produção (destinatário final econômico).

## **2.2. Logística de distribuição de hortifrútiis**

Com a economia, entendida como globalizada, os mercados estão cada vez mais dinâmicos e os clientes cada vez mais exigentes, trazendo a reboque a necessidade de reavaliação dos processos produtivos e negociais, que possibilitem maior grau de competitividade das empresas, requerendo, por conseguinte, respostas mais eficazes aos objetivos de excelência exigidos pelos negócios. Para Costa Neto (2010), a evolução dos processos de produção, passando para sistemas de processo de produção, associada à frequência, à rapidez, ao atendimento, às necessidades do cliente e à forma como acontecem, constitui desafio permanente para a gestão dos negócios.

Para Acosta et al. (2012), o fenômeno da globalização trouxe consigo, para os negócios, uma dinâmica diferente em que as empresas não mais competem só no âmbito interno, local, mas em um ambiente de maior competitividade, em âmbito global.

Em mercado de elevado grau de competitividade, as empresas precisam apresentar melhor e maior eficiência e eficácia nos processos produtivos e de distribuição, em qualquer que seja a ramo de atuação. Nessa perspectiva e considerando a crescente exigência dos consumidores, espera-se que as organizações sejam capazes de oferecer aos seus clientes produtos de qualidade, na quantidade certa, no tempo certo, no lugar certo, na condição certa, com a informação certa e tempestiva e no preço que atenda à expectativa do consumidor.

Isso exige uma integração da gestão de estoques, de armazenamento, de compras, de produção, de abastecimento, ao mínimo custo possível, para que se possam ter condições de maior competitividade. Isso impõe conhecer a cadeia de suprimento, seus custos, impactos e sua eficiência.

Segundo Bertaglia (2020), a implantação de uma cadeia de abastecimento é rigorosamente complexa, visto que implica mudanças radicais de cultura, de relacionamento entre as organizações, de conhecimentos e de forma convencional de administrar negócios. Christopher (2007) define como sendo uma rede envolvendo organizações se conectam, trabalham conjuntamente com objetivo de controlar, gerenciar e aperfeiçoar o fluxo de matérias-primas e informações dos fornecedores para os clientes finais. Para Ballou (2009), por sua vez, a cadeia de suprimento se refere a um conjunto de atividades funcionais, envolvendo transportes, controle de estoque, dentre outros, repetindo-se, em inúmeras vezes, ao longo do canal em que, nesse processo, matérias-primas se modificam convertendo-se em produtos, com agregação de valor para o consumidor final. Sendo mais abrangente, enfatiza representar distribuição física, gestão de materiais, programação de produção, logística, gestão de canais, logística industrial, logística de distribuição.

De acordo com Bowersox et al. (2014), para atendimento ao cliente deve-se ter foco nos aspectos operacionais e de logística. Isso é importante, mas deve-se também frisar a necessidade de uma eficiente gestão da cadeia de suprimento.

O gerenciamento da cadeia de abastecimento/suprimento torna-se imperativo na busca da eficiência e eficácia da gestão, especialmente quando se trata de alimentos perecíveis face à abrangência, à complexidade no trato desse tipo de produto, em que se tem substancial aumento dos obstáculos na fase de distribuição, devido às dificuldades em assegurar a qualidade do produto, somando-se a isso a necessidade de manter os custos logísticos e os níveis, que possibilitem maior controle da qualidade, principalmente no Nordeste do Brasil, com temperaturas elevadas ao longo do ano, exigindo um modal de transporte em condições de preservar a qualidade dos alimentos e evitando elevação de custos e desperdícios.

Referindo-se à logística, e objetivando maior aprofundamento sobre assunto fez-se pesquisa na literatura pertinente e em trabalhos publicados em diversos periódicos, observando-se que vários autores tratam do tema com conceituações no mesmo sentido, mas com abordagens próprias, ditas de forma particular e na concepção de cada um deles.

Em Pozo (2019), a logística abrange uma grande quantidade de atividades executadas por diversas áreas ao longo da cadeia, desde a fonte fornecedora até o consumidor. Chama a atenção quando afirma que em virtude dessas atividades serem executadas em locais e em tempos diferentes, sua gestão se torna cada vez mais difícil e complexa, devendo-se, pois, buscar equilíbrio entre custo e nível do serviço.

A logística deve propiciar condições para que os operadores da atividade de distribuição de hortifrútiis reúnam condições, de tal modo que as frutas e hortaliças cheguem aos mercados, apresentando suas características preservadas, satisfazendo ao consumidor final e podendo agregar maior eficiência e eficácia à cadeia de suprimentos, criando também maior valor ao consumidor final.

A logística pode contribuir com economias nos custos, tornando-se fator de competitividade, até porque o transporte é um dos componentes que, via de regra, representa maior quantitativo do custo total da logística.

Kumar (2014), refere-se a risco na cadeia de suprimento, dizendo quão é importante identificar níveis críticos de risco, a fim de que a organização possa agir e saber como gerenciá-lo, levando em conta a probabilidade de interrupção do fluxo.

Para Reis et al. (2016), referindo-se à comercialização de certo produto, os produtores precisam identificar formas de comercializar os seus produtos a preços, que tragam lucratividade, mesmo com restrições logísticas que venham a encarecer os custos de comercialização.

O desempenho do canal de distribuição apresenta-se como fator diferencial, possibilitando maior competitividade no mercado.

O modelo de um sistema logístico deve ser de baixo custo e de maior eficiência operacional, oferecendo segurança e sendo de excelência em qualidade. Deve também contribuir para minimizar os impactos à natureza decorrentes da atividade logística, tendo como fator de relevância o tipo de modal de transporte a ser utilizado.

### **2.3. Conceito de Produção local ou “Local food”**

Para o termo “Local food” encontram-se definições diversas e, em alguns casos, entendidas como conflitantes, difícil de definir e teorizar. Então que parâmetros podem-se utilizar para se estabelecer o que significa “local”: distância do ponto de consumo em relação ao cultivo, mesma cidade, mesmo estado, mesmo país? Ao se consultar Martinez

et al. (2010), estes referem-se àqueles alimentos produzidos na mesma cidade ou no mesmo estado.

Para Smithers et al. (2008), podem significar alimentos vendidos em mercado alternativo de alimentos. Víveres que possuem as características únicas de um local em particular ou carregam um certo valor ou significado cultural local.

O termo “local” vem há algum tempo sendo abordado e discutido na literatura sobre redes alternativas de alimentos, no entanto, ainda sem consenso para sua definição, mas isso não tira sua importância. Há de ser considerada a complexidade envolvida no entendimento e no sentido de redes alimentares locais e sua relação com os consumidores.

Nos últimos anos, o sistema alimentar local “Local food” ganhou atenção crescente, como uma alternativa possível aos modelos de produção utilizados nos sistemas alimentares convencionais. Para Darby et al. (2008), há interesse crescente do consumidor por alimentos locais, com produtos característicos de proporcionarem um leque de benefícios a todos. Como vantagens podem-se destacar: alta qualidade; frescor; satisfação do consumidor; e segurança alimentar.

De acordo com o artigo 3º da Lei 11.346. de 15 de setembro de 2006, a segurança alimentar consiste na realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde, respeitando a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis (BRASIL, 2006).

A produção local de alimentos possibilita a utilização de cadeia de suprimento curta, aproxima consumidores e produtores e ao se reduzir a distância física entre produtores e consumidores, o sistema alimentar local pode, de forma objetiva, contribuir para reduzir o impacto ambiental associado ao transporte de alimentos.

O consumo de alimentos locais, produzidos com a utilização de tecnologias de base ecológica e outros meios, que busquem mitigar o impacto ambiental, é algo benéfico e salutar para o meio ambiente, a economia local, e a sociedade em geral. Assim, a comida local não é apenas uma questão geográfica, relacionada tão somente à distância entre produtores e consumidores, mas também entendida pelas suas características na cadeia de suprimento de alimentos e pelo seu impacto social (MARTINEZ et al. 2010).

## **2.4. Conceito de Potencial de Aquecimento Global (*Global Warming Potential*)**

O Potencial de Aquecimento Global (*Global Warming Potential* - GWP) é uma medida quantificada da força média global de impactos de determinados gases de efeito estufa em um horizonte de 100 anos. Esse conceito tem sido usado para avaliar a sustentabilidade de processos de produção, consumo e transporte de alimentos (AZAPAGIC, 2016).

Para atendimento às necessidades dos consumidores, o transporte de alimentos tem dinâmica específica e ocorre todos os dias. O modal de transporte rodoviário é a principal alternativa de transporte de carga no Brasil com a utilização de caminhões.

De acordo com Goulart e Alexandre (2018), a movimentação de produtos entre regiões é realizada utilizando a infraestrutura de transporte, muito importante para o crescimento e desenvolvimento econômico e social.

No transporte de cargas, de acordos com os autores, a principal decisão é a escolha dos modais disponíveis, dentre os cinco meios de transportes básicos: ferroviário, aéreo, rodoviário, hidroviário ou dutoviário.

Neste contexto, mesmo considerando a inegável contribuição do setor de transporte rodoviário de cargas para a movimentação da riqueza e o desenvolvimento econômico do país, esse modal termina por ser uma fonte significativa na emissão de gases de efeito estufa.

A questão da eficiência no transporte tornou-se complexa, porque é uma atividade que exige consumo de derivados do petróleo, especialmente o óleo diesel, produzindo gases de efeito-estufa (GEE), causadores de poluição e do aquecimento global, sendo o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) o principal deles (BRASIL, 2012).

A emissão de GEE do transporte de caminhões de carga contribui para graves mudanças nas questões climáticas. A emissão de poluentes, em sua maioria, provém da queima de combustíveis fósseis, conforme já mencionado, exigindo busca de alternativas menos agressivas à atmosfera e assim contribuir para a preservação do meio ambiente.

Uma temática que se apresenta para discussão em relação à mitigação de emissão de GEE no transporte de carga é a logística sustentável, fundamentada na ideia de que é possível manter o cumprimento das metas e o crescimento do negócio sem se afastar de ações na busca de redução do impacto ambiental. Com esse olhar, pode-se enfatizar que políticas de logística sustentável e boa prática de preservação ambiental podem trazer vantagem competitiva, apresentando-se como elemento diferenciador frente à

concorrência, podendo também trazer reflexos positivos na valorização de marca junto ao mercado.

Os consumidores, de modo geral, têm buscado cada vez mais, informações sobre a origem dos produtos e alimentos, como eles são transportados e manuseados e os possíveis impactos ambientais que podem gerar na cadeia produtiva e de distribuição, tornando com isso, essencial a adoção de práticas logísticas modernas, que permitam avaliar os impactos ambientais gerados na atividade logística. Dias (2011), tem abordagem de que a gestão ambiental melhora o desempenho da empresa, abre possibilidades de inserção em mercados mais exigentes nos aspectos ecológicos, ambientais e de sustentabilidade, além de contribuir para a melhoria da imagem da organização de modo geral.

## **2.5. Sustentabilidade**

O tema sustentabilidade, desenvolvimento sustentável e a busca pelo uso consciente dos recursos naturais tem sido discutido com muita evidência, como é o caso da 26ª Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas (COP-26), que ocorreu em novembro de 2021. Ele se faz presente nas discussões acadêmicas, destaques em capas de revistas, nas manchetes, em diversos matutinos não só os especializados no assunto, mas de modo geral, alcançando até os meios corporativos, enfim, muita exposição. Mas o que se entende por sustentabilidade? Na literatura estudada foi possível encontrar conceitos diversos tendo a definição mais empregada, sido aquela da ONU-Organização das Nações Unidas, em que se tem sustentabilidade como sendo “o atendimento das necessidades das gerações atuais, sem comprometer a possibilidade de satisfação das necessidades das gerações futuras”.

Esse conceito alinha-se à Constituição da República Federativa do Brasil (1988), quando, em seu artigo 225 - Título VIII - Da Ordem Social - Capítulo VI - Do Meio Ambiente, encontra-se: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. Para Martins et al. (2012), sustentabilidade representa a possibilidade de se obter de forma continuada as mesmas condições ou até melhores, visando a manutenção de vida em determinado ecossistema.

Carson (2010) descreve que a história de vida sobre o planeta tem sido de interação entre as coisas vivas e o seu meio ambiente. A contaminação do ar, da terra, dos rios e dos mares por meio de materiais perigosos e até letais é devido à capacidade adquirida pelo homem para alterar o meio ambiente.

Outro ponto importante no que se refere à sustentabilidade é que seu conceito começou a ser delineado, de acordo com FGV (1991 p. 68), a partir do Relatório Brundtland, intitulado “Nosso Futuro Comum” (1987), apresentado na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (*United Nations Conference on the Human Environment* – UNCHE), em Estocolmo 1972, com uma abordagem sobre desenvolvimento sustentável.

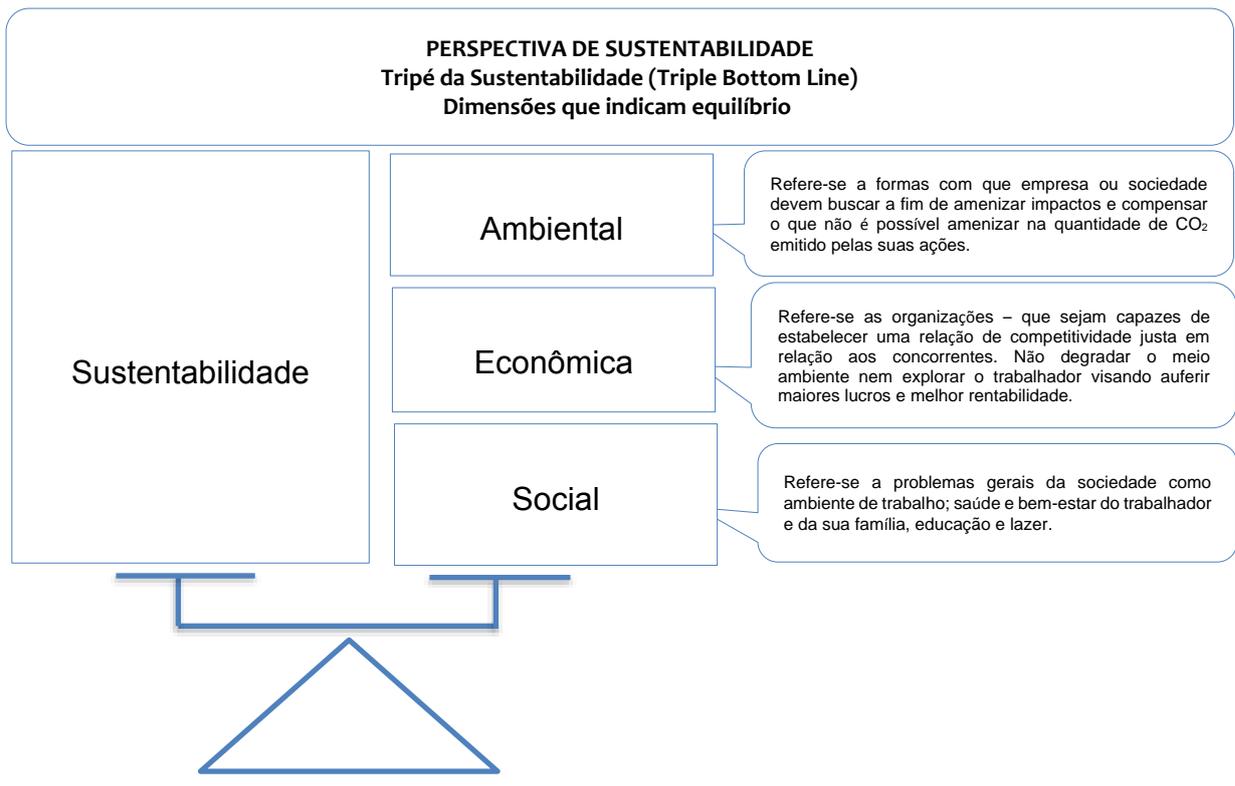
Nesse contexto, sustentabilidade é um conceito sistêmico diretamente ligada à sobrevivência do planeta, mas requer reflexão nas atitudes das pessoas e no comportamento das organizações.

Espera-se que sociedade reflita sobre a capacidade adquirida pelo homem para alterar o meio ambiente na busca de satisfazer suas necessidades de consumo no seu processo de vida, e não se afaste da idéia básica da sustentabilidade, tendo presente o atendimento das necessidades atuais de modo a não comprometer a possibilidade de satisfação das necessidades das gerações futuras de toda a humanidade.

As organizações com suas ações devem ratificar o conceito de tripé da sustentabilidade (*Triple Bottom Line*) em suas três dimensões: Econômica, Ambiental e Social. Serem capazes de oferecer produtos e serviços de maneira que possa se estabelecer uma relação de competitividade justa em relação aos concorrentes e não contribuir para a degradação do meio ambiente, nem tampouco buscar a exploração do trabalho assalariado, especialmente objetivando auferir maiores lucros ou melhor rentabilidade do negócio.

Assim, a sustentabilidade é uma questão que exige a participação de todos e não mais apenas uma questão pertencente a uma parcela da sociedade. Todos têm de contribuir, todos devem participar, entendendo que sustentabilidade e desenvolvimento sustentável representam uma garantia da manutenção dos recursos naturais, da sobrevivência da sociedade e das organizações. A Figura 2 apresenta as dimensões que indicam tripé da sustentabilidade.

**Figura 2 – Dimensões que indicam equilíbrio na perspectiva de sustentabilidade**



Fonte: O Autor

### 2.5.1. Sustentabilidade e Transporte

A promoção do desenvolvimento sustentável representa um dos maiores desafios no momento presente para o mundo como um todo. De acordo com a Organização das Nações Unidas - ONU, até 2030, espera-se reduzir o impacto ambiental negativo (emissão CO<sub>2</sub>); dar atenção à qualidade do ar; buscar uma cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisa e a novas tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e mais limpas, propiciando um sistema de transporte sustentável que possa impulsionar o desenvolvimento sustentável com menor impacto ao meio ambiente, contribuindo para reduzir, de modo significativo, o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição do ar e água do solo (BRASIL, 2021).

O relatório da Organização das Nações Unidas – ONU, ao se referir a transporte sustentável, menciona que a realização de maior investimento em transporte verde e sustentável poderá contribuir para o alcance de metas globais de sustentabilidade,

podendo assim, no campo econômico, propiciar até 2050 uma economia de 70 trilhões de dólares (ONU, 2016).

A sustentabilidade no transporte de carga consiste em promover ações direcionadas a encontrar alternativas, para a mitigação na emissão de gases poluentes e, em consequência, minimizar o impacto ambiental e permitir às pessoas e à sociedade uma vida saudável, contribuindo para o bem-estar das gerações atuais sem comprometer as gerações futuras (ONU, 2016). Assim, quanto mais tecnologia os veículos possuírem, maior será a redução nas emissões de gases poluentes expelidos pelos veículos, que utilizam combustíveis fósseis.

Para Chan et al. (2010), os veículos elétricos a bateria (BEV – Battery Electric Vehicle) se apresentam como uma solução ideal para lidar com a crise energética e o aquecimento global, uma vez que têm consumo zero de petróleo e zero emissões. Os veículos elétricos, híbridos e movidos a células de combustível têm atraído cada vez mais a atenção de fabricantes, governantes e consumidores, visto a economia de combustível, as restrições de recursos energéticos e a contribuição para se mitigar as emissões de carbono, com reflexos positivos no aquecimento global.

Em 2018, por meio da Lei nº 13.755, o Brasil instituiu o Programa Rota 2030, Mobilidade e Logística, estabelecendo requisitos obrigatórios para a comercialização de veículos no Brasil. A lei se apresenta como uma ação governamental, visando incentivos fiscais para a fabricação de veículos elétricos no Brasil e, por outro lado, tornando mais rígidas as metas de emissão de GEE (BRASIL, 2018).

De acordo com o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social-BNDES, de sua linha de crédito disponível para inovação em tecnologia no valor de R\$ 110,8 milhões, a instituição financeira aprovou financiamento de 88,8 milhões para a empresa VW Caminhões e Ônibus (VWCO), para financiar projeto daquela empresa no desenvolvimento e fabricação de caminhões elétricos no Brasil (BNDES 2019). Com esse financiamento, o Banco busca apoiar a engenharia nacional no desenvolvimento de caminhão elétrico para transporte de carga.

Pelo que foi abordado, o caminhão elétrico está começando a virar realidade, destacando-se como vantagem o que é mencionado por CHAN et al. (2010): veículo elétrico não precisa de combustíveis fósseis para se locomover e com isso apresenta zero emissões de poluentes, um dos maiores problemas dos nossos dias em relação a emissão de GEE.

Por outro lado, de acordo com Mayer (2015), os veículos elétricos apresentam desvantagens como a reduzida autonomia, visto que as baterias apresentam baixas densidades de energia em relação aos combustíveis fósseis; possuem elevado custo de manutenção, pois faz-se necessária a substituição das mesmas ao final de sua vida útil, além de exigirem infraestruturas adaptadas para o reabastecimento dos VEs, somados ao tempo de recarga das baterias, que é elevado quando comparado ao tempo de reabastecimento de um veículo convencional, que se situa entre 2 a 5 minutos.

Considerando que a literatura e estudos mais recentes sobre o tema, no entendimento do pesquisador, ainda se apresentam reduzidos, pouco disponíveis, as vantagens e desvantagens serão melhor apresentadas a partir de estudos que contemplem reflexos ambientais decorrentes de descarte de baterias; de maior demanda pelo uso de energia elétrica, no caso de carros elétricos, que utilizam fontes energéticas oriundas de usinas hidroelétricas, termoelétricas, dentre outros fatores a serem estudados.

## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGIA

O presente estudo tem a abordagem experimental composta por estudos de caso e objetiva avaliar o impacto no ambiente das emissões de CO<sub>2</sub>, no processo de transporte de cargas no modal rodoviário, como parte da cadeia logística para distribuição de hortifrúteis dos centros de produção, em vários estados brasileiros a um centro de distribuição em Teresina, Piauí, Nordeste do Brasil.

A coleta de dados foi verificada junto à Nova Ceasa e realizada em janeiro de 2020, quando foi disponibilizado um arquivo, contendo dados dos produtos adquiridos de várias regiões produtores no ano de 2019.

Desse universo foram selecionados quatro produtos: tomate, alface, pimentão e pepino. A escolha tomou como base produtos transportados em cargas exclusivas, por tipo de produto, isoladamente, diferentemente de outras cargas com produtos diversos, o que dificultaria o processo de análise.

Foram identificadas as regiões produtoras, as quantidades de produtos e as distâncias em cada rota de transporte foram estimadas com base no “google maps”, desde os centros de produção até o centro de distribuição “Nova Ceasa”. Foi admitido para fins do estudo, o consumo de 10 km/L, no transporte de carga.

Com base nos dados selecionados, estruturou-se uma planilha em Excel e com o uso da ferramenta calculadora on-line (CFC-2018) mensurou-se o impacto ambiental provocado pelas emissões de CO<sub>2</sub>-eq/ano, no transporte dos produtos referente a 2019. O resultado foi utilizado para a elaboração do artigo 1, apresentado ao NETLOG em 2021, descrito no Capítulo IV deste trabalho.

Buscando utilizar outras ferramentas de mensuração de impacto ambiental, os valores encontrados para Global Warming Potential - GWP, com o uso da CFC 2018, foram discretizados em três condições "baixo", "médio" e "alto" e os dados obtidos foram inseridos e organizados em planilha excel e no cenário de mineração de dados, com uso de um software Rapidminer® Studio, utilizou-se os operadores "recuperar dados", "dados divididos" e "floresta aleatória", como um algoritmo de classificação. Foram utilizados, pelo sistema, 70% dos dados para treinar o algoritmo e 30% para desenvolver o modelo como valores de entrada para o operador 'split', apresentando acurácia de 75%. As árvores

encontradas foram classificadas quanto ao "produto", a "distância" e a "quantidade", descritas no artigo 2, publicado na APMS 2021, compondo o Capítulo IV do trabalho.

Para concluir a última etapa da distribuição de alimentos em estudo, foram adicionadas aos dados existentes (GWP centro produtor ao centro distribuidor), hortaliças frescas compradas por um hospital urbano junto ao centro de distribuição e conhecidos os GWPs (cálculo CFC-2018) dessas duas fases, recuperou-se, na literatura atual, o GWP das hortaliças produzidas em campo aberto (tomate, alface, pimentão e pepino) e estruturou-se uma tabela que representa os impactos dos produtos em cada uma das fases, conforme descrito no artigo 3, publicado em 2021 no *European Journal of Sustainable Development Research*, integrando o Capítulo IV deste trabalho.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do material coletado junto à Nova Ceasa proporcionou acumular dados, informações e subsídios sobre o tema proposto, criando as condições para a proposição de três artigos científicos. O estudo possibilitou responder ao questionamento sobre o impacto ambiental, provocado no transporte utilizado no fornecimento de hortifrúteis do centro de produção ao centro de distribuição. Apresenta-se, a seguir, os resultados de cada um dos artigos que compõem este capítulo.

O primeiro artigo “Avaliação do Impacto Ambiental do Fornecimento de Hortifrúteis no Mercado de Teresina, apresenta na Tabela 2, a avaliação do impacto ambiental provocado pelas emissões de CO<sub>2</sub>-eq/ano. O GWP em 100 anos, no transporte de hortifrúteis da área de produção ao centro de distribuição. O cálculo foi realizado utilizando a ferramenta calculadora *pegada de carbono* (CFC 2018), com a configuração de que os maiores valores de GWP são daqueles produtos vindos de longas distâncias, como é o caso do tomate originário dos estados de Goiás (GWP 32), Bahia (GWP 18) e Ceará (GWP 16).

O segundo artigo “Environmental Impact Classification of Perishable Cargo Transport Using Data Mining”, objetivou, no cenário de mineração de dados, apresentar um modelo de classificação do impacto ambiental provocado pelo transporte de hortaliças (tomate, alface, pimentão e pepino) dos centros de produção de diversos estados brasileiros, para um centro de distribuição em Teresina, Brasil.

A ferramenta utilizada (software RapidMiner Studio) gerou árvores de decisão para as variáveis "produto", "distância" e "quantidade" com classificação para níveis “alto”, “médio” e “baixo” impacto, conforme as figuras 2, 3 e 4, do artigo 2.

Quando se analisa árvore resultante "quantidade" (Fig. 4), percebe-se que para os quantidades menores ou iguais a 862 (t), o transporte do produto tomate, originário do estado de Goiás (GO), tem impacto ambiental maior do que o Estado do Piauí (PI), mesmo apresentando quantidades menores transportadas, indicando a influência que a distância percorrida tem, considerando consumo de combustível fóssil utilizado no transporte de carga, que guarda proporcionalidade à carga transportada. Isto é, valores maiores de

impacto na emissão de gases poluentes no transporte de produto mais distante, em quantidades menores.

Diante desses indicadores e considerando que as árvores de decisão se constituem em mais uma ferramenta de suporte para a tomada de decisão, por apresentarem, por meio de gráficos, informações para orientação dos gestores em suas decisões ou para reavaliação de suas estratégias na aquisição de produtos, podendo, assim, direcionar a escolha para aquele centro de produção que apresente menor potencial de emissão de GEE, desconsideradas outras variáveis.

O terceiro artigo “Environmental Impact of Fresh Vegetables Supply: A Case-Study in Teresina, Brazil”, apresenta o impacto ambiental estimado das emissões de CO<sub>2</sub> no processo de transporte de cargas no modal rodoviário, na distribuição de hortifrúti dos centros de produção, em diversos estados brasileiros, ao centro de distribuição de alimentos em Teresina e deste ao consumidor final, um hospital urbano em Teresina.

Para estimar o GWP de todo o segmento da cadeia, fez-se a inclusão do GWP correlacionado com a produção de horticultura em campo aberto, recuperados da literatura atual, referentes às culturas vegetais (tomate, alface, pimentão e pepino) para demonstrar que, além do impacto no transporte, há também, na cadeia, impacto ambiental na produção em campo, conforme apresentado na Tabela 3 (pag. 5) do artigo em discussão.

Da análise do resultado apresentado no estudo, o tomate é o produto que apresenta maior impacto em todas as fases da cadeia, conforme descrito na tabela 3 (p.5) do artigo 3, em que os valores de GWP estão assim apresentados: 0.376; 0.110 e 0.08, respectivamente, para as fases de produção em campo aberto; transporte de toda a cadeia, incluindo-se o consumidor final.

O produto pimentão, embora apresente GWP maior do que os produtos alface e pepino, seu impacto ficou abaixo do produto tomate, visto seus valores de GWP 0.360; 0.010 e 0.08, respectivamente, para as mesmas fases já mencionadas. Recomendou-se ainda, que há necessidade de novos trabalhos e testes, considerando o impacto ambiental da produção no campo, que é um dos componentes importantes da cadeia estudada.

A seguir, são apresentados os artigos que compõem a Tese, que foram dispostos no corpo do trabalho, respeitando o formato de publicação e a ordem de submissão.

#### 4.1. Artigo 1

**Título.** Avaliação do Impacto Ambiental do Fornecimento de Hortifrutis no Mercado de Teresina, Piauí. <http://www.netlogconference.com/papers.html>



**NETLOG 2020**

International Conference on Network  
Enterprises & Logistics Management

### **Avaliação do Impacto Ambiental do Fornecimento de Hortifrutis no Mercado de Teresina, Piauí**

**Eulálio Neto, M.\***, Nääs, I. A.

Universidade Paulista – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

\* [manoeleulalio@gmail.com](mailto:manoeleulalio@gmail.com)

#### **Resumo**

*O estudo apresenta uma avaliação do impacto do transporte de hortifrutis da área de produção a um centro de distribuição da empresa Nova Ceasa, onde as rotas percorridas entre a região produtora e o centro de distribuição são identificadas. O potencial de impacto ambiental provocado pelo uso de transporte rodoviário, com uso de caminhões nas distâncias percorridas entre o centro de produção e centro de distribuição é estimado utilizando o Global Warming Potential (GWP) na emissão de CO<sub>2</sub>. O transporte é a atividade logística com importante papel dentro da cadeia de suprimentos pois viabiliza setores da economia. Dos resultados constatados, após a realização do cálculo do impacto GWP, evidenciou-se graficamente o impacto ambiental relativamente ao transporte de tomate do Estado de Goiás, que por ser quantidade menor, o impacto ambiental apresenta-se maior do que o produto que vem do Ceará, que é mais próximo do centro de distribuição e a distância percorrida com relação à quantidade de produtos transportado é proporcionalmente maior. Restou configurado que a distância de transporte implica no impacto ambiental, observada a relação distancia, volume transportado.*

**Palavras Chaves.** Produção local, GWP, emissão de CO<sub>2</sub>, impacto ambiental, modal, cadeia de suprimento

#### **Abstract**

*The present study evaluates the impact of the transport of fruit and vegetables from the production area in the company's distribution center, Nova Ceasa, where the routes traveled between a producing region and the distribution center is identified. The potential environmental impact caused using on-road transportation, using trucks in the distances traveled between the production center and the distribution center is estimated using the Global Warming Potential (GWP) in CO<sub>2</sub> emissions. Transportation is a logistics activity with an important role within the supply chain, as it makes sectors economically feasible. The results found after carrying out the calculation of the GWP impact, graphically demonstrate the environmental impact related to the transport of tomatoes from the State of Goiás, which are of lesser quantity have an environmental impact greater than the impact on the product that comes from Ceará, which is the next distribution center and the distance traveled concerning the quantity of products transported is proportionally greater. It remains that the transportation distance does not affect the environmental impact, relating to the distance and the volume transported relationship.*

**Keywords.** Local production, GWP, CO<sub>2</sub> emissions. Environmental, modal, supply chain impact

## **1. Introdução**

O presente estudo objetivou quantificar o impacto ambiental na emissão de CO<sub>2</sub> no processo de transporte de cargas no modal rodoviário, de parte da cadeia logística da distribuição de alguns itens hortifrúteis, destacando a produção de tomate, alface, pimentão e pepino, dos centros de produção de diversos estados brasileiros ao centro de distribuição “Nova Ceasa” em Teresina, Estado do Piauí, região Nordeste do Brasil.

Tanto a centralização como a especialização na produção de alimentos estão ocorrendo em escala global, que é um processo alimentado pela economia da vantagem comparativa. As distâncias geográficas entre produtores e consumidores de alimentos estão aumentando constantemente. A globalização do sistema agroalimentar estabeleceu que os alimentos são transportados grandes distâncias antes de chegar ao consumidor (Singh et al., 2015). Estima-se que cada item de alimento se distancie a produção do consumidor, hoje, em 50% a mais do que em na década de 80 (Raven & Lang, 1995; Strome et al., 2016).

O transporte e a comercialização de horticulturas são operações complexas e arriscadas devido à natureza perecível dos produtos, produção sazonal e volume. O espectro de preços de produtor para consumidor, que é um resultado da demanda e oferta de transações entre vários intermediários em diferentes níveis no sistema de marketing, também é exclusivo para produtos hortícolas. Além disso, os acordos de marketing em diferentes estágios também desempenham um papel importante nos níveis de preços em vários estágios, do portão da fazenda ao usuário final. Esses recursos fazem com que o sistema de comercialização de hortifrúteis seja diferente de outros produtos agrícolas, principalmente no fornecimento de utilidades de tempo, forma e espaço, no Brasil e em outros Países (Rais & Sheoran, 2015).

A opção do uso alternativo de modal de transporte dos centros de produção ao centro de distribuição é limitada ao modal rodoviário, por falta de opção de outros modais como ferroviário ou fluvial, com prejuízos na contribuição da redução de emissão de CO<sub>2</sub>. Muitos se fala sobre novas fontes de energia para o transporte rodoviários de carga com menos impacto ambiental como é o caso uso de carros elétricos com opção de do uso de fontes alternativa que possibilite menos impacto ambiental.

## **2. Referencial Teórico**

A globalização da economia, a abertura de mercado têm provocado mudanças e transformações nos mercados mundial e brasileiro tornando-os mais competitivos e exigentes. Os avanços e popularização da tecnologia, o aumento da competitividade e o movimento organizado dos consumidores são fenômenos que trazem consequências marcantes para o processo de gestão dos negócios.

Em resposta a esse panorama, as empresas vêm repensando e modificando seus modelos de gestão visando à racionalização de recursos e à maximização da eficiência operacional. Nesse sentido, para alguns ramos de atividade a logística, a gestão da qualidade e a gestão da cadeia suprimento vêm se apresentando como elementos importantes para a sobrevivência e melhoria no desempenho das empresas em um mercado complexo. Para Wilmers (2011), a concorrência global vem transformando a função de gerenciamento da qualidade e de cadeia de suprimentos de uma atividade de suporte para uma situação de habilidade essencial, em que a empresa é olhada de forma global.

O gerenciamento da cadeia de abastecimento/suprimento torna-se imperativo na busca da eficiência e eficácia da gestão, especialmente quando se trata de alimentos perecíveis face à abrangência, à

complexidade no trato desse tipo de produto em que se tem substancial aumento dos obstáculos na fase de distribuição devido às dificuldades em assegurar a qualidade do produto. Somando-se a isso a necessidade de manter os custos logísticos e os níveis que possibilitem maior controle da qualidade, principalmente no Nordeste do Brasil, onde apresenta temperaturas elevadas ao longo do ano o que exige um modal de transporte em condições de preservar a qualidade dos alimentos e evitando elevação de custos e desperdícios. Kumar (2014) refere-se a risco na cadeia de suprimento dizendo quão é importante identificar níveis críticos de risco a fim de que a organização possa agir e saber como gerenciá-lo, levando em conta a probabilidade de interrupção do fluxo. Reis et. al. (2016), mencionando a comercialização de certo produto, destaca que os produtores precisam identificar formas de comercializar os seus produtos a preços que tragam uma lucratividade, mesmo com restrições logísticas que venham a encarecer os custos de comercialização. Neste sentido, depreende-se que o desempenho do canal de distribuição apresenta-se como fator diferencial, possibilitando maior competitividade no mercado.

Comporta ainda mencionar Sehnem et al. (2015), quando diz que a eficácia de uma cadeia de suprimentos tradicional é mensurada com base em seu custo total e em sua rentabilidade, mas desconsiderando, geralmente, impactos que as operações possam provocar ao meio ambiente. Chama a atenção para o fato de que esses problemas ambientais estão afetando a vida da população e sugere que seja dada ênfase a estudos científicos em âmbito nacional e internacional sobre *Green Supply Chain Management* (Gerenciamento da Cadeia Verde de Suprimento - GCVS), dada a grande relevância em se tratando de sua potencialidade para contribuir nos impactos ambientais, em especial na escolha e estratégias no modal de transporte privilegiado.

O transporte é a atividade logística com importante papel dentro da cadeia de suprimentos pois viabiliza setores da economia e o uso de caminhões para transporte de cargas pode proporcionar, em diversas situações, maior flexibilidade nas operações de distribuir produtos e insumos, de modo mais ágil, pois consegue cobrir quase todas as regiões do País. Entretanto quando se fala de questão ambiental, a operação de transporte merece destaque e atenção pelas suas amplas externalidades, em especial, por ser uma das maiores fontes emissora de gases poluentes especialmente o CO<sub>2</sub>.

Dados do Ministério de Minas e Energia publicados por meio da EBE – Empresa Brasileira de Energia em seu Balanço Energético Nacional de 2018, ano base 2017 (EBE, 2018) apontam que em 2017 o total de emissões antrópicas associadas à matriz energética brasileira atingiu um volume de 435,8 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (Mt CO<sub>2</sub>-eq), sendo que a maior parte (199,7 Mt CO<sub>2</sub>- eq) foi gerada no setor de transportes. Como os centros de produção ficam muito distantes do centro de distribuição, no caso dos produtos estudados nesta pesquisa (tomate, alface, pimentão e pepino), o modal de transporte utilizado foi o rodoviário, em muitas opções de rotas, o que limita as estratégias de otimização logística para o transporte desses alimentos objetivando menor emissão de gases poluentes.

Utilizar cadeias de sistema alimentar local ("*local Food*"), com cadeia de curta distância poderia ser uma alternativa para minimizar impactos na emissão de CO<sub>2</sub>. Para Fornazier & Belik (2015), "*local food*" pode ser entendido pelo lado econômico, como indutor da diminuição de custos, pelo lado ambiental, consumo de menos energia em transporte e a conseqüente redução na emissão de GEE. No lado sociológico-rural, fortalecimento dos laços sociais e maior proximidade de informações entre produtores. No sentido de redução das emissões de gases de efeito estufa no meio ambiente Conner (2010) *apud* Maurer (2014), defende que as empresas podem desempenhar importante papel em ações

de inovações que possam melhorar a qualidade de vida da população, citando com referência as tecnologias verdes.

O presente estudo objetivou analisar parte da cadeia logística da distribuição de alguns itens hortifrutis, no Centro de Distribuição de alimentos de Teresina, Piauí, visando conhecer o impacto ambiental gerado pelo transporte de tomate, alface, pimentão e pepino desde o centro de produção.

### 3. Metodologia -

Com base na amostra composta por dados coletados junto à Nova Ceasa referente ao ano de 2019, foram selecionados, de modo arbitrário, os produtos tomate, alface, pimentão e pepino, e identificou-se as regiões produtoras; o modal de transporte que é o “modal rodoviário”, com a utilização de caminhões de carga; o combustível utilizado, assumindo-se que os caminhões de transportes utilizam combustível fóssil (diesel) com consumo de 10 L/km; a quantidade de produtos e a distância percorrida em cada uma das rotas, desde os centros de produção ao centro de distribuição em Teresina. De posse desses dados estruturou-se uma planilha em excel e com o uso da calculadora on-line (CFC, 2018) foi possível mensurar o impacto ambiental provocado pelas emissões de CO<sub>2</sub>-eq/ano. Utilizando ainda esses dados, foi elaborado um mapa indicando a região de onde veem os produtos para a central de abastecimento de Teresina e também foi construída uma tabela contendo as coordenadas geográficas das cidades onde se encontram os centros produtores, conforme figura 1 e tabela 1 a seguir apresentados.



Figura 1. Mapa da região de onde veem os produtos estudados (tomate, alface, pimentão e pepino) para a central de abastecimento de Teresina.

Tabela 1. Municípios, estados e coordenadas geográficas que abrigam as áreas produtoras dos vegetais estudados e o destino final Teresina, PI.

Produto	Município	Estado	Coordenadas geográficas	
			Latitude (S)	Longitude (W)
Tomate	Tianguá	CE	3° 43' 56"	40° 59' 30"
	Juazeiro	BA	9° 24' 42"	40° 29' 55"
	Tanhaçu		14° 1' 11"	41° 14' 7"
	Ibicoara		13° 24' 41"	41° 16' 58"
	Simões		7° 36' 11"	40° 48' 15"
	Conceição do Canidê	PI	7° 53' 17"	41° 35' 6"
	Pedro II	GO	4° 25' 23"	41° 27' 34"
	Cristalina		16° 46' 4"	47° 36' 47"
	Luziania		16° 14' 4"	47° 55' 0"
	Goiânia		16° 40' 48"	49° 15' 18"
	Salinas	MG	16° 8' 36"	42° 18' 11"
	Castelo	ES	20° 36' 13"	41° 11' 05"
	Venda Nova do Imigrante		20° 20' 6"	41° 7' 49"
	Petrolina	PE	9° 23' 39"	40° 30' 35"
Ipubi	7° 39' 41"		40° 8' 37"	
Alface	Tianguá	CE	3° 43' 56"	40° 59' 30"
	Petromia	PE	9° 23' 39"	40° 30' 35"
Pimentão	Tianguá	CE	3° 43' 56"	40° 59' 30"
Pepino	Tianguá	CE	3° 43' 56"	40° 59' 30"
	Teresina	PI	5° 5' 21"	42° 48' 6"

Fonte: Elaborado pelo Autor dados da Nova Ceasa

As distâncias de transporte conforme já mencionado, foram estimadas e as emissões de CO<sub>2</sub> foram calculadas usando a calculadora on-line (CFC, 2018). A calculadora on-line permite que o usuário insira a distância percorrida e o consumo médio de combustível, e o resultado é a quantidade de CO<sub>2</sub>-eq / ano, que é o GWP em 100 anos. Foi assumido que, os alimentos são transportados em caminhões com capacidade de 8 t, com um consumo médio de 10 L de óleo diesel.

#### 4. Resultados e Discussão

A Tabela 2 mostra o detalhamento dos produtos, das distâncias de onde veem os produtos (região de produção), a quantidade de produto e o GWP calculado.

Tabela 2. Detalhamento dos produtos (tomate, alface, pimentão e pepino), estados de onde vem o produto, quantidade, distância percorrida e GWP.

Produto	Estado	Quantidade de produto transportado (t)	Distância percorrida (km)	GWP (t em 100 anos)
Tomate	CE	2400	62632	16
	BA	1108	67301	18
	PI	616	19002	5
	GO	125	122382	32
	MG	35	3316	1
	ES	28	4468	1
	PE	223	12265	3
	CE	1287	51873	14
Alface	PE	15	645	0
Pimentão	CE	145	4629	1
Pepino	CE	115	3267	1

Obs. Resultado de 10 meses de transporte

Com base nos dados coletados foi elaborado um gráfico para se ter uma perspectiva mais concreta do

impacto ambiental do transporte dos produtos (Figura 2). Os maiores valores de GWP são daqueles produtos que vem de longas distâncias (tomate do Ceará, Bahia e Goiás e alface do Ceará). Entretanto, pode-se observar que, no caso de tomate transportado de Goiás, por ser uma quantidade menor, o impacto ambiental é maior do que o produto que vem do Ceará, que é mais perto e a distância percorrida com relação à quantidade transportada é proporcionalmente maior (~4 vezes).

O potencial de aquecimento global (GWP) é uma medida de quanto calor um gás de efeito estufa retém na atmosfera até um horizonte de tempo específico, em relação ao dióxido de carbono. O resultado encontrado no presente estudo, considerando a metodologia adotada, encontra respaldo no que já foi abordado por Duarte et al. (2019) que encontraram valores de maior impacto ambiental no transporte de produto mais distante e em menores quantidades.

Diferentes escalas de produção podem influenciar o impacto ambiental no nível local, regional ou global. Morrow et al. (2010) examinaram diferentes políticas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, GHG) e o consumo de combustível fóssil no setor de transporte dos EUA. Segundo os autores, todos os cenários de políticas não cumprem a meta de reduzir as emissões de GHG em 14% abaixo dos níveis de 2005 até 2020.

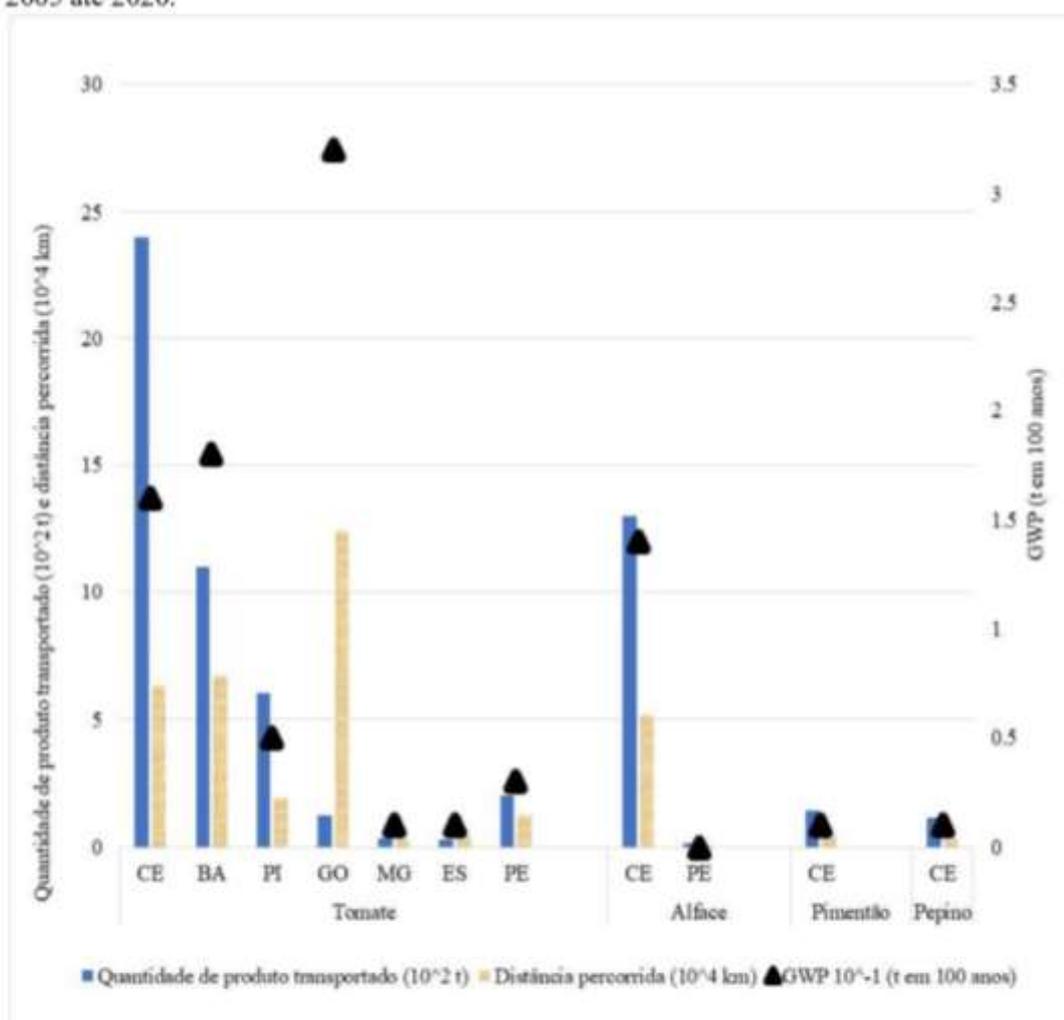


Figura 2. Potencial de aquecimento global (GWP/ 10<sup>-1</sup> t de produto) dos produtos estudados devido à distância da área de produção ao centro de distribuição em Teresina.

## 5. Conclusão

Os resultados indicaram que a distância de transporte implica em maior impacto ambiental, sendo proporcional à carga transportada. Neste sentido comporta mencionar que para a melhoria do uso de caminhões para transporte de cargas atividade logística com papel importante dentro da cadeia de suprimentos. Torna-se importante que se avance na implementação de estratégias e ferramentas que preservem a continuidade de geração de riqueza para o país, más que agridam menos a natureza. Isso certamente se constituirá em fator a ser perseguido na mitigação da emissão de gases do efeito estufa, em especial, na contribuição da redução de emissão de CO<sub>2</sub>. Destaque-se também estudos, ensaios e práticas que podem também contribuir nesse processo como traçar rotas estratégicas que contemplem distâncias menores entre a origem e o ponto de destino; uso de veículos elétricos; opção por novas fontes de energia para o transporte rodoviário de cargas em substituição do óleo diesel, combustível utilizado no modal rodoviário. Acrescente-se ainda, buscar priorizar estratégias de produção local, ressalvadas aquelas situações em que não houver impacto positivo na emissão de gases que agridem ao meio ambiente.

## Referências

- CFC. Carbon Footprint Calculator. (2018). Vehicle CO<sub>2</sub> Emissions Footprint Calculator. <<https://www.commercialfleet.org/tools/van/carbon-footprint-calculator>> Acesso em: 16 de agosto de 2019.
- Conner, A. (2010). Ideas research. Stanford Social Innovation Review, spring, p. 6-11.
- Duarte, G.T., de Alencar Nääs, L., Innocencio, C.M. et al. (2019). Environmental impact of the on-road transportation distance and product volume from farm to a fresh food distribution center: a case study in Brazil. *Environ Sci Pollut Res* 26, 33694–33701
- Fornazier, A. & Belik, W. (2015). Produção e consumo local de alimentos: novas abordagens e perspectivas para as políticas públicas. *Segurança Alimentar e Nutricional* 20: 204. Disponível em [https://www.researchgate.net/publication/322968130\\_Producao\\_e\\_consumo\\_local\\_de\\_alimentos\\_novas\\_abordagens\\_e\\_perspectivas\\_para\\_as\\_politicas\\_publicas](https://www.researchgate.net/publication/322968130_Producao_e_consumo_local_de_alimentos_novas_abordagens_e_perspectivas_para_as_politicas_publicas) acesso 22 de dezembro de 2019.
- Kumar, S., Himes, K. J., Kritzer, C. P. (2014). Risk assessment and operational approaches to managing risk in global supply chains. *J. Manuf. Technol. Manag.* Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JMTM-04-2012-0044/full/html>>. Acesso em: 4 de dezembro de 2019.
- Morrow, W.R., Gallagher, K.S., Collantes, G., & Lee, H. (2010). Analysis of policies to reduce oil consumption and greenhouse-gas emissions from the US transportation sector. *Energy Policy* 38: 1305–1320
- Mundler, P., & Rumpus, L. (2012). The energy efficiency of local food systems: A comparison between different modes of distribution. *Food Policy* 37: 609–615
- Rais, M. & Sheoran, A. (2015). Scope of supply chain management in fruits and vegetables in India. *Journal of Food Processing and Technology*, 6 (3), e1000427.
- Raven, H. & Lang, T. (1995) Cheap food at a huge price. *Resurgence*, 171, 16–17.
- Reis, J. G. M. dos, Vendrametto, O., Naas, I. de A. et al. (2016). Avaliação das Estratégias de Comercialização do Milho em MS Aplicando o Analytic Hierarchy Process (AHP). *Revista de Economia e Sociologia Rural* 54 (1):131–146. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-20032016000100131&lng=pt&tng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032016000100131&lng=pt&tng=pt)>. Acesso em: 17 ago. 2019.
- Sehnm, S., Jabbour, C. J. C., Rossetto, A. M. et al. (2015). Green Supply Chain Management: uma análise da produção científica recente (2001-2012). *Production* 25 (3):465–481. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-65132015000300465&lng=pt&tng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132015000300465&lng=pt&tng=pt)>. Acesso em: 12 ago. 2019.

Singh, S., Singh, D. R., Chand, S., Ajanta Birah, A., & Roy, D. (2015). Analysis of perspectives of self-sufficiency in vegetable production under tropical conditions. *International Journal of Vegetable Science*, 21 (1), 53-68.

Strome, S., Johns, T., Scicchitano, M. J., & Shelnett, K. (2016). Elements of Access: The effects of food outlet proximity, transportation, and realized access on fresh fruit and vegetable consumption in food deserts. *International Quarterly of Community Health Education*, 37 (1): 61-70.

Tian, X., Geng, Y., Zhong, S., Wilson, J. et al. (2018). A bibliometric analysis on trends and characters of carbon emissions from transport sector. *Transp Res D* 59: 1–10.

Empresa Brasileira de Energia - Relatório Síntese Balanço Energético Nacional - Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2018>>. Acesso em: 22 dez. 2019.

Wilmers, R. A. M. (2011). *Administração das Operações Produtivas Módulo 1 - fascículo 1 - AOP*. São Paulo: UNIP.

## 4.2. Artigo 2

**Título:** Environmental Impact Classification of Perishable Cargo Transport Using Data Mining. <https://link.springer.com/conference/apms>



# Environmental Impact Classification of Perishable Cargo Transport Using Data Mining

Manoel Eulálio Neto<sup>1,2</sup> , Irenilza de Alencar Nääs<sup>1</sup> ,  
and Nilsa Duarte da Silva Lima<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Graduate Studies in Production Engineering, Paulista University, São Paulo, SP 04026-002, Brazil  
{manoeleulalio, irenilza}@gmail.com, nilsa.lima@stricto.unip.br

<sup>2</sup> Centro Universitário Santo Agostinho, Teresina, PI 64.019-625, Brazil

**Abstract.** The study presents a model for classifying the environmental impact caused by the transport of vegetables from the production centers of several Brazilian states to a distribution center in Teresina, Brazil, using data mining. The distances from production regions to the distribution center were calculated. CO<sub>2</sub>-eq emissions and Global Warming Potential (GWP) were estimated. The GWP indicates the potential for the environmental impact that gas causes in each period (usually 100 years). We applied the data mining approach using the Rapid Miner Studio<sup>®</sup> software to build up the models. The target was the environmental impact indexed as “low”, “average”, and “high”. Results indicated that considering the on-road modal transport presented in the trees, the “product,” “distance,” and “quantity” classification for high environmental impact depends on the amount of product transported as well as the distance traveled. The found trees classify the impact and can be used as guidance for the decision-maker, as it can be used when planning and purchasing fruit and vegetables for public consumption.

**Keywords:** Classifiers · Random forest · Transportation of vegetables · Food supply chain

## 1 Introduction

The Global Warming Potential (GWP) compares the amount of heat retained by a certain mass of CO<sub>2</sub> gas to the amount of heat captured by a similar mass of carbon dioxide along a period, usually 100 years. The GWP of an anisotropic gas indicates the potential for the environmental impact that gas causes in each given period. The report by the Intergovernmental Panel on Climate Change [1] estimates that greenhouse gas (GHG) emissions should be reduced by 40 to 70% by 2050 compared to 2010 levels, to avoid an increase of more than 2 °C at the global average temperature. Such an objective can avoid the more severe climate and, eventually, reduce the impacts.

However, without a clear research policy, initiatives to overcome the problems of large emerging economies and large territorial countries (for example, China, India, and Brazil) that depend on road transport is a significant challenge [2, 3].

The transport of fruit and vegetables in Brazil takes place from the producing region to regional distribution centers (Ceasa). Consumer centers are located close to large urban centers, usually in the capitals of Brazilian states. Transport is the logistical activity that plays a vital role within the supply chain. It enables sectors of the economy and the use of trucks to transport cargo can provide, in several situations, greater flexibility in the operations of distributing products and inputs, in a more agile way, because it can cover almost all regions of the country.

With the development of computers and automation, the storage and recovery of large volumes of data have been increased. As a result, machine learning techniques, including data mining, have become a useful tool for identifying and exploring patterns and relationships between many variables [4, 5]. Data mining applications offer classification models in some research areas, including health diagnosis and prognosis [6] and identifying gaps in education data [7].

The present study aimed to develop environmental impact estimation models using the data mining approach. The subject was the on-road cargo transportation, from part of the logistics chain for the distribution of fruit and vegetables (tomatoes, lettuce, bell peppers, cucumbers, and cabbage) from the production centers in several Brazilian states to the 'Nova Ceasa' distribution center in Teresina, Piauí State, Northeast Brazil.

## 2 Materials and Methods

The products transported (tomatoes, lettuce, bell peppers, cabbage, and cucumbers) are produced in different regions of the country and distributed in Teresina by 'Nova Ceasa,' which is the fresh food distribution center. These products are transported in 'road modes' using cargo trucks from the farms in production centers to the distribution center from January to October 2019. The production distances were calculated, assuming that the transport trucks consume an average of 10 L/km of fuel (diesel). CO<sub>2</sub>-eq emissions and GWP were calculated in an online spreadsheet [8]. The values found for GWP were discretized into three conditions "low," "average," and "high." The data obtained were inserted and organized in an Excel<sup>®</sup> spreadsheet and further used in data processing using the data mining approach.

The Random forest approach in the data mining scenario was selected to describe the environmental impact of on-road transportation of fresh food perishable products. The Random forest classifier used for this study consists of using randomly selected features or a combination of features at each node to grow a classifying tree.

The complete dataset (containing the distances, km; amount transported, t; and the discretized values of GWP) was used to build a decision tree using Rapidminer<sup>®</sup> Studio, a software-based on Java version 9.2 (RapidMiner, Inc. Boston, Mass., USA). The alternative classification was found while processing the dataset, considering the final focus (target) as the environmental impact of cargo transport (GWP).

The operators used were ‘retrieve data,’ ‘split data,’ and ‘Random forest’ as a classifying algorithm. In the present study, we used 70% of the data to train the algorithm and 30% to develop the model as input values for the ‘split’ operator. The subsequent set of characteristics in the data training set is recognized by the attributes that discriminate several samples more precisely [9]. Amongst the trees found within the Random forest applied algorithm, three trees were selected, the first focusing on the transported product, the second on the transport distance, and the third focusing on the quantity of product transported.

The percentage of correctly classified samples compared to the number of all examples is named accuracy (Eq. 1).

$$\text{Accuracy} = \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN} \tag{1}$$

where TP = true positive, TN = true negative, FP = false positive, and FN = false negative.

Figure 1 shows the data processing scheme of the present study.

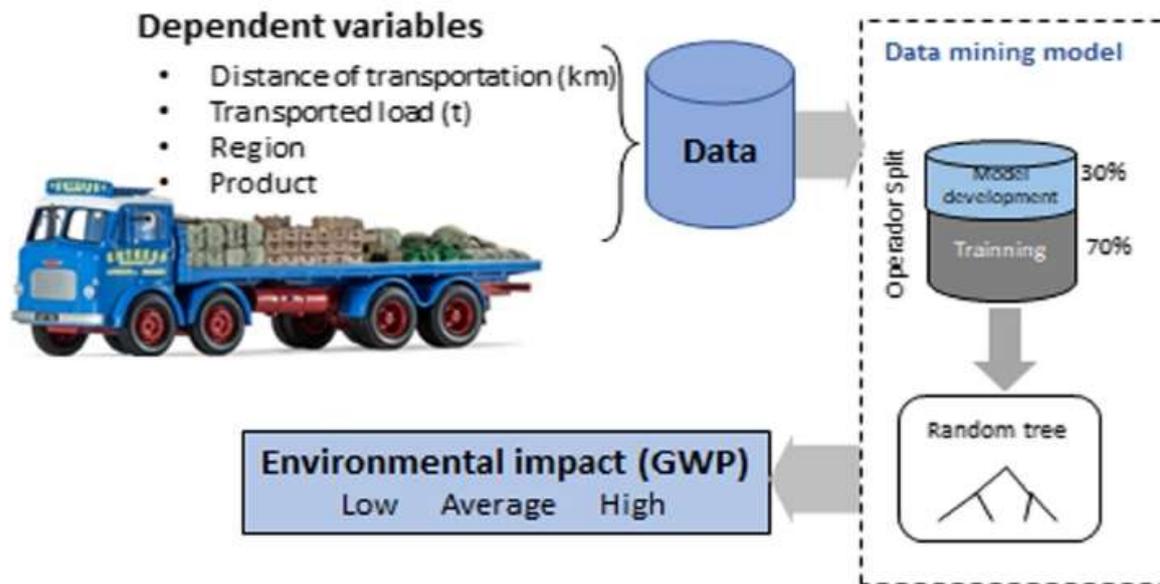
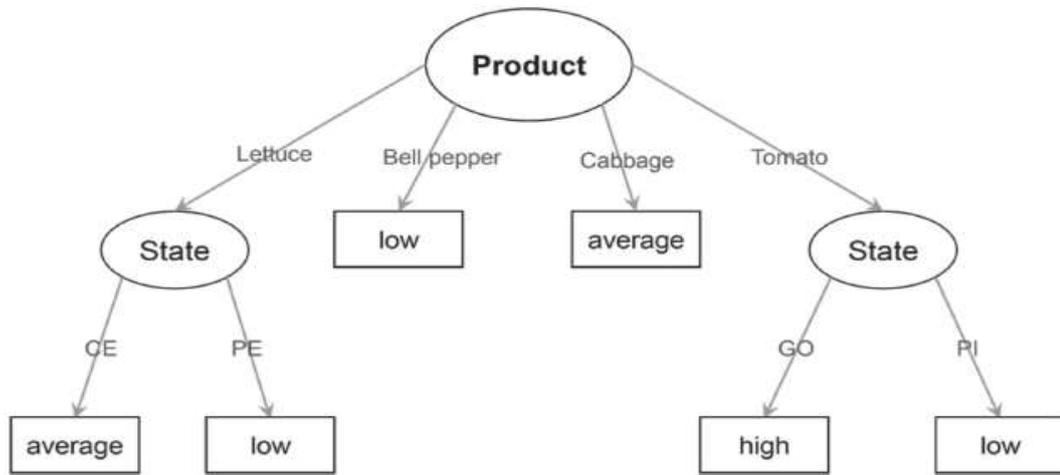


Fig. 1. Schematic of data processing used in the present study.

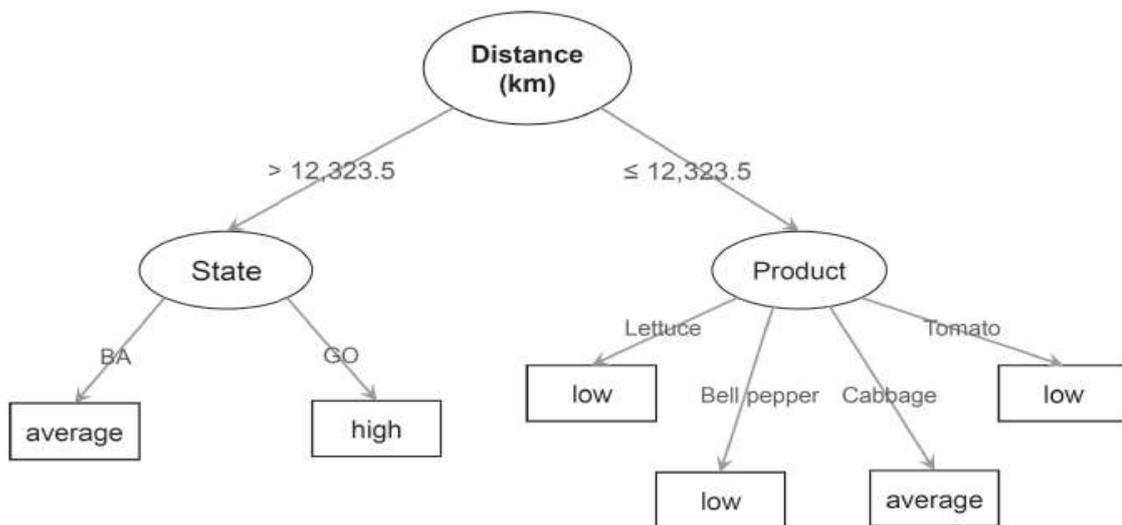
### 3 Results and Discussion

The trees found were selected for the model accuracy (75%), containing the classification of environmental impact (high, average, and low). The trees were selected whose processing classified the ‘product,’ ‘distance,’ and ‘quantity’ transported. Fig. 2, 3, and 4 show the selected trees that were obtained from the processing results of the Random forest.



**Fig. 2.** Random tree with a focus on the environmental impact mainly due to the product transported.

The classifying tree shown in Fig. 2 indicates the level of impact on CO<sub>2</sub> emissions, considering the concepts, arbitrated, pre-established in this work (A = high, M = medium, and B = low). When analyzing the origin of the products by the state (or region) of production, it appears that for the tomato production from the State of Goiás (GO), it has a high environmental impact compared to the GWP of the other states that supply tomato products. It is highlighted the transport from Pernambuco (PE) with low impact.

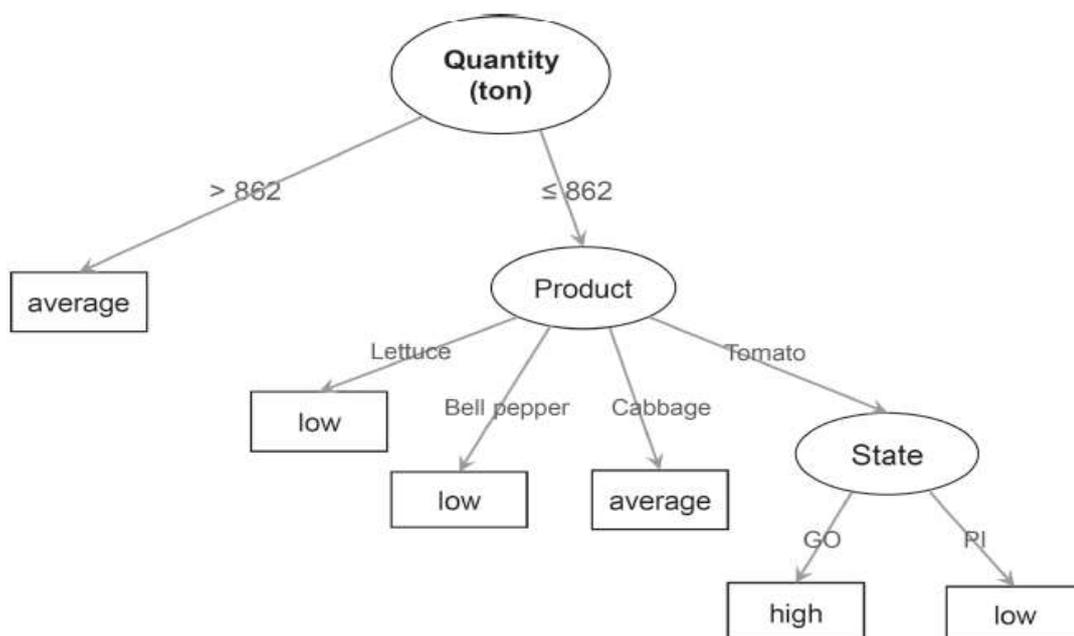


**Fig. 3.** Random tree with a focus on the environmental impact, mainly due to the distance the products were transported.

The analysis of the tree concerning the distance between the producers and the distribution center resulted that for a distance less than or equal to 12,323.5 km, the lettuce, bell pepper, and cabbage products have a “low” environmental impact (GWP).

In contrast, the tomato product produces a “low” impact. When the distance is more significant than 12,323.5 km, for the same products, it is seen that, when importing from the State of Goiás (GO), there is a “high” impact on CO<sub>2</sub> emissions. On the other hand, when acquired the product in the State of Bahia (BA), the environmental impact is “average.” Thus, the presented tree objectively guides the analyzed consequences of purchasing products from a particular region, giving decision-makers the possibility to make the choices that best protect the environment

The resulting tree (Fig. 4) focus the analysis of the impact concerning the quantity transported on-road from the production area to the distribution center in Teresina. When the tree is analyzed, it is noticed that for amounts less than or equal to 862 (t), the transport of the tomato product, originating in the State of Goiás (GO), has a high environmental impact. However, when provided in the State of Piauí (PI), the effect is classified, in the model, as low, clearly indicating the influence that the distance traveled has, since there is a higher consumption of fossil fuel, in the modal transportation used, with direct reflection in the GWP. It is also seen that for quantities less than or equal to 862 (t) for lettuce and bell peppers, the impact is low. On the other hand, when the amount exceeds 862 (t), the GWP presents a medium environmental impact, and the decision-maker might, given these indicators, make a choice that best protects the environment, not disregarding other variables considered by the consumers.



**Fig. 4.** Random tree with a focus on the environmental impact mainly due to the quantity of products transported.

The claims of ‘local food’ chains propose improvements in the relations between the urban and rural areas [10]. Within the ‘local food’ debate, environmental impacts are not restricted to GHG emissions. However, carbon reduction policies may provide

potential trade-offs in the overall ecological sustainability issue until other impacts are measured [11].

Policy contexts need to address how environmental impact will be assessed and managed as governments attempt to meet the schedule of emissions cuts [12]. In a similar study, [13] provides a scenario of food on-road transportation in Brazil, stating that such an array of food distribution without impacting the environment is a difficult task in continental countries.

## 4 Conclusions

The objective of the present study was the development of an environmental impact estimation model (GWP) using data mining to transport loads in the road mode. This is part of the logistics chain for the distribution of fruit and vegetables from production centers in several Brazilian states to the ‘Nova Ceasa’ fresh food distribution center in Teresina, State of Piauí, Northeast of Brazil.

The models obtained as Random forest are useful to support tool for decision making since they can present graphical information to guide managers in their decisions. From the found trees, it was possible to verify that the vegetables from the Goiás state produce high environmental impact. The trees might guide the decision-maker, as they can be used when purchasing fruit and vegetables considering the environmental impact. It is reasonable to believe that the choice of the production center should favor the one that least contributes to the emission of polluting gases.

## References

1. IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change. Fifth assessment report, p. AR5 (2014)
2. Muratori, M., Smith, S.J., Kyle, P., Link, R., Mignone, B.K., Kheshgi, H.S.: Role of the freight sector in future climate change mitigation scenarios. *Environ. Sci. Technol.* **51**, 3526–3533 (2017)
3. Dente, S.M.R., Tavasszy, L.: Policy-oriented emission factors for road freight transport. *Trans. Res. D* **61**, 33–41 (2018)
4. Díez, J., et al.: Using machine learning procedures to ascertain the influence of beef carcass profiles on carcass conformation scores. *Meat Sci.* **73**, 09–115 (2006)
5. Pereira, D.F., Miyamoto, B.C.B., Maia, G.D.N., Sales, T., Magalhães, M.M., Gates, R.S.: Machine vision to identify broiler breeder behavior. *Comput. Electron. Agr.* **99**, 194–199 (2013)
6. Zhuang, X., Bi, M., Guo, J., Wu, S., Zhang, T.: Development of an early warning algorithm to detect sick broilers. *Comput. Electron. Agr.* **144**, 102–113 (2018)
7. Baker, R.S.J., Isotani, S., Carvalho, A.M.J.B.: Mineração de dados educacionais: oportunidades para o brasil. *Rev. Bras. Informática Educação* **19**(2), 3 (2011)
8. CFC-Carbon Footprint Calculator Vehicle CO<sub>2</sub> emissions footprint calculator (2018). <https://www.commercialfleet.org/tools/van/carbon-footprint-calculator>
9. Lavrac, N.: Selected techniques for data mining in medicine. *Artif. Intell. Med.* **16**, 3–23 (1999)

10. DuPuis, M., Goodman, D.: Should we go 'home' to eat? Towards a reflexive politics in localism. *J. Rural Stud.* **21**(3), 359–371 (2005)
11. Hall, G., et al.: Potential environmental and population health impacts of local urban food systems under climate change: a life cycle analysis case study of lettuce and chicken. *Agr. Food Secur.* **3**, 6 (2014)
12. Rothwell, A., Ridoutt, B., Page, G., Bellotti, W.: Environmental performance of local food: trade-offs and implications for climate resilience in a developed city. *J. Clean. Prod.* **114**, 420–430 (2016)
13. Duarte, G.T., Nääs, I.A., Innocencio, C.M., Cordeiro, A.F.S., Silva, R.B.T.R.: Environmental impact of the on-road transportation distance and product volume from farm to a fresh food distribution center: a case study in Brazil. *Environ. Sci. Pollut. Res.* **26**(32), 33694–33701 (2019)

### 4.3. Artigo 3

**Título:** Environmental Impact of Fresh Vegetables Supply: A case-study in Teresina, Brazil

<http://ecsdev.org/ojs/index.php/ejsd/index>

European Journal of Sustainable Development Research

2021, 5(3), em0160

e-ISSN: 2542-4742

<https://www.ejsd.com>

Research Article



## Environmental Impact of Fresh Vegetables Supply: A Case-Study in Teresina, Brazil

Manoel Eulálio Neto <sup>1,2</sup>, Irenilza de Alencar Nääs <sup>1\*</sup>, Nilsa Duarte da Silva Lima <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Paulista, BRAZIL

<sup>2</sup>Centro Universitário Santo Agostinho – FSA, BRAZIL

\*Corresponding Author: [irenilza.naas@docente.unip.br](mailto:irenilza.naas@docente.unip.br)

**Citation:** Eulálio Neto, M., Nääs, I. d. A. and Lima, N. D. d. S. (2021). Environmental Impact of Fresh Vegetables Supply: A Case-Study in Teresina, Brazil. *European Journal of Sustainable Development Research*, 5(3), em0160. <https://doi.org/10.21601/ejsd/10951>

### ARTICLE INFO

Received: 28 Jan. 2021

Accepted: 27 Mar. 2021

### ABSTRACT

The current study presents an estimated environmental impact of CO<sub>2</sub> emissions in the cargo transport process in the road modal, as part of the logistics chain for the distribution of horticultural items, highlighting the production of tomatoes (*Solanum lycopersicum*), lettuce (*Lactuca sativa*), peppers (*Capsicum annuum*) and cucumbers (*Cucumis sativus*), from production centers in several Brazilian states to a food distribution center in Teresina, Northeast Brazil. In the next step, we added fresh vegetables purchased by an urban hospital at the distribution center to analyze the city's food distribution system's environmental impact. The data used were obtained at the distribution center Nova Ceasa and at an urban hospital to complete the last stage of the food distribution, corresponding to 2019. The Global Warming Potential (GWP) impact values correlated with horticulture production were recovered from the literature related to open-field vegetable crops under similar agricultural conditions. We computed the quantity of vegetables produced on-field, the distances traveled, the on-road transportation fuel, and the environmental impact using the GWP calculator. The study found a wide range of GWP values. From the studies and analyzes, the results indicated that the impact of GWP is greater in the production phase in the field, followed by urban transport except for fresh tomatoes. The tomato results showed greater environmental impact in the transport of more distant products and smaller quantities. Results suggest that crop production and the long traveled distances are the main factors in the environmental impact. We also concluded that the greater the amount of product transported in a trip, the lower the environmental impact.

**Keywords:** CO<sub>2</sub> emissions, GWP, logistic, agri-food supply chain

### INTRODUCTION

In the last decade, consumers' demand for sustainable food has increased, and farmers and other actors of the agri-food supply chains need to understand where the environmental impacts come from and how to deal with them to improve production systems and distribution (Gunady et al., 2012). In recent years, several studies aimed to assess the environmental impact of agri-food production (Martin-Gorriz et al., 2020; Romero-Gómez et al., 2014; Venkat, 2012), mainly using life cycle assessment (LCA).

#### Food Distribution and Logistics

Both centralization and specialization in food production occur on a global scale, fueled by the economy of comparative advantage. Geographical distances between food producers and consumers are continually increasing. The agri-food system's globalization has established that food is transported long distances before reaching the consumer (Singh et al.,

2015). It is estimated that each food item distances itself from consumer products today by 50% more than in the 1980s (Raven and Lang, 1995; Strome et al., 2016).

The transport and marketing of fresh horticulture products are complex and risky operations due to the products' perishable nature, seasonal production, and volume. The producer-to-consumer price spectrum, which results from the demand and supply of transactions between various intermediaries at different levels in the marketing system, is also unique to vegetables. Besides, marketing agreements at different stages also play an essential role in price levels at various stages, from the farm gate to the end-user. These resources make the fruit and vegetable marketing system different from other agricultural products, mainly in time, shape, and space utilities, in Brazil and other countries (Rais and Sheoran, 2015).

The globalization of the economy and the market's opening have caused changes and transformations in the world and Brazilian markets, making them more competitive

Copyright © 2021 by Author's and Licensed by Veritas Publications Ltd., UK. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

and demanding. The advances and popularization of technology, the increase in competitiveness, and consumers' organized movement have marked the business management process's consequences. In response to this scenario, companies have been rethinking and modifying their management models to rationalize resources and maximize operational efficiency. For some branches of activity, logistics, quality management, and supply chain management present themselves as essential elements for the survival and improvement of companies' performance in a complex market. According to Wilmers (2011), global competition has been transforming the quality and supply chain management function from a support activity to an essential skill situation in which a company is viewed globally.

The management of the supply chain becomes imperative in searching for management efficiency and effectiveness, especially regarding perishable foods, given the scope and complexity of dealing with this product. There is a substantial increase in obstacles in the phase of distribution due to difficulties in ensuring product quality, in addition to this the need to maintain logistical costs and levels that enable greater quality control, especially in Northeast Brazil, with high temperatures throughout the year, which requires a mode of transport capable of preserving the quality of food and avoiding increased costs and waste. Kumar (2014) describes the risk in the supply chain, reporting how important it is to identify critical levels of risk to act and know how to manage it, considering the probability of interrupting the flow. Reis et al. (2016), referring to the commercialization of a particular product, highlights that farmers need to identify ways to commercialize their products at prices that bring profitability, even with logistical restrictions that may increase marketing costs. In this sense, the distribution channel's performance presents itself as a differential factor, enabling greater market competitiveness. Sehnem et al. (2015) point out that a traditional supply chain's effectiveness is measured based on its total cost and profitability, disregarding the impacts that the operations may cause to the environment. More emphasis should be on studies on the choice and strategies to reduce the on-road transport modal impact.

### Environmental Impact

Transport is the logistical activity with an essential role within the supply chain as it enables sectors of the economy and the use of trucks to transport cargo can provide, in several situations, greater flexibility in the operations of distributing products and inputs in a more agile way, as it manages to cover almost all Brazilian regions. However, when it comes to the environmental issue, the transport operation deserves attention for its broad externalities, mainly as it is one of the most significant sources of polluting gases, especially CO<sub>2</sub>. Data from the Brazilian Ministry of Mines and Energy (Welle, 2018) indicate that in 2017 the total anthropogenic emissions associated with the Brazilian energy matrix reached a volume of 435.8 million tons of carbon dioxide equivalent (Mt CO<sub>2</sub>-eq), most of which (199.7 Mt CO<sub>2</sub>-eq) was generated in the transport sector.

Global warming potential (GWP) is an index (GHG, 2011) that measures how much heat a greenhouse gas retains in the atmosphere up to a specific time horizon concerning carbon

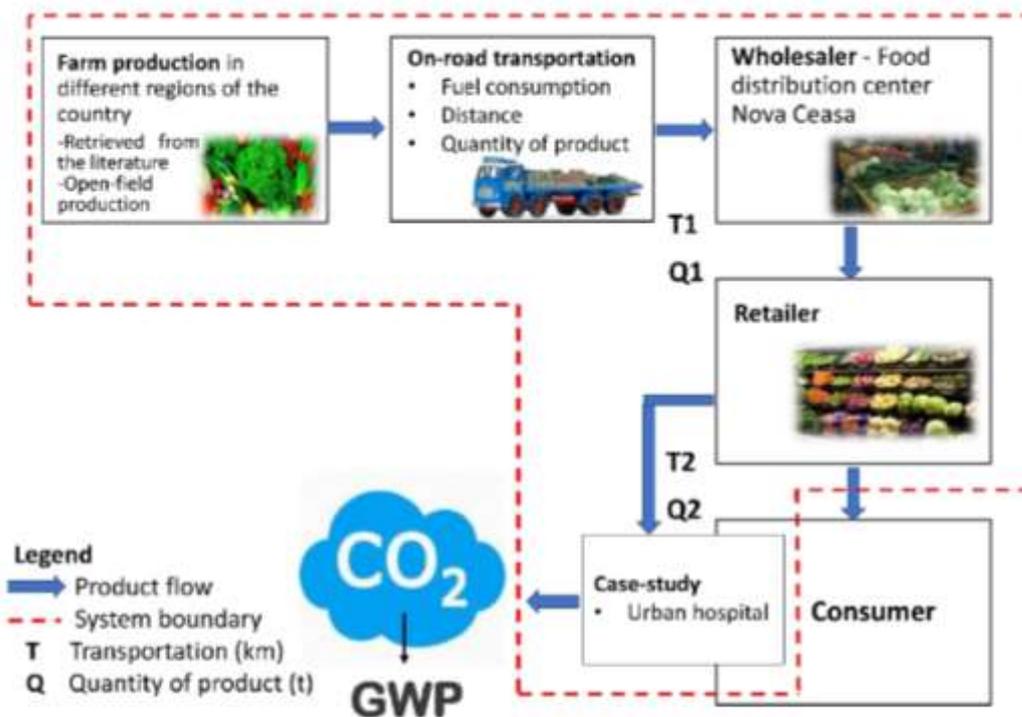
dioxide emissions, and which uses the CO<sub>2</sub> value of 1. The Intergovernmental Panel report on Climate Change (IPCC, 2014) considers that greenhouse gas (GHG) emissions should be reduced within the 40-70% range by 2050 from 2010 levels to avoid a temperature rise greater than 2 °C global average. Investigating the impact of GWP on food transport in Brazil, Duarte et al. (2019) indicate that the greater the amount of product transported by a trip, the lower the long-term environmental impact. As the production centers are very distant from the distribution center, in the case of the products studied in this research (tomatoes, lettuce, peppers, and cucumbers), the transport method used was the road, in many route options, which limits optimization strategies logistics for the transportation of these foods aiming at lower emission of polluting gases. The road transport sector handles about 60% of all freight in Brazil (Welle, 2018). Diesel road trucks travel huge distances from the farms to the food distribution centers in metropolitan areas, with the undeniable contribution of cargo transportation to Brazilian food distribution usually located in metropolitan areas.

However, to mitigate greenhouse gas emissions, companies must adopt strategies to use this transport modal better. Transport companies must seek improvement and optimization of their routes that include shorter distances between the origin and the destination point; make use of electric vehicles; opt for new energy sources to replace fossil fuels (diesel) in the energy use matrix, which will undoubtedly contribute to the reduction of CO<sub>2</sub> emissions, and consequently, less aggression to the environment. Dias (2011) infers that environmental management improves a company's performance, allowing it to enter more demanding markets in ecological, environmental, and sustainability aspects and improve the public image.

In the quest to reduce the environmental impact, a 'local food' chain can be an alternative. Fornazier et al. (2015) indicate that the 'local food' system can be understood on the economic side as inducing cost reduction; on the sociological-rural side, it strengthens social ties and greater proximity of information between producers and, on the environmental side, the consumption of less energy in transport and reduction of GHG emissions. However, it is still a challenge in continental countries such as Brazil (Duarte et al., 2019).

### Paper Outline

The present study aimed to estimate the environmental impact on CO<sub>2</sub> emissions in the freight transport process in the road modal, as part of the logistics chain for the distribution of some horticultural items, highlighting the production of tomatoes (*Solanum lycopersicum*), lettuce (*Lactuca sativa*), bell peppers (*Capsicum annuum*), and cucumbers (*Cucumis sativus*), production centers in several Brazilian states to a distribution center in Teresina, Piauí State, Northeast Brazil. In the next step, we added fresh vegetables bought from a hospital in the distribution center to analyze the city's food distribution system's environmental impact. We state the methods used in the research and the data recording and analysis. We show the environmental impact of fresh vegetables from the production farms to the distribution center in Teresina, Brazil, and further from the distribution center to a hospital in the urban area.



T1-transport from farm to the distribution center; Q1-quantity of products transported during T1

T2- transport from the distribution center to the urban hospital; Q2-quantity of products transported during T2

Figure 1. Research model and system boundaries with the steps taken from data recording on farms to the food distribution center and the transport from the distribution center to an urban hospital

Table 1. Values of the GWP (kg CO<sub>2</sub>-eq/kg product) data from the studied vegetable production in open-field crops

Authors	Tomato	Lettuce	Bell pepper	Cucumber
Nemecek et al. (2012)	-	-	0.200	-
Venkat (2012)	-	0.192	-	-
Romero-Gómez et al. (2014)	-	0.026	-	-
Theurl et al. (2014)	-	0.025	-	-
Stajniko et al. (2016)	0.162	-	-	-
Clune et al. (2017)	0.460	0.380	0.520	0.330
Pishgar-Komleh et al. (2017)	0.340	-	-	-
Ali et al. (2019)	-	-	-	0.017
Pineda et al. (2020)	0.542	-	-	-
Martin-Gonzalez et al. (2020)	-	0.095	-	-
Nicholson et al. (2020)	-	0.023	-	-
<b>Average values</b>	<b>0.376</b>	<b>0.1235</b>	<b>0.360</b>	<b>0.1735</b>

## RESEARCH QUESTIONS, MODEL AND METHODS

### Research Questions and Model

The two research questions in the present study are:

- What is the GWP impact of vegetable products (tomato, bell pepper, and cucumber) from the farm to the distribution center in Teresina, Brazil?
- Does the food delivery from the distribution center to a local urban hospital substantially decrease the environmental impact?

Figure 1 shows the investigation model we use to respond to these questions.

### Methods

GWP values correlated to the horticulture production were retrieved from the current literature related to open-field vegetable crops (Table 1). Fresh vegetable on-field production processes usually include the energy equivalent values from the farm inputs (chemicals, fertilizers, inputs from irrigation, and machinery for cultivation, harvesting, processing, and refrigeration). GWP assessment output, expressed in CO<sub>2</sub> equivalent, contains nitrogen emitted from fertilized soils and other GHG emissions from crops (Clune et al., 2017). We searched for data on open-field conventional vegetable crops

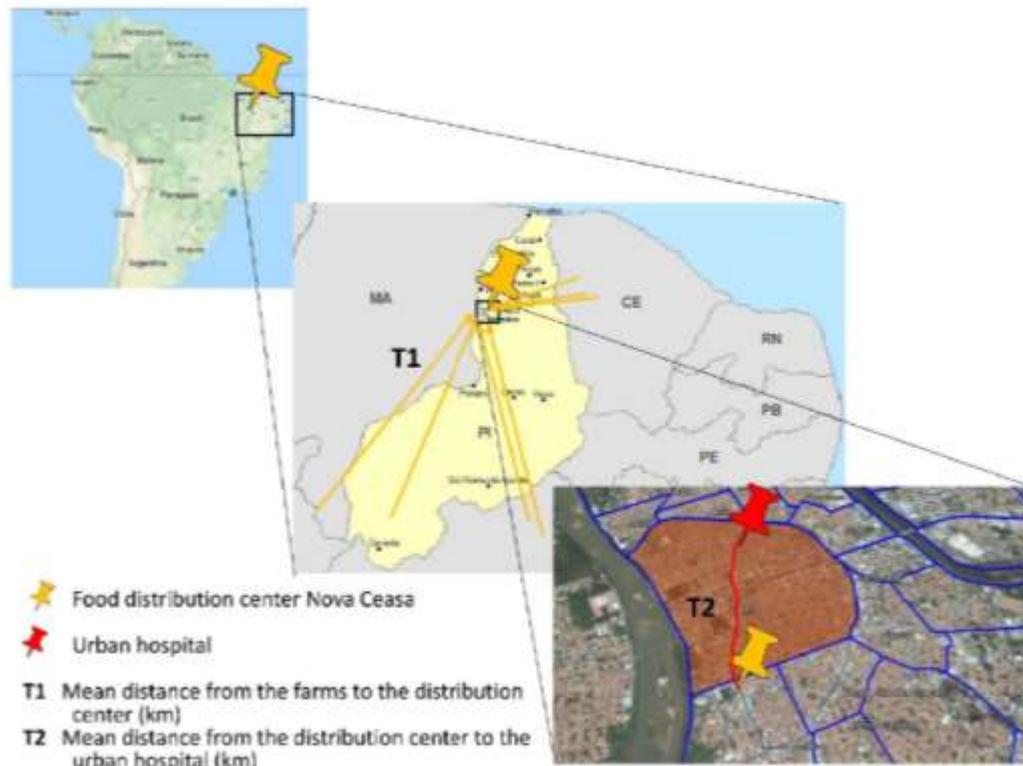


Figure 2. Schematic view of the two transportation routes, from farms to distribution center, and from the distribution center to the urban hospital

using the optimal recommended amount of N fertilizer applied and minimal pesticide use. We found a wide range of GWP values in the literature for vegetable crops under similar agricultural conditions. For instance, GWP for lettuce ranged from 0.095 (Martin-Gorritz et al., 2020) to 0.380 kg CO<sub>2</sub>-eq (Clune et al., 2017). For estimating the GWP (kg CO<sub>2</sub>-eq/kg product), we used the average values.

We acquired data from the distribution center (Nova Ceasa, Teresina, 5° 5' 20" S, 42° 48' 7" W, and 72 m altitude, Brazil) from January to December 2019 of four fresh vegetables, tomato, lettuce, bell pepper, and cucumber. Those vegetables were selected as there was a complete record of them transported from production areas without being mixed with other products. These products were brought from different regions of the country. We selected the data from open-field production of vegetables transported using on-road transport employing cargo trucks from the production centers to the distribution center (Nova Ceasa) in Teresina (Figure 2).

A diesel pickup was used to transport the distribution center to the urban hospital. It had an average fuel consumption in the urban area of 6.5 km/L and covered a distance of 32.6 km, on average, nine times/month, in a round trip. Table 2 shows the average quantities of products and distances traveled from the farms where the vegetables are produced to the distribution center and from the center to the urban hospital. The food was transported from the production regions in trucks with a capacity of 8 t, with an average consumption of 10 L of diesel oil, and the GWP was calculated

Table 2. Products, mean quantity of the products (Q1 and Q2, t), mean distance traveled from the farms to the distribution center (T1, km), and mean distance from the distribution center to the urban hospital (T2, km)

Product	Q1 (t)	T1 (km)	Q2 (t)	T2 (km)
Tomato	647.8	41623.7	0.81	3520.0
Lettuce	651.0	26259.1	0.45	
Bell pepper	145.1	4629.0	0.27	
Cucumber	115.2	3267.1	0.21	

Q1= mean quantity of product transported from the production area to the distribution center (t); T1= mean distance from the farms to the distribution center; Q2= mean quantity of product transported from the distribution center to the urban hospital (t); T2= mean distance from the distribution center to the urban hospital (km). All values refer to products transported during 2019.

using the online calculator (CFC, 2018). The online calculator allows the user to enter the distance traveled and the average fuel consumption, and the result is the amount of t CO<sub>2</sub>-eq/year, which is the GWP in 100 years. Transport distances were estimated, and CO<sub>2</sub> emissions were calculated using the online calculator (CFC, 2018).

## RESULTS AND DISCUSSION

Table 3 shows the details of the products, the distances from which they see the products (region of production), the quantity of the product, and the calculated GWP. The

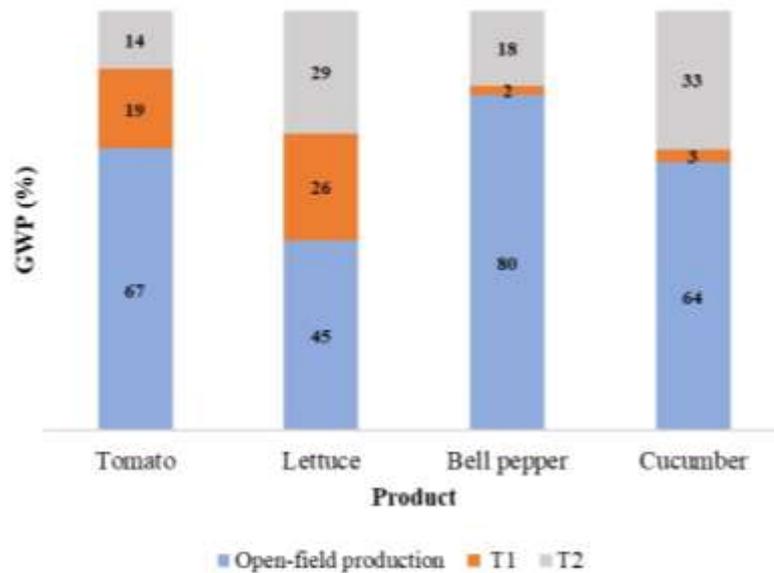


Figure 3. Global warming potential (GWP, %) of the product's stages - from the production farms (cradle) to the urban hospital (fork) in Teresina, Brazil

calculated values are added to forecast the total GWP (t in 100 years) for each studied vegetable. The total GWP represents the environmental impact of crop production and transportation, both interstate and urban shipments.

Using the calculated data, we developed a graph to show the GWP percentage in each chain segment (Figure 3). In all studied products, the environmental impact is higher during the production stage, followed by the transportation inside the metropolitan area. Since the volume of vegetables transported was quite large in tomatoes and lettuce, there was a GWP dilution by the product amount. However, in the metropolitan area, the scope changed, and the small amount transported presented a more considerable impact. The volume and distance of distribution of vegetables transported from the farm and from the distribution center to the consumer are directly related to the GWP increase. The smaller the volume of vegetables and the greater the distance, the higher is GWP in distribution. However, the total GWP depends on the characteristics of the production phase of each crop. Usually, the amount of energy equivalent input in the open-field soil-preparation, irrigation and fertilization, and harvesting management is related to fuel in equipment operations. In these stages, the fuel used in agricultural vehicles and tools for cultivation (sprayer, rotary cultivator, and plow) and crop management differ depending on the soil and region weather.

Looking at GWP values of the vegetable production phase, we can observe an increase in the total GWT, mainly for bell pepper and tomato (Table 3), as these crops required more intensive energy input.

The result found in the present study indicates that GWP impact is higher in the on-field production stage (Maraseni et al., 2010), as it involves all phases of crop production, followed by the values of urban transportation. The bell pepper was the vegetable whose GWP value in crop production is much higher

Table 3. Details of open-field crops products (tomatoes, lettuce, bell peppers, and cucumbers), mean quantity, mean distance transported, from the distribution center to urban hospital, and total GWP (t in 100 years)

Product	Open-field production (kg CO <sub>2</sub> -eq/kg product <sup>-1</sup> )	GWP from T1	GWP from T2	Total GWP (t in 100 years)
Tomato	0.376	0.110	0.08	0.578
Lettuce	0.124	0.070	0.08	0.274
Bell pepper	0.360	0.010	0.08	0.450
Cucumber	0.174	0.008	0.09	0.272

Obs. The values refer to the total product transportation during the year of the study (2019); <sup>\*</sup> Mean value from references in Table 1; Total GWP represents the GWP from production and transportation (T1 and T2)

than the transport environmental impact, followed by the tomato, cucumber, and lettuce. Lettuce was the vegetable with the highest GWP during the interstate on-road transportation than the other studied vegetables (tomato, bell pepper, and cucumber). The tomatoes' results agree with Duarte et al. (2019), who noticed values of greater environmental impact in transporting more distant products in smaller quantities. Different production scales can influence the environmental impact at the local, regional or global level (Morrow et al., 2010). Gunady et al. (2012) observed that the on-farm stage of lettuces production emitted approximately 13% of the total GHG emissions. In the present study, we estimate the value in 45%, representing a variation of 32% in total, and the potential difference is due to the crop production scale and the wide variety of agricultural practices.

On the other hand, Foteinis and Chatzisyneon (2016) found a total contribution to environmental impacts of 42.7% in conventional lettuce cultivation systems, agreeing with the present research's value. In a systematic review, Clune et al. (2017) stated average and standard deviation values of the

same scale for field-grown fresh vegetables ( $0.37 \pm 0.39$  CO<sub>2</sub> eq/kg). Such a variation is expected, considering the broad flexibility in farming techniques, implicating differences in GWP values.

In our results for the fresh tomato, the GWP percentage on the farm was 67%, while Pineda et al. (2020) suggest 62%. Stajniko et al. (2016) found the GWP in tomato production varying from 16 to 47% depending on the production system. However, the authors imply that the overall environmental impact is mostly related to transportation rather than on-farm production. In the current study, we might infer that this assumption does not apply to our results since we found the highest value of GWP directly related to fresh tomatoes' on-field production.

The bell pepper and cucumber results indicate that the on-farm conventional production retains the most considerable impact (80 and 64%, respectively). Since, in our case, the production is situated near the metropolitan area, a large amount of the product transported does not represent a large environmental impact. However, it appears a significant impact when small amounts are transported within the urban area. Nemecek et al. (2012) found substantial variability in GWP of worldwide crop production using a modular extrapolation approach, including bell pepper, and the variation is attributed to the most different agricultural systems adopted by various countries. Our results in the environmental impact on-field production of cucumber (64%) differ from those of Ali et al. (2019), who found GWP values ranging from 17 to 20% depending on the farm size and agriculture crop system. Again, we understand the discrepancies' origin due to the differences in the farming processes and management (Clune et al., 2017).

It is worth mentioning that to improve the use of trucks to transport cargo, logistical activity with an essential role within the supply chain, it is essential to move forward in implementing strategies and tools that preserve the continuity of wealth generation for the country, but that hurt nature less.

## CONCLUSIONS

We calculated the GWP impact of vegetable products (tomato, bell pepper, and cucumber) from the farm to the distribution center in Teresina, Brazil. The results indicated that the transport distance implies a greater environmental impact, being proportional to the transported load.

The food delivery from the distribution center to the urban hospital did not impact as much when compared to the GWP values recorded from the production farms to the distribution center. We recommend studies, tests, and practices that can also contribute to this process, such as drawing strategic routes, which include shorter distances between the origin and the destination point; use of electric vehicles; option for new sources of renewable energy for on-road cargo transportation in substitution for diesel oil, a fossil fuel generally used in Brazilian road transportation. Besides, seek to prioritize local production strategies, except for those situations in which there is no positive impact on the emission of gases that harm the environment.

**Author contributions:** All co-authors have involved in all stages of this study while preparing the final version. They all agree with the results and conclusions.

**Funding:** No external funding is received for this article.

**Declaration of interest:** The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgements:** The authors wish to thank Mr. Antônio de Lisboa Lopes de Araújo for his contribution by providing data and information related to the Santa Fé Clinic and Maternity urban hospital. In the same way, thank Ms. Juliana Querino Diniz, who kindly authorized the availability of Nova Ceasa distribution center data, which enabled the analyses extracted and present in this research.

**Ethics approval and consent to participate:** Not applicable.

**Availability of data and materials:** All data generated or analyzed during this study are available for sharing when appropriate request is directed to corresponding author.

## REFERENCES

- Ali, Q., Yaseen, M. R. and Tariq Iqbal Khan, M. (2019). Energy budgeting and greenhouse gas emission in cucumber under tunnel farming in Punjab, Pakistan. *Sci Horti*, 250, 168-173. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.02.045>
- CFC. Carbon Footprint Calculator. (2018). *Vehicle CO<sub>2</sub> emissions footprint calculator*. Available at: <https://www.commercialfleet.org/tools/van/carbon-footprint-calculator> (Accessed: 20 January 2021).
- Clune, S., Crossin, E. and Verghese, K. (2017). Systematic review of greenhouse gas emissions for different fresh food categories. *J Clean Prod*, 140, 766e783. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.082>
- Dias, R. (2011). *Environmental management: social responsibility and sustainability* (2. Ed.). São Paulo: Atlas.
- Duarte, G. T., de Alencar Nääs, L., Innocencio, C. M. et al. (2019). Environmental impact of the on-road transportation distance and product volume from farm to a fresh food distribution center: a case study in Brazil. *Environ Sci Pollut Res*, 26, 33694-33701. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06461-8>
- Fornazier, A. and Belik, W. (2013). Local food production and consumption: new approaches and perspectives for public policies. *Food Security and Nutrition. Segurança Alimentar e Nutricional*, 20(2), 204-218. <https://doi.org/10.20396/san.v20i2.8634598>
- Foteinis, S. and Chatzisyneon, E. (2016). Life cycle assessment of organic versus conventional agriculture. A case study of lettuce cultivation in Greece. *J Clean Prod*, 112, 2462e2471. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.075>
- GHG - Protocol Standard (2011). *The greenhouse gas protocol*. Available at: <http://www.ghgprotocol.org/standards> (Accessed: 10 September 2020).
- Gunady, M. G. A. Biswas, W., Solah, V. A. and James, A. P. (2012). Evaluating the global warming potential of the fresh produce supply chain for strawberries, romaine/cos lettuces (*Lactuca sativa*), and button mushrooms (*Agaricus bisporus*) in Western Australia using life cycle assessment (LCA). *J Clean Prod*, 28, 81-87. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.12.031>

- IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2014). *Fifth Assessment Report (AR5)*. <https://archive.ipcc.ch/report/ar5/syr/>
- Kumar, S., Himes, K. J. and Kritzer, C. P. (2014). Risk assessment and operational approaches to managing risk in global supply chains. *J Manuf Technol Manag*, 25, 873-890. <https://doi.org/10.1108/JMTM-04-2012-0044>
- Maraseni, T. N., Cockfield, G., Maroulis, J. and Chen, G. (2010). An assessment of greenhouse gas emissions from the Australian vegetables industry. *J Environ Sci Health, Part B* 45, 578e588. <https://doi.org/10.1080/03601234.2010.493497>
- Martin-Gorriz, B., Gallego-Elvira, B., Martínez-Alvarez, V. and Maestre-Valero, J. F. (2020). Life cycle assessment of fruit and vegetable production in the Region of Murcia (south-east Spain) and evaluation of impact mitigation practices. *J Clean Prod*, 265, e121656. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121656>
- Morrow, W. R., Gallagher, K. S., Collantes, G. and Lee, H. (2010). Analysis of policies to reduce oil consumption and greenhouse-gas emissions from the US transportation sector. *Energy Policy*, 38, 1305-1320. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.11.006>
- Nemecek, T., Weiler, K., Plassmann, K., Schnetzer, J., Gaillard, G., Jefferies, D., García-Suárez, T., et al. (2012). Estimation of the variability in global warming potential of worldwide crop production using a modular extrapolation approach. *J Clean Prod*, 31, 106-117. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.03.005>
- Nicholson, C. F., Harbick, K., Gómez, M. I. and Mattson, N. S. (2020). *An economic and environmental comparison of conventional and controlled environment agriculture (CEA) supply chains for leaf lettuce to US cities*. In: Aktas E., Bourlakis M. (eds) *Food Supply Chains in Cities*. Palgrave: Macmillan Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-34065-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-34065-0_2)
- Pineda I. T., Cho J. H., Lee D., Lee S. M., Sangseok Yu S., Lee Y. D. (2020). Environmental Impact of Fresh Tomato Production in an Urban Rooftop Greenhouse in a Humid Continental Climate in South Korea. *Sustainability* 12, e9029. <https://doi.org/10.3390/su12219029>
- Pishgar-Komleh, S.H., Akram, A., Keyhani, A., Raei, M., Elshout, P.M.F., Huijbregts, et al. (2017). Variability in the carbon footprint of open-field tomato production in Iran - A case study of Alborz and East-Azerbaijan provinces. *J Clean Prod*, 142, 1510-1517. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.154>
- Rais, M. and Sheoran, A. (2015). Scope of supply chain management in fruits and vegetables in India. *J Food Process Technol*, 6(3), e1000427. <http://omicsonline.org/open-access/scope-of-supply-chain-management-in-fruits-and-vegetables-in-india-2157-7110-1000427.php?aid=41037>
- Raven, H. and Lang, T. (1995). Cheap food at a huge price. *Resurgence*, 171, 16-17. <https://doi.org/10.1023/A:1025607929777>
- Reis, J. G. M., Vendrametto, O., Nääs, I. A., et al. (2016). Evaluation of corn marketing strategies in ms using the Analytic Hierarchy Process (AHP). *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 54, 131-146. <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-9479005401007>
- Romero-Gámez, M., Audsley, E., Elisa, M. And Suárez-Rey, E. M. (2014). Life cycle assessment of cultivating lettuce and escarole in Spain. *J Clean Prod*, 73, 193-203. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.053>
- Sehnm, S. and Oliveira, G. P. (2016). Green supply chain management: an analysis of the supplier-agro industry relationship of a Southern Brazilian Company. *BBR. Brazilian Business Review*, 13, 158-190. <https://doi.org/10.15728/bbr.2016.13.6.1>
- Singh, S., Singh, D. R., Chand, S., Ajanta Birah, A. and Roy, D. (2015). Analysis of perspectives of self-sufficiency in vegetable production under tropical conditions. *Int J Veg Sci*, 21(1), 53-68. <https://doi.org/10.1080/19315260.2013.823585>
- Stajniko, D., Narodoslowsky, M. and Lakota, M. (2016). Ecological footprints and CO<sub>2</sub> emissions of tomato production in Slovenia. *Pol J Environ Stud*, 25, 1-11. <https://doi.org/10.15244/pjoes/61757>
- Strome, S., Johns, T., Scicchitano, M. J. and Shelnutt, K. (2016). Elements of access: The effects of food outlet proximity, transportation, and realized access on fresh fruit and vegetable consumption in food deserts. *Int Q Community Health Educ*, 37(1), 61-70. <https://doi.org/10.1177/0272684X16685252>
- Venkat, K. (2012). Comparison of twelve organic and conventional farming systems: a life cycle greenhouse gas emissions perspective. *J Sustain Agric*, 36(6), 620e649. <https://doi.org/10.1080/10440046.2012.672378>
- Welle, D. (2018). *What represents the transport by trucks for Brazilian supply chains?* Available at: <https://www.carta-capital.com.br/economia/o-que-o-transporte-por-caminhoes-representa-para-o-brasil> (Accessed: 15 October 2020).

## CAPÍTULO V

### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa refere-se ao estudo realizado sobre o transporte de carga, como parte da logística utilizada no transporte de hortifrútiis e centrou-se em avaliar o Potencial de Aquecimento Global-GWP no transporte de hortifrútiis como importante emissor de GEE, visto o uso de combustível fóssil (diesel).

Com base na literatura consultada e nos resultados obtidos, foram desenvolvidos três artigos com proposições que atenderam aos objetivos da Tese, sendo o primeiro atendido no artigo 1, onde foram identificadas as regiões produtoras, o modal de transporte e os produtos que mais contribuiriam para GWP.

O segundo objetivo foi satisfeito por meio do Artigo 2, quando foi apresentado um modelo de estimativa de impacto ambiental (GWP), utilizando a ferramenta *data mining*, contemplando o transporte de cargas dos centros de produção de diversos estados brasileiros, ao centro de distribuição em Teresina-Piauí.

Quanto ao terceiro objetivo, que trata de classificação das rotas e capacidade de impacto na emissão de CO<sub>2</sub>, esse ficou atendido no artigo 3, que contempla as rotas e a capacidade de impacto ambiental no uso do transporte de hortifrútiis, desde o centro de produção até o consumidor final. Ao se mensurar o impacto ambiental no transporte de hortifrútiis das fazendas ao centro distribuição e do centro de distribuição ao consumidor final, vê-se, no estudo, que valores de maior impacto ambiental decorrem do transporte de produtos de origem de regiões mais distantes e quando em menores quantidades como é o caso do Estado de Goiás.

Da análise dos resultados, ficou evidenciado que o uso de ferramentas auxiliares na quantificação de emissões de GEE, constitui-se em instrumentos importantes na orientação dos gestores para a adoção de ações estratégicas na busca de mitigação de emissões de gases de efeito estufa, podendo ser utilizadas em cálculos de predição de emissão de GEE, com informação para orientar na escolha de fornecedores de hortaliças e na logística utilizada no transporte que contribua com menor volume de emissão de gases poluentes.

Por fim, espera-se que as avaliações de impacto ambiental, de forma mais regionalista, possam contribuir como instrumento indutivo, para que as autoridades

governamentais responsáveis por desenvolverem políticas e alocação de recursos no desenvolvimento do Estado do Piauí, em suas esferas de poder, privilegiem projetos na direção de uma agricultura, que produza frutas, legumes e verduras em escala suficiente para o atendimento das demandas do Estado, especialmente aqueles produtos comercializados na Nova Ceasa. Isso poderá contribuir para o desenvolvimento da economia do Estado, gerando riqueza e oportunizando geração de renda na área da horticultura, somados a contribuição para redução da emissão de GEE, considerando as longas distâncias percorridas na logística de abastecimento do centro de distribuição Nova Ceasa.

## **5.1. Conclusão**

A pesquisa computa custos ambientais do modal de transporte utilizado, induzindo a busca de alternativas, que possam contribuir para minimizar os impactos ao meio ambiente, considerando uso de combustível fóssil no modal de transporte utilizado e há necessidade de serem implementadas ações no sentido de aumentar a sustentabilidade do transporte de carga de frutas legumes e verduras.

Isto posto, espera-se que as organizações com suas ações consolidem o tripé da sustentabilidade em suas três dimensões: econômica, social e ambiental, e tenham como um de seus objetivos a inserção de política, em gestão ambiental, capaz de conduzir todos os níveis da empresa na direção do desenvolvimento sustentável, de maneira que não contribuam para a degradação do meio ambiente, em particular, no uso do transporte de carga no modal rodoviário, como parte da logística de transporte de hortifrútiis, e não tenham como principal fonte de energia, combustíveis fósseis, especialmente o diesel.

## **5.2. Sugestões**

Espera-se que as constatações presentes no trabalho ora apresentado, possam de algum modo, contribuir para:

- Trabalhos futuros com estudos mais aprofundados sobre o tema, em especial na região nordeste, ainda com limitação de alternativas em modais de transportes de carga.
- Fomentar Políticas Públicas, privilegiando maior uso de transportes com tecnologias, que dispensem uso de combustível fóssil, menos poluentes

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA, Caroline; FOSCACHES, Lezcano; SPROESSER, Renato Luiz; SILVA, Filipe Quevedo; FILHO, Dario de Oliveira Lima. **Logística de frutas, legumes e verduras (FLV):** um estudo sobre embalagem, armazenamento e transporte em pequenas cidades brasileiras. *Informações Econômicas*, SP, v. 42, n. 2, mar./abr. 2012. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/publicacoes/IE/2012/tec4-03-04-2012.pdf>. Acesso em: 20 de junho de 2019.

AZAPAGIC, A. *Systems approach to corporate sustainability: a general management framework*. Institution of Chemical Engineers, v.81, 2003.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial**. Bookman editora, 2009.

BATALHA, M. O.; SILVA, A. L. **Gerenciamento de sistemas agroindustriais:** definições e correntes metodológicas. In: BATALHA, M. O. (Coord.). *Gestão Agroindustrial*. São Paulo: Atlas, 2009.

BERTAGLIA, Paulo Roberto. **Logística e gerenciamento de cadeia de abastecimento**. 4ª ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2020.

BNDES aprova R\$ 88,6 milhões para desenvolvimento de caminhão elétrico. **Imprensa**, Rio de Janeiro, 4 dez. 2019. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/bndes-aprova-88,6-milhoes-para-desenvolvimento-de-caminhao-eletrico>. Acesso em: 16 dez. 2021.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. Bixby. **Gestão logística de cadeia de suprimentos**. 4ª ed. Porto Alegre. AMGH Editora, 2014.

BRASIL, Nações Unidas Brasil. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/7>:. Acesso em 06 de setembro de 2021.

BRASIL. Lei nº 13.755, de 15 de janeiro de 2006. **Sistema nacional de segurança alimentar e nutricional–SISAN**. Brasília: Planalto, 2016. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/l11346.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11346.htm). Acesso em: 18 dez. 2021.

BRASIL. Lei 13.755, de 15 de dezembro de 2018. **Institui o Programa Rota 2030: Mobilidade e Logística**. Brasília: Presidência da República, 2018. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/lei-n-13.755-de-10-de-dezembro-de-2018-167070058>. Acesso: 20 dez 2021.

BRASIL. A tecnologia sobre rodas - **Veículos elétricos e seus benefícios**. Disponível em: <<https://meuartigo.brasilecola.uol.com.br/imprimir/125210>>. Acesso em: 23 jan. 2022.

CARSON, Raquel. **Primavera silenciosa**. Tradução de Claudia Sant'Ana Martins. São Paulo: Traduzido 1ª Ed. São Paulo: Gaia, 2010.

CHAN, C.C.; BOUSCAYROL, A.; CHEN, K. Electric, Hybrid, and Fuel-Cell Vehicles: Architectures and Modeling. **IEEE Transactions on Vehicular Technology**, v. 59, n. 2, p. 589–598, 2010. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/5276874/>>. Acesso em: 20 dez. 2021

CHRISTOPHER, M.; PECK, H. Building the resilient supply chain. *The International Journal of Logistics Management*, v. 15, n. 2, p. 1–14, 2004. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09574090410700275/full/html>>. Acesso em: 9 de setembro 2019.

COSTA NETO, P. L. O. e CANUTO, S. A. **Administração com qualidade: Conhecimentos Necessários para a Gestão Moderna**. São Paulo: Blucher, 2010

DARBY, K.; BATTE, M. T.; ERNST, S., Roe, B. (2008). Decomposing local: A conjoint analysis of locally produced foods. **American Journal of Agricultural Economics**, 90, 476–486.

DIAS, Reinaldo. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

GOULART, Verci Douglas Garcia; DE CAMPOS, Alexandre. **Logística de Transporte-Gestão Estratégica no Transporte de Cargas**. Saraiva Educação SA, 2018.

GUNADY, Maria GA et al. Evaluating the global warming potential of the fresh produce supply chain for strawberries, romaine/cos lettuces (*Lactuca sativa*), and button mushrooms (*Agaricus bisporus*) in Western Australia using life cycle assessment (LCA). **Journal of Cleaner Production**, v. 28, p. 81-87, 2012.

HORTIFRÚTIS Brasil. Ano 19, nº 202 – julho de 2020 – ISSN – 1981-1837. Sao Paulo. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/91/full.pdf> Acesso em 3 de dezembro de 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico. Disponível em: <https://ces.ibge.gov.br/apresentacao/portarias/200-comite-de-estatisticas-sociais/base-de-dados/1146-censo-demografico.html> - Acesso em: 02/12/2021

KUMAR, Sameer.; HIMES, Katie J.; KRITZER, Collin P. Risk assessment and operational approaches to managing risk in global supply chains. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 2014. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JMTM-04-2012-0044/full/html>>. Acesso em: 16 de agosto de 2019.

MARTINEZ, S.; HAND, M.; PRA, M.D.; POLLACK, S.; RALSTON, K.; SMITH, T.; Vogel, S.; CLARK, S.; LOHR, L.; LOW, S.; NEWMAN, C. 2010. **Local food systems concepts, impacts, and issues**. USDA-Economic Research Service, Washington, DC, USA.

MARTINS, M. F; CÂNDIDO, G. A. Índices de desenvolvimento sustentável para localidades: uma proposta metodológica de construção e análise. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 3, 2012. DOI: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v6i1> disponível em <https://rgsa.emnuvens.com.br/rgsa/issue/view/20>: acesso 20 dez 2020.

MASSARANDUBA, Marcos. frutas e verduras que chegam a Teresina vêm de outros estados. [portalodia.com](http://portalodia.com). Teresina, 2 de junho de 2018. Disponível em <https://www.portalodia.com/noticias/piaui/94-das-frutas-e-verduras-que-chegam-a-teresina-vem-de-outros-estados-319461.htm>. Acesso em: 10 de outubro de 2019.

MAYER, Robson; PÉRES, Adriano; OLIVEIRA, Sérgio Vidal Garcia. Conversor cc-cc multifásico bidirecional em corrente não isolado aplicado a sistemas elétricos de tração de veículos elétricos e híbridos. **Eletrônica de Potência-SOBRAEP**, v. 20, n. 3, p. 312, 2015.

MENDES, Judas Tadeu Grassi. et al. **Agronegócio: uma abordagem econômica**. São Paulo: Pearson, 2007.

NOVACEASA. In: **Nasce uma Nova Ceasa**. Página Web - Teresina: Nova Ceasa, 2 fev. 2022. Disponível em: <https://novaceasa.com.br/about/>. Acesso em: 2 fev. 2022.

POZO, H. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: uma introdução**. 2. ed. Atlas - São Paulo, 2019

REIS, J. G. M. d.; VENDRAMETTO, O.; NÄÄS, I. A.; COSTABILE, L. T.; MACHADO, S. T. (2016). Avaliação das estratégias de comercialização do milho em MS aplicando o analytic hierarchy process (AHP). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 54, 131–146. URL. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-20032016000100131&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032016000100131&lng=pt&tlng=pt). doi:10.1590/1234-56781806-9479005401007. Acesso em: 20 de junho de 2019.

SMITHERS, J.; Lamarche, J.; Joseph, A.E. 2008. **Unpacking the terms of engagement with local food at the farmers' market: insights from Ontario**. *Journal of Rural Studies* 24: 337-350.

WILMERS, Rodolpho Antonio Mendonça, **Administração das operações produtivas.**  
Módulo 1 - Fascículo 1 - AOP . São Paulo: UNIP, 2011.