



MODELO *FUZZY* TOPSIS PARA ESCOLHA DA MELHOR ALTERNATIVA DE CUSTOS E BENEFÍCIOS DA LOGÍSTICA UTILIZANDO AS ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE UNIMODAL E INTERMODAL NO ESCOAMENTO DO ARROZ

Luís Otavio de Marins Ribeiro

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Orientadores: Francisco Antônio de Moraes
Accioli Doria
Cláudio Henrique dos Santos
Grecco

Rio de Janeiro
Junho de 2018

MODELO *FUZZY* TOPSIS PARA ESCOLHA DA MELHOR ALTERNATIVA DE CUSTOS E BENEFÍCIOS DA LOGÍSTICA UTILIZANDO AS ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE UNIMODAL E INTERMODAL NO ESCOAMENTO DO ARROZ

Luís Otavio de Marins Ribeiro

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Examinada por:

Prof. Francisco Antônio de Moraes Accioli Doria, D. Sc.

Prof. Cláudio Henrique dos Santos Grecco, D. Sc.

Prof. Carlos Alberto Nunes Cosenza, D. Sc.

Prof. Jesus Domech Moré, D. Sc.

Prof. Isaac José Antonio Luquetti dos Santos, D. Sc.

Prof. Paulo Victor Rodrigues de Carvalho, D. Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

JUNHO DE 2018

Ribeiro, Luís Otavio de Marins

Modelo *Fuzzy* Topsis para escolha da melhor alternativa de custos e benefícios da logística utilizando as alternativas de transporte unimodal e intermodal no escoamento do arroz. / Luís Otavio de Marins Ribeiro. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2018.

XII, 79 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Francisco Antônio de Moraes Accioli Doria

Cláudio Henrique dos Santos Grecco

Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Produção, 2018.

Referências Bibliográficas: p. 68-73.

1. Custos. 2. Benefícios. 3. *Fuzzy* Topsis. I. Doria, Francisco Antônio de Moraes Accioli *et al.* II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção. III. Título.

DEDICATÓRIA

À minha mãe, Edna (in memoriam), à
minha esposa, Carla e aos meus filhos, Luís
Henrique e Raphael.

Agradecimentos

Antes de tudo a Deus, pela vida, pela saúde e força que permitiram a realização deste trabalho. À minha esposa e aos meus filhos, pelo carinho, compreensão e força ao longo desta caminhada. Aos meus pais, por terem me passado a crença de que é com trabalho, perseverança, determinação e honestidade, que se atinge as metas escolhidas. A toda família de minha esposa, pelas palavras de força e apoio. Ao Professor Carlos Alberto Nunes Cosenza, por acreditar e incentivar o aprendizado de forma simples, como só os grandes sábios conseguem fazer. Aos meus Professores Orientadores: Francisco Antônio de Moraes Accioli Doria e Cláudio Henrique dos Santos Grecco, por possibilitarem esta oportunidade de ampliar meus horizontes, pelos ensinamentos, orientação e consideração. Ao Professor Alfredo Nazareno Pereira Boente, pela amizade, consideração e pelo incentivo à realização deste trabalho de tese. Ao professor Getúlio que, na Banca Examinadora do Exame de Qualificação ao Doutorado, prestou valiosas contribuições para a realização deste trabalho. Aos professores membros da Banca Examinadora: Professor Paulo Victor Rodrigues de Carvalho e Professor Isaac José Antonio Luquetti dos Santos que aceitaram participar e contribuir com este trabalho. E um agradecimento especial ao Professor Jesus Domech Moré, pelo tempo dedicado, pelo incentivo, pelas valiosas contribuições e ensinamentos. A secretária do APIT Lindalva Barbosa de Araújo, pelo apoio administrativo nos momentos mais difíceis no decorrer do curso. Ao colega de trabalho e amigo Ruben de Toledo da Universidade Estácio de Sá, pelo apoio, incentivo e amizade. Enfim, a todos que de uma forma ou de outra contribuíram para o êxito deste trabalho.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

MODELO *FUZZY* TOPSIS PARA ESCOLHA DA MELHOR ALTERNATIVA DE CUSTOS E BENEFÍCIOS DA LOGÍSTICA UTILIZANDO AS ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE UNIMODAL E INTERMODAL NO ESCOAMENTO DO ARROZ

Luís Otavio de Marins Ribeiro

Junho/2018

Orientadores: Francisco Antônio de Moraes Accioli Doria

Cláudio Henrique dos Santos Grecco

Programa: Engenharia de Produção

É de fácil percepção que a importância da escolha feita na utilização de um modelo de transporte pode impactar nos custos logísticos empresariais, nesse contexto o transporte pode chegar até 60% dos custos logísticos. Esse estudo busca responder a questão: qual a melhor alternativa de modelos de transporte para o escoamento do arroz no corredor Vale do Jacuí (RS) até a Praia do Forno (RJ)? O objetivo do estudo é aplicar o método *Fuzzy* Topsis em dados reais do escoamento do arroz, depois de tratado em um *Brainstorming* com especialistas na área de Logística. Foi aplicado o Método *Fuzzy* Topsis nesses dados tratados, comparando assim qual a melhor alternativa dentre os modelos de transporte deve ser utilizada entre a Unimodalidade de transportes com o modal rodoviário, as alternativas de Intermodalidade de transportes: rodoviário / ferroviário, rodoviário / hidroviário e rodoviário / ferroviário / hidroviário. A metodologia aplicada na tese utiliza uma abordagem quali-quantitativa. A abordagem qualitativa está na primeira parte do trabalho, representada na revisão da literatura e na utilização do método *Brainstorming*, na segunda parte aparece a abordagem quantitativa, na aplicação do método *Fuzzy* Topsis que permitiu decidir pela melhor alternativa com relação ao custo/benefício. Como resultado, também pode ser observado a importância da aplicação da ferramenta para a comparação das alternativas de modelos de transportes.

Abstract of the thesis submitted to COPPE/UFRJ as part of the requirements to obtain a Doctor of Science (D.Sc.) degree.

FUZZY TOPSIS MODEL TO ASSESS THE LOGISTICS COSTS AND BENEFITS
FROM THE UNIMODAL AND INTERMODAL TRANSPORTATION ALTERNATIVES
IN THE RICE FLOW

Luís Otavio de Marins Ribeiro

June/2018

Advisors: Francisco Antônio de Moraes Accioli Doria

Cláudio Henrique dos Santos Grecco

Department: Production Engineering

The relevance of the selection of a transportation model can be easily perceived as it can impact the logistics costs of the business. In this context, transportation may account for up to 60% of logistics costs. This study aims to find an answer to the question: which is the best transportation model alternative for rice flow along the Vale do Jacuí (RS) corridor up to Praia do Forno (RJ)? The study intends to apply the *Fuzzy-Topsis* technique to real rice flow data after data treatment by Brainstorming with Logistics specialists. The *Fuzzy-Topsis* method was applied to treated data for comparison of the best transport model alternative between Unimodality of transportation using the road carriage modal and the following Intermodal alternatives: road/railway, road/waterway and road/railway/waterway. A qualitative-quantitative approach methodology was applied in the thesis. The qualitative approach is discussed in the first part, represented by literature review and the Brainstorming method; the second part presents the quantitative approach by applying the *Fuzzy-Topsis* technique that enabled a decision about the best cost-benefit alternative. As a result, the relevance of the use of this tool for comparison between transportation model alternatives can also be evidenced.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO	1
1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA.....	1
1.2 RELEVÂNCIA DO TEMA.....	3
1.3. QUESTÃO E OBJETIVOS DA PESQUISA	5
1.3.1 Questão da Pesquisa	5
1.3.2 Objetivos da Pesquisa	6
1.3.2.2 Objetivos Intermediários	6
1.4 HIPÓTESES	6
1.5 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	6
1.6 METODOLOGIA DA PESQUISA	7
1.6.1 Tipo de Pesquisa	7
1.6.2 Seleção do Objeto de Estudo	8
1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO E CONTRIBUIÇÕES	9
CAPÍTULO 2: REVISÃO DA LITERATURA	10
2.1 A EVOLUÇÃO DA LOGÍSTICA.....	10
2.2 A ATIVIDADE DE TRANSPORTES	14
2.2.1 O Modal de Transporte e sua Utilização	18
2.2.2 A Intermodalidade de Transportes	35
2.2.3 Cenário Doméstico	38
2.4 <i>BRAINSTORMING</i>	44
2.5 TOMADA DE DECISÃO MULTICRITÉRIO	45
2.5.1 O Método Topsis	46
2.5.2 O Método <i>Fuzzy Topsis</i>	48
CAPÍTULO 3: ESTUDO DE CASO	52
CAPÍTULO 4: METODOLOGIA DA PESQUISA	54
4.1 COLETA DE DADOS	54
4.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES APLICADOS COM A FERRAMENTA <i>FUZZY-TOPSIS</i>	58
4.2.1 Tratamento de Dados	58
4.2.2 Apresentação do Modelo Aplicado	60

4.2.3 Análise dos Resultados com o Método <i>Fuzzy-Topsis</i>	62
4.3 SELEÇÃO DA MELHOR ALTERNATIVA	64
CAPÍTULO 5: CONSIDERAÇÕES FINAIS, LIMITAÇÕES DA PESQUISA E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	65
REFERÊNCIAS	68
APÊNDICES	74
APÊNDICE 1: INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS ATRAVÉS DO CONSENSO ENTRE OS ESPECIALISTAS NO BRAINSTORMING.	75
APÊNDICE 2: PLANILHAS UTILIZADAS PARA O TRATAMENTO DOS DADOS NO <i>FUZZY TOPSIS</i>.	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representatividade dos custos logísticos do Brasil em relação ao PIB

Figura 2 – Escoamento da produção da fábrica Klabin

Figura 3 – Representação da integração em um Supply Chain Management (SCM).

Figura 4 – Fluxo de Produtos e de Informação

Figura 5 – Trecho de Açailândia (MA) até Barcarena (PA) da Ferrovia Norte Sul (FNS)

Figura 6 – Trecho de Palmas (TO) até Açailândia (MA) da Ferrovia Norte Sul (FNS)

Figura 7 – Trecho de Anápolis (GO) até Palmas (TO) da Ferrovia Norte Sul (FNS)

Figura 8 – Transporte Lacustre no Lago Dal, Caxemira, Índia.

Figura 9 – Indicadores antes X depois da privatização

Figura 10 – Movimentação anual – Cargas e Passageiros

Figura 11 – Matriz de transportes de carga do Brasil e Estados Unidos e os respectivos custos por modal

Figura 12 – Gráfico representando os Termos Linguísticos e seus valores *Fuzzy* triangulares atribuídos.

Figura 13 – Etapas de solução do modelo.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Vantagens e desvantagens no uso do modal rodoviário.

Quadro 2 – Vantagens e desvantagens no uso do modal ferroviário.

Quadro 3 – Vantagens e desvantagens no uso do modal hidroviário.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação Relativa de Custos e Desempenho Operacional dos Diversos Modais de Transportes.

Tabela 2 – Comparação das Principais Características dos Modais.

Tabela 3 – Alternativas de Características para a Seleção dos Critérios

Tabela 4 – Critérios de Custo e de Benefício

Tabela 5 – Critérios de Custo e de Benefício com suas Descrições

Tabela 6 – Alternativas com Cada Modal Participante.

Tabela 7 – Termos Linguísticos

Tabela 8 – Termos Linguísticos com seus Valores *Fuzzy* Triangulares Atribuídos

Tabela 9 – Critérios dos Modais com seus Termos Linguísticos de Acordo com a Composição das Alternativas.

Tabela 10 – Participação do Modal Rodoviário no Percorso de 1922 Km.

Tabela 11 – Participação do Modal Rodoviário e do Modal Ferroviário no Percorso de 1922 Km.

Tabela 12 – Participação do Modal Rodoviário e do Hidroviário no Percorso de 1922 Km.

Tabela 13 – Participação do Modal Rodoviário, do Modal Ferroviário e do Modal Hidroviário no Percorso de 1922 Km.

Tabela 14 – Matriz Alternativa vs. Critério com seus Valores *Fuzzy* Triangulares.

Tabela 15 – Matriz Alternativa vs. Critério com seus Valores Defuzzificados.

Tabela 16 – Resultado do Cálculo da “Entropia”, da “Diversidade” e do “Peso do critério”.

Tabela 17 – Resultado da Seleção das Soluções Ideais Positivas e das Soluções Ideais Negativas.

Tabela 18 – Resultado do Cálculo do Grau de Separação entre o Desempenho Atribuído a Solução Ideal Positiva e a Solução Ideal Negativa.

Tabela 19 – Resultado do Cálculo da Proximidade Relativa para cada Alternativa em Relação à Solução Ideal Positiva A+

Tabela 20 – Ordenação a Partir da Melhor Proximidade Relativa.

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

Neste capítulo apresenta-se o tema da tese, bem como sua relevância. Na sequência, são descritas as hipóteses nas quais esta tese se apoia para as discussões, a questão de pesquisa e os objetivos a serem alcançados, assim como a metodologia adotada para a realização da pesquisa, a estrutura do trabalho e as contribuições.

1.1 Apresentação do Tema

A Logística de Transportes é, sem dúvida, um dos maiores desafios enfrentados pelas empresas nos dias atuais. Com o fenômeno da integração logística e a crescente demanda por produtos e serviços em prazo cada vez menor, nos últimos anos as empresas passaram a dar mais importância ao seu sistema logístico, para que os desperdícios de recursos e de tempo fossem evitados, buscando, desta forma, a maximização dos lucros.

No Brasil, os custos logísticos de transporte já são classificados como fatores críticos de longa data. Isso acontece devido às dimensões geográficas, que são consideradas em proporções continentais, e a infraestrutura para os transportes, que ainda é muito precária (FARIA; COSTA, 2005). Em média, os custos com os transportes representam 60% dos custos logísticos, o que, na maioria dos casos, pode significar uma boa parcela dos lucros de uma companhia, como, por exemplo, no setor de distribuição de combustíveis (WANKE; NAZÁRIO; FLEURY, 2000).

Atualmente, segundo pesquisas da Fundação Dom Cabral (2018), em sua primeira publicação, os custos logísticos representavam, aproximadamente, 10,5% do faturamento bruto das organizações. Com o passar dos anos, além do percentual nunca ter diminuído, em sua última pesquisa, o índice alcançou 12,37% desse mesmo faturamento bruto na área industrial brasileira. Com isso, o Brasil possui o maior custo logístico dentre as principais economias do mundo.

Diversos estudos científicos vêm mostrando que com o uso da intermodalidade, ou seja, com o uso de mais de um modo de transporte para o escoamento de qualquer produção, consegue-se uma significativa redução de custos, desde que para longas distâncias e em grandes quantidades.

Segundo Lima (2014), fazendo-se uma análise dos custos logísticos brasileiros nos últimos dez anos, fica claro o impacto do modal rodoviário. Até 2010, o país possuía um custo logístico, em relação ao Produto Interno Bruto (PIB), que vinha sofrendo sucessivas quedas,

que foram interrompidas em 2012 por falta de infraestrutura, ocasionando um retrocesso de 6 anos em termos de custos logísticos. Dessa forma, enquanto o Brasil voltou a ter custos logísticos de 11,5% do PIB, em 2012, os Estados Unidos gastaram apenas o referente a 8,3% do PIB, no mesmo ano.

Na figura 1, é possível verificar que o transporte detém 7,5% de 12,1% do PIB, em 2004; 6,8% de 11,5% do PIB, em 2006; 6,6% de 10,9% do PIB, em 2008; 6,3% de 10,6% do PIB, em 2010 e 7,1% de 11,5% do PIB, em 2012.

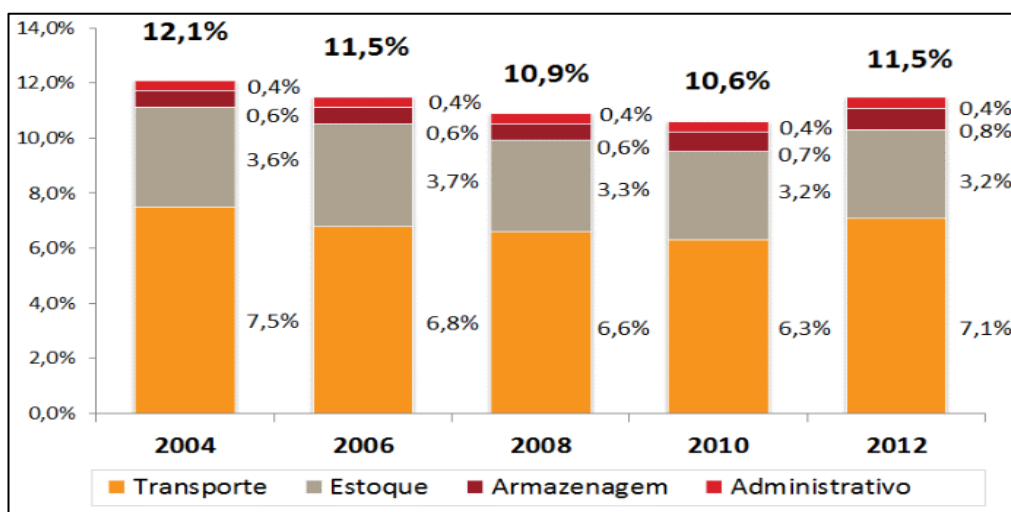


Figura 1: Representatividade dos custos logísticos do Brasil em relação ao PIB
Fonte: Lima, 2014

Mesmo com tanta evidência, não se pode esquecer a importância desse modal na composição de modelos como a intermodalidade, uma vez que é o único com capilaridade para entrega porta a porta. Não se pode, nem se deve deixar de usá-lo, entretanto, deve-se, sim, utilizá-lo por suas características vantajosas, vislumbrando o cenário de cada necessidade.

Segundo site do Senado (2018) os especialistas em agronegócio argumentam que quanto maiores forem os custos logísticos para se transportar a safra, menor será o lucro, reduzindo a competitividade do produto brasileiro. De acordo com o levantamento da Confederação Nacional do Transporte (CNT), é possível que as más condições das rodovias venham a tornar o transporte do milho e de soja R\$ 3,8 bilhões mais caro. Assim, constata-se que há muito tempo o escoamento da produção no Brasil não está funcionando adequadamente.

É possível afirmar, com base no site pesquisado, que por falta de uma infraestrutura adequada para a utilização mais efetiva de outros modos, podemos nos considerar “refêns” da modalidade rodoviária de transporte de carga. Essa dependência acaba dificultando os ganhos dos responsáveis pela indústria de transporte rodoviário, que, atualmente, não tem o lucro que poderiam, devido à situação atual.

Em casos como o do escoamento da produção do arroz, são necessários verdadeiros “trens de caminhões” elevando, desta forma, o custo nos transportes. Mesmo com tantos estudos que comprovam a redução dos custos através da intermodalidade de transportes, o uso desse recurso ainda é muito insipiente no Brasil. A tabela 1 apresenta a classificação dos modais de transporte com relação aos seus custos e desempenho.

Tabela 1: Classificação relativa de custos e desempenho operacional dos diversos modais de transportes^a

Modo de transporte	Custo ^b 1º = Máximo	DESEMPENHO			
		Tempo médio de entrega ^c	Variabilidade dos tempos de entrega		Perdas e danos 1 = Mínimo
Absoluto 1 = Mínimo	Percentual ^d 1 = Mínimo				
Ferroviário	3	3	4	3	5
Rodoviário	2	2	3	2	4
Hidroviário	5	5	5	4	2
Dutoviário	4	4	2	1	1
Aeroviário	1	1	1	5	3

Fonte: Adaptação de Ballou (1993)

^a Assume-se disponibilidade do serviço.

^b Custo por tonelada-milha.

^c Velocidade porta a porta.

^d Razão entre a variação absoluta do tempo de entrega e o tempo médio de entrega

1.2 Relevância do Tema

O escoamento da produção de grãos, como é o caso do arroz, que para transportar 1.200 toneladas são necessários 30 caminhões “bitrens”, por um percurso longo, podendo alcançar até 2.000 km, constitui um fato relevante. Daí a necessidade de se estudar este tema, especificamente em um dos corredores utilizados no escoamento – do Vale do Jacuí (RS) até o porto da Praia do Forno (RJ).

Estudos em relação à intermodalidade de transportes no Brasil se mostram relevantes, uma vez que o país possui dimensões continentais. É possível encontrar uma grande gama de desperdício, seja pelos produtos transportados serem perecíveis, seja por perdas de parte da

carga durante o deslocamento, provocando prejuízo monetário aos caminhoneiros, que detêm em torno de 90% da distribuição pelo modo rodoviário.

O mais importante, portanto, é a harmonização da integração entre os modais envolvidos, utilizando sempre o melhor de cada modal nos trechos em que são mais adequados.

Como é possível observar no exemplo sobre o escoamento da produção da fábrica da Klabin, apresentado na figura 2, a produção é escoada utilizando-se os três modos, ênfase deste estudo. A empresa utiliza o modo ferroviário, que parte da fábrica até os terminais de Tatuí e Paranaguá. Do terminal de Tatuí, a distribuição é feita pelo modo rodoviário até Piracicaba, Jundiaí e Monte Mor, cidades do Estado de São Paulo, ou até o terminal de Paranaguá/Antonina. Então, pelo modo rodoviário, a produção é levada até o Porto de Paranaguá ou Antonina, seguindo pelo modo Aquaviário, podendo ser de cabotagem ou interior ou, mesmo, de longo curso, dependendo do destino final, ou, ainda, é levada somente pelo modo ferroviário até Ponta Grossa, no Paraná, ou direto para a Argentina.

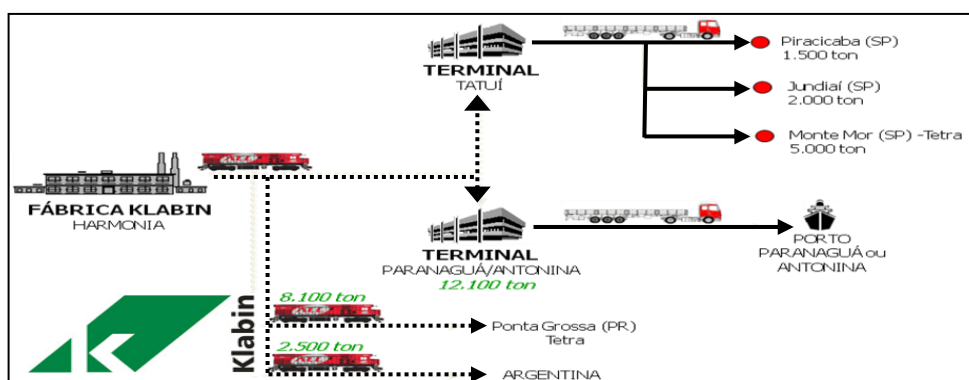


Figura 2: Escoamento da produção da fábrica Klabin
Fonte: América Latina Logística (2008)

Um fato que também torna o estudo bastante relevante no âmbito social é a conservação das estradas, que seria mais barata pelo uso menos constantes pelas carretas, que transportam um peso para o qual tais vias não estão preparadas. Com relação aos custos, utilizar por parte do percurso um modal com custos variáveis mais baixos traria uma economia significativa para as empresas, permitindo que os preços pudessem ser mais baixos, beneficiando também a sociedade. Por último, porém não menos importante, para a academia, traria motivação para que outros estudos pudessem ser somados a este, trazendo novos ganhos e crescimentos acadêmicos aos interessados.

1.3. Questão e Objetivos da Pesquisa

1.3.1 Questão da Pesquisa

Não só no Brasil, mas em todo o mundo, existe uma busca por uma melhoria na infraestrutura e nos processos dos transportes, podendo, assim, haver uma tentativa de redução nos custos. Desta forma, há de se pensar em métodos que possam viabilizar esta redução.

É possível citar como exemplo a produção de grãos, de forma geral, que possui uma estimativa previsível de quantidade e época da colheita. São transportados por verdadeiros “trens rodoviários”, ou seja, fila de caminhões para o escoamento da produção.

Tais filas poderiam ser facilmente substituídas por trens de carga. Mas, como a malha ferroviária brasileira está concentrada nas regiões Sul e Sudeste, seria necessária a utilização de outros modos de transportes que permitissem acessar as demais regiões. Estes modos poderiam ser o Rodoviário e o Hidroviário. No caso do Hidroviário, por possuir uma grande capacidade de transporte e um baixo custo, podendo circundar locais em que o modo ferroviário não exista. Já o rodoviário, diante de sua disponibilidade, permitiria as ligações entre a origem da carga com o modo ferroviário, que faria chegar ao hidroviário, em alguns casos, e, em outros, utilizar-se-ia o rodoviário, que também fecharia na maioria dos casos com a entrega nos destinos.

Existem diferentes opções oferecidas aos setores de estratégia das empresas, quanto ao modelo de transporte a ser utilizado para o escoamento de seus produtos, como: a) unimodalidade, que pode ser rodoviário, ferroviário, hidroviário, dutoviário e aeroviário; e b) intermodalidade, que pode ser a junção de pelo menos dois destes modais, como exemplo, rodoviário e ferroviário, rodoviário e hidroviário, rodoviário e dutoviário, rodoviário e aeroviário, podendo também existir a composição de três modais, em que o mais usual e que é ênfase deste estudo consiste na combinação rodoviário, ferroviário e hidroviário.

É perceptível a importância do modal rodoviário, pois é necessário em qualquer composição de intermodalidade diante de sua capilaridade e disponibilidade. Logo só é preciso que se compare o custo-benefício para as possibilidades desses modelos.

Propõe-se, então, a seguinte questão: qual a melhor alternativa de modelos de transporte para o escoamento do arroz no corredor Vale do Jacuí (RS) até a Praia do Forno (RJ)?

1.3.2 Objetivos da Pesquisa

Nesta seção será apresentado o objetivo geral desse estudo, bem como cada objetivo intermediário para o alcance do seu objetivo geral.

1.3.2.1 Objetivo Geral

Modelar o uso da intermodalidade e da Unimodalidade no escoamento do arroz para escolher a melhor alternativa custo/benefício com o uso do método *Fuzzy Topsis*.

1.3.2.2 Objetivos Intermediários

Os objetivos específicos consistem na aplicação de métodos:

- a) Revisar atividade de transportes;
- b) Descrever as modalidades de transporte de carga;
- c) Executar o método *Brainstorming*;
- d) Definir os critérios a serem avaliados;
- e) Modelar as alternativas; e
- f) Aplicar o método *Fuzzy Topsis*.

1.4 Hipóteses

Através da aplicação do método *Fuzzy Topsis* pode-se comparar entre as várias possibilidades de modelos de transporte e, escolher uma das configurações das modalidades de transporte de carga com o melhor custo benefício.

1.5 Delimitação do Estudo

Este estudo tem como ênfase a comparação dos vários modelos de transportes para o escoamento da produção de arroz. Essa comparação terá como ferramenta o método *Fuzzy-Topsis*, em uma planilha, a fim de se verificar o impacto do uso de um único modal para o escoamento dessa produção em relação ao uso da intermodalidade de transportes.

Embora existam duas formas distintas de se tratar o uso de diferentes modos de transportes, a intermodalidade e a multimodalidade, cujas diferenças são abordadas detalhadamente no referencial teórico a seguir, este estudo terá foco na intermodalidade.

Vale ressaltar que dentre os cinco tipos de modos de transportes de carga abordados no referencial teórico, o estudo irá utilizar somente os modos rodoviário, ferroviário e hidroviário. Sendo neste último utilizado apenas o de cabotagem. A intermodalidade é tratada a partir das seguintes configurações de modais: rodoviário/ferroviário; rodoviário/hidroviário e rodoviário/ferroviário/hidroviário.

1.6 Metodologia da Pesquisa

A metodologia utiliza uma abordagem quali-quantitativa. A abordagem qualitativa aparece na primeira parte do trabalho, quando é apresentada uma revisão da literatura. Na segunda parte aparece a abordagem quantitativa, baseada na lógica *Fuzzy*, aplicada a dados gerados em um *brainstorming* e aplicados à ferramenta *Fuzzy-Topsis*, gerando resultados que permitem comparar os modelos de transportes em termos de custos-benefícios.

1.6.1 Tipo de Pesquisa

O estudo trata da comparação de métodos em função do custo-benefício, que já funcionam em algumas empresas no Brasil e nos países que apresentam uma dimensão continental.

Vergara (1997) sugere dois critérios segundo os quais as pesquisas na área de administração podem ser classificadas: quanto aos fins e quanto aos meios. De acordo com a autora, uma pesquisa, de uma forma geral, pode ter sua finalidade definida como exploratória, descritiva, explicativa, metodológica, aplicada e/ou intervencionista.

Segundo a autora, uma pesquisa será explicativa quando tiver como objetivo justificar os motivos de algum fenômeno, esclarecendo quais fatores contribuem para a sua ocorrência; pode ser considerada metodológica quando se referir a instrumentos de captação ou manipulação da realidade; e aplicada quando for motivada pela necessidade de resolver problemas concretos, práticos.

Assim, a presente pesquisa pode ser caracterizada, do ponto de vista da sua finalidade, como: a) **explicativa**, porque busca justificar o uso de métodos específicos de escoamento de carga, verificando a viabilidade do processo, e entender quais os fatores e as características da operação contribuem (ou não) para isso; b) **aplicada**, pois foi motivada pela necessidade de resolver problemas práticos na operação de transportes - o custo para o escoamento de arroz e a relação custos x benefícios; e c) **metodológica**, já que propõe a utilização de um método – a intermodalidade de transporte – que consiste em utilizar mais de um modal de transporte no escoamento da produção de arroz.

De acordo com Vergara (1997), uma pesquisa pode ser classificada – quanto aos meios de investigação – como sendo pesquisa de campo, pesquisa de laboratório, pesquisa telematizada, investigação documental, pesquisa bibliográfica, pesquisa experimental, investigação *ex post facto*, pesquisa participante, pesquisa-ação e/ou estudo de caso.

Ainda segundo a autora, uma pesquisa será de laboratório quando a experiência é realizada em local circunscrito, devido à inviabilidade de realização no campo, envolvendo, por exemplo, simulações em computador.

A presente pesquisa, então, pode ser entendida, no que diz respeito aos meios, como estudo de caso único, já que está restrita a apenas um trecho de escoamento de apenas um produto, baseada em dados de um restrito grupo de empresas envolvidas no processo de escoamento.

1.6.2 Seleção do Objeto de Estudo

Entre os grãos de maior volume de produção no país estão o arroz, a soja e o milho. Somente o primeiro, o arroz, no entanto, é escoado para localidades distantes para ser beneficiado por um trecho longo, o que remete à necessidade de utilização de um modelo de transporte que favoreça a redução dos custos. Os outros, a soja e o milho, sofrem seus beneficiamentos em localidades próximas de onde são produzidos ou, no mínimo, a uma distância inicialmente não tão atraente para este estudo especificamente. Já para o produto beneficiado, caberiam novos estudos, para que sejam avaliadas as possibilidades de aplicação do mesmo modo de escoamento.

1.7 Estrutura do Trabalho e Contribuições

Este trabalho está organizado em cinco capítulos incluindo esta introdução, descritos, resumidamente, nesta seção. Esta estrutura foi elaborada com o objetivo de estabelecer consonância com a hipótese, a questão da pesquisa, os objetivos e a metodologia empregada.

No Capítulo 2, na revisão da literatura, são apresentados os tópicos referentes à evolução da logística, à atividade de transporte, ao modelo Topsis e ao modelo *Fuzzy-Topsis*, para fundamentar o método proposto.

No Capítulo 3 é apresentado o estudo de caso, o local (o processo de escoamento do arroz, no corredor Vale do Jacuí (RS) até a Praia do Forno em Arraial do Cabo (RJ)) de onde foram retirados os dados para a realização do estudo e também é descrita a experiência de utilização do método no processo de escoamento do arroz.

No Capítulo 4 é apresentada a metodologia da pesquisa, que está dividida em quatro etapas. Na primeira etapa é apresentado como foi realizado o processo de *brainstorming* para a coleta dos dados utilizados para o estudo; o tratamento desses dados e a análise dos resultados com a utilização da ferramenta *Fuzzy-Topsis*. Na última etapa do capítulo 4 é apresentada a comparação entre as quatro alternativas: modelo de unimodalidade de transporte (modal rodoviário) e as três alternativas de modelos de intermodalidade de transportes (rodoviário / ferroviário; rodoviário / hidroviário e rodoviário / ferroviário / hidroviário).

O Capítulo 5 apresenta as considerações finais, as contribuições, as limitações da pesquisa e as sugestões para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2: REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo apresenta-se a fundamentação teórica do trabalho, cuja finalidade é delinear as concepções e os conceitos necessários para o entendimento das teorias e abordagens que subsidiam este estudo. Aqui se busca dar um alicerce firme que permita que o estudo se torne coerente, dentro de uma análise conclusiva. Tratando da evolução da logística, passando pelo detentor do maior percentual em custos, o transporte, conhecendo os modais de transportes existentes, os critérios enfatizados pelos autores de cada modal e a apresentação da ferramenta *Fuzzy Topsis*, para permitir considerar os critérios de custos-benefícios para escolher a melhor alternativa de transporte.

2.1 A Evolução da Logística

A palavra logística é de origem francesa, do verbo *loger*, que significa “alojar” e trata-se de um termo primeiramente utilizado pelos militares. É definida pelo *Council of Logistics Management* como

O processo de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente o fluxo e a armazenagem de produtos, bem como os serviços e informações associados, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do consumidor. (NOVAES, 2001, p. 36).

Segundo o site RHPortal (2015), a cerca de 2.500 anos, Sun Tzu escreveu seu livro “A Arte da Guerra”. O autor retrata que para se vencer uma guerra é necessário agir em conjunto, conhecer o ambiente de ação, o obstáculo a ser vencido e, é claro, conhecer seus próprios pontos fortes e pontos fracos. Embora o Brasil tenha uma dimensão continental e o rodoviário seja o modal com maior disponibilidade e importância na distribuição de uma produção, os tomadores de decisão esquecem que este modal deve ser utilizado em distâncias que não ultrapassem 500 km e que, ao se associar suas vantagens as de outros modais, consegue-se maximizar e potencializar seu uso.

Pode-se verificar ainda, no site, que Sun Tzu destaca que ao conhecer a si mesmo e a seus inimigos não há que se preocupar com os resultados, porém, quando isto não acontece, a cada vitória sofre-se uma derrota. Se não se conhece o inimigo nem a si, perde-se todas as batalhas. Trazendo essa visão para o mercado, verifica-se empresas felizes com o aumento de seus rendimentos, independentemente dos custos realizados, sem se preocupar com o futuro.

Atualmente a maximização dos lucros deve ser obtida com a redução dos custos, assim ganhando competitividade no mercado.

Deve-se, ainda, ter em mente que nunca se consegue qualquer vitória sozinho. No site Geração Empreende (2016), é possível ver que Sun Tzu elenca cinco fatores como sendo primordiais para se alcançar o sucesso, conforme apresentado a seguir:

- 1º - caminho – várias mentes com um único ideal; todos os envolvidos pensando e agindo para alcançar o mesmo objetivo final, não importando o mérito da decisão, mas sim, o resultado obtido com ela;
- 2º - clima – referente às estações, encontrar maneiras de enfrentar estas situações determinará a vitória e a conquista de seus objetivos;
- 3º - terra – refere-se às distâncias a serem percorridas, condições do terreno (estradas, portos, ferrovias etc.), a análise da situação da terra poderá definir o sucesso ou o fracasso em atingir o objetivo. É possível fazer uma analogia com as diversidades encontradas nas rotas e modais de transportes, o que certamente obrigará a adequar as rotas e os modais, em relação à cada situação específica, conquistando assim o objetivo;
- 4º - líder – este deve possuir virtudes como sabedoria, integridade, disciplina, coragem e humanidade. Uma das características mais importantes do líder é o reconhecimento de modo geral: reconhecer seus erros trará a possibilidade de enxergar as soluções mais adequadas e reconhecer o valor das pessoas a sua volta; e
- 5º - métodos – com a utilização de métodos eficientes, empregando tecnologias de ponta, pode-se estar preparado para remover os obstáculos de forma adequada, por meio de suporte logístico. Estar preparado, em termos de conhecimento, ajuda a ver as melhores soluções na hora da tomada de decisão.

Aqueles que negligenciarem estes fatores estarão fadados ao fracasso. Do contrário, as chances de êxito poderão chegar próximas a 100%. Lembrando que sempre é possível aumentar as chances de sucesso, mas não é possível garanti-lo. Então, quanto mais preparado, maiores são as chances.

Desde a criação do *pallet*, em 1945, na Segunda Guerra Mundial, os processos logísticos de carga e descarga, ganham maior velocidade para o transporte, diminuindo os custos na hora de distribuir os suprimentos. O *pallet* pode ser utilizado em caminhões (modal rodoviário), em *containers* para transportar em trens de carga (modal ferroviário) ou em embarcações do modal hidroviário (marítima – navegação de cabotagem ou fluviais – também chamadas de navegação interna).

Para Ballou (2008), as economias entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento divergem no sentido de que no primeiro, ou seja, nos países desenvolvidos, normalmente onde é realizada a produção do produto, também acontece o seu consumo. Desta forma, consegue-se ter um custo de transporte menor em relação ao segundo. Ele ainda comenta que estas economias se assemelham, quando os serviços de transporte baratos são disponibilizados no segundo, em países em desenvolvimento.

Em função desta maior competição percebida, as empresas estão sendo obrigadas a deslocarem suas estratégias de atuação para buscar maior eficácia técnico-econômica, ou seja, voltadas as suas atividades principais. Desta forma, não desperdiçando energias com atividades que não são sua especialidade (FARAH, 1992).

A partir destes conceitos, surge a ideia de Logística Integrada. Com ela, pode-se ter a empresa totalmente interligada, além de termos fornecedores e clientes participando desta integração, como apresentado na figura 3.

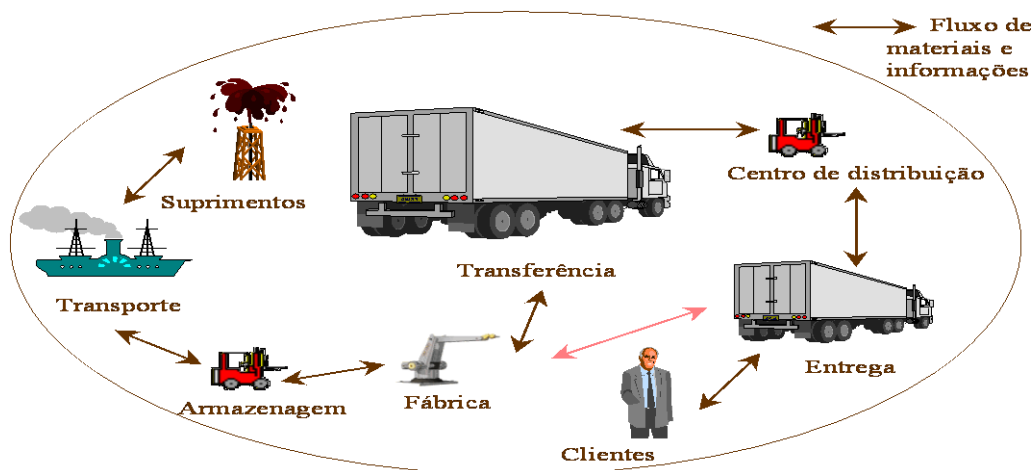


Figura 3 – Representação da integração em um Supply Chain Management (SCM).

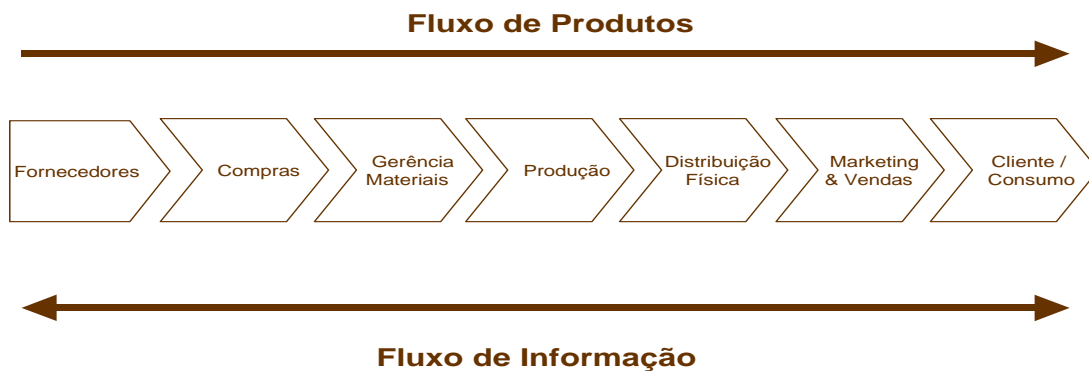
Fonte: Christopher (1997, p.13)

Em uma vertente mais atual, a logística moderna é vista por muitos como processos dentro do Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos, ou *Supply Chain Management* (SCM). Segundo Christopher (1997, p. 13), “A cadeia de suprimentos representa uma rede de organizações, através de ligação nos dois sentidos, dos diferentes processos e atividades que produzem valor na forma de produtos e serviços colocados nas mãos do consumidor final”. Atualmente, essa representação se tornou ainda mais importante no processo de gestão.

A figura 4 demonstra com bastante propriedade o fluxo de produtos e o fluxo de informação no SCM.

O fluxo de produtos terá seu sentido único, vindo do fornecedor de matéria-prima ou insumo, passando pelos setores responsáveis pelo seu controle, até seu uso na produção, onde haverá sua transformação em produto acabado, seguindo para a distribuição física, que se encarregará dos processos até a entrega ao cliente, podendo ser este o consumidor final ou um revendedor varejista.

Já o fluxo de informação, possui sentido nas duas direções. Há um fluxo de necessidade, que parte do cliente/consumidor em direção ao fornecedor, passando pelos setores responsáveis, e um fluxo que acompanha o fluxo de produtos, registrando todo o processo físico da transação.



Fluxo de Informação

Figura 4 – Fluxo de Produtos e de Informação
Fonte: Christopher (1997, p.13)

O conceito de SCM surge, então, como uma evolução do conceito de Logística. Enquanto a Logística interna representa a integração interna de atividades ou processos, o SCM representa sua integração externa, interligando fornecedores aos consumidores finais, e reconhecendo que a integração interna por si só não é suficiente.

2.2 A Atividade de Transportes

Para Wanke, Nazário e Fleury (2000), o transporte de cargas em todo e qualquer país representa uma significativa quantia dos custos acrescidos ao valor final das mercadorias, isso porque é detentor de, aproximadamente, 60% dos custos logísticos referentes aos produtos.

Essa realidade continua até os dias atuais, como é possível confirmar em Lima (2014). Tal fato acaba por impactar diretamente os gastos dos indivíduos e famílias, podendo até mesmo, provocar uma queda do consumo, uma vez que pode causar a impossibilidade de acesso de parte da população brasileira a determinados produtos.

O aprimoramento das infraestruturas e do sistema de transportes, com destaque para o modelo Intermodalidade de transporte, significa maximizar a economia local, regional e nacional, gerando resultados positivos a toda sociedade que não serão somente relacionados aos custos financeiros de deslocamento, mas a uma série de custos agregados, como o custo com a manutenção de estradas, que terá uma redução significativa, com o menor uso por veículos pesados ou, custo com acidentes, que serão reduzidos pelo menor tempo de viagem feito pelo caminhoneiro, dentre outros.

A circulação no território nacional ou internacional deve ser contínua e aproveitando as melhores características de cada modal de transporte passível de ser utilizado nos escoamentos específicos de cada produção, evitando-se, ao máximo, os obstáculos e as dificuldades que prejudicam a qualificação para o escoamento dos fluxos materiais e imateriais e as interações espaciais (CARRERA, 2015).

A logística de transportes, os meios e as vias existentes podem provocar consequências econômicas e sociais, caso sejam tratadas com leviandade, ou seja, quando se busca responsabilizar aos outros, em vez de assumir a responsabilidade e fazer a diferença, utilizando-se cada modal de transporte de acordo com suas características e qualidades mais adequadas para determinados momentos. A logística de transportes está ligada a uma complexa rede de atividades presentes no território, isso pode determinar à dinâmica e integração interna e externa (FELIPE JUNIOR; SILVEIRA, 2007).

Por isso, obter uma maior eficiência nas práticas gerenciais de transportes e buscar a modernização das infraestruturas será essencial para que a articulação seja intensa e de fácil operacionalização, visando à redução dos custos com o transporte, conseguindo assim, assegurar maior segurança e maior mobilidade, diminuir as perdas e os danos nos produtos, garantir o tempo de entrega dos bens acordados com os consumidores, manter a qualidade no

armazenamento e no transbordo das cargas, gerenciar uma cooperação entre os modais de transportes (Intermodalidade), dentre outros.

Segundo Felipe Junior e Silveira (2007), a melhor maneira de entender como melhor prática a decisão de uso da Intermodalidade de transportes é tomar como base regiões que já a utilizam com bons resultados, como é o caso da Europa.

Os autores ainda afirmam que com a abertura das fronteiras e possuindo a disponibilidade de um sistema de transportes que utiliza tecnologias de ponta, pode ser oferecida aos europeus uma mobilidade social, material e imaterial de alta qualidade. Os produtos são escoados de maneira rápida e eficaz, partindo das unidades produtivas e indo até os centros onde se encontra a demanda, com a criação da União Europeia, podendo até romper as fronteiras nacionais. A União Europeia, por sua vez, vem contribuindo muito intensamente para a difusão do transporte intermodal, assim buscando a eliminação de entraves, sejam físicos, jurídicos, burocráticos ou técnicos, que venham a atrapalhar a fluidez do escoamento.

Felipe Junior e Silveira (2007) ainda afirmam que se faz necessário destacar que o Brasil se encontra muito aquém do modelo, que não é exclusividade da Europa, e que, com isso, acaba prejudicando o comércio e a economia nacional. Há outros estudos que corroboram que esse modelo é uma solução possível e imediata, sem a necessidade de maiores investimento.

Possuir uma capacidade de transportar pessoas ou produtos com rapidez e eficiência, a um custo mais baixo possível, é um dos princípios centrais da Logística de transportes da União Europeia, tratado como um aspecto essencial para a existência de uma economia com uma dinâmica contínua e para manter uma sociedade coesa. Assim, o setor de transportes é responsável, em grande parte, pela solidificação e pela integração da União Europeia, uma vez que emprega mão de obra em várias atividades, tais como: operação de terminais, logística organizacional, prestação de serviços, manutenção de equipamentos e meios de transporte, carregamento, descarregamento, movimentação de cargas, dentre outros (FELIPE JUNIOR; SILVEIRA, 2007).

Para Felipe Junior e Silveira (2007), é com a eliminação dos entraves ao comércio e a possibilidade de circulação entre os diferentes países que compõem o bloco que se pode incrementar o volume do transporte de baixo curso, o de médio curso e o de longo curso de produtos e passageiros. Tal fato acaba por ascender o volume transportado, uma vez que há a

entrada de vários países do leste europeu na União Europeia, trazendo um aumento significativo ao mercado consumidor dentro do bloco.

Os autores ainda enfatizam que países como a Alemanha, França e Holanda possuem uma rede de transportes bem otimizada, em que se destaca o modal ferroviário e o modal aquaviário, que asseguram grande fluidez na movimentação de cargas e pessoas. A bacia do Reno-Ruhr tornou-se a principal via de escoamento de produtos industriais e das matérias primas da Alemanha em direção, principalmente, ao Porto de Roterdã, na Holanda. O Ruhr é um rio da Alemanha com cerca de 220 km de comprimento. Isso demonstra a importância de se utilizar mais os rios navegáveis do país para o escoamento da produção.

Com a livre circulação de bens, pessoas, capitais e serviços dentro da União Europeia foi possível fomentar o sistema de comunicação e transportes entre os países-membros, havendo uma articulação e promovendo a integração, intensificando as atividades comerciais e os fluxos imateriais, tendo como destaque a informática e as telecomunicações. A Logística dos transportes em muitos países da Europa tem como principais meios o modal ferroviário e o modal aquaviário, utilizando a navegação de interior, através das hidrovias navegáveis, diferentemente do que acontece no Brasil, já que em nosso país se tem foco na estrutura de transportes baseada no modal rodoviário, fortalecido inicialmente a partir do governo de Juscelino Kubitschek (1956-1961) (FELIPE JUNIOR; SILVEIRA, 2007).

No Brasil a maior parte dos produtos industriais e agrícolas é escoada via rodovias, enquanto que em muitos países europeus estes são transportados, em sua maior parte, via ferrovia e hidrovia, como, por exemplo, o minério de ferro que é extraído do Vale do Reno-Ruhr. A União Europeia foca em grandes projetos de infraestruturas e logística de transportes, as chamadas “Redes Transeuropeias” (RTE) (FELIPE JUNIOR; SILVEIRA, 2007). É possível observar, no site Dom Cabral.com.br (2018), que o escoamento dos produtos industriais continua sendo feito até os dias de hoje via rodovias.

Os autores destacam que dentre os projetos da União Europeia, existem aqueles tratados de forma prioritária, são eles:

- Eliminação de pontos de estrangulamento nas principais vias fluviais da Europa, como os rios Reno, Ruhr e Danúbio;
- Regulamentação e maior fluidez do tráfego nos trechos de navegação do litoral sul da Europa (Mar Mediterrâneo);
- Constantes manutenção e modernização das principais linhas ferroviárias europeias; e

- Parcerias e investimentos público-privados na Intermodalidade.

A utilização do transporte rodoviário para certos tipos de cargas, como matérias-primas e grãos, em trechos de curta distância, e uma maior utilização do modal ferroviário e do modal aquaviário, seja de navegação de cabotagem ou navegação interior, para médias e longas distâncias, perfaz um cenário de readequação e reformulação do sistema de circulação e transportes no Brasil. Esse novo pensar é mais simples do que parece, uma vez que a Intermodalidade já é utilizada, quase que de forma obrigatória, pelas áreas de Petróleo e Gás e de Mineração, mostrando-se como um importante fator para o crescimento da economia nacional.

Conforme Felipe Junior e Silveira (2007), as alianças e a cooperação entre agentes públicos e privados, que já existem em muitos Estados do território nacional, promovem os investimentos que geram fluxos contínuos de serviços, a redução da burocracia, a criação de uma cultura intermodal e a conscientização em relação a menor degradação ambiental realizada pelo modal ferroviário e pelo modal aquaviário, em comparação ao modal rodoviário, tornando-se aspectos imprescindíveis para fomentar a articulação e a integração entre as regiões e dentro da região.

Muitos países europeus buscam diminuir o número de passageiros e de produtos movimentados através das rodovias, aumentando, assim, o fluxo de transportes via ferrovias, cursos fluviais e linhas aéreas. O modal rodoviário, por sua vez, fica responsável pelo transporte a curtas distâncias, onde é o único capaz de atender com a eficácia necessária.

Nos últimos 40 anos, a Europa e os Estados Unidos vêm realizando um grande esforço no sentido de integrar seus vários sistemas de transportes. Pode-se dizer que é através da Intermodalidade de transportes que se tem conseguido resultados muito significativos, em relação à redução dos custos de escoamento da produção.

Segundo Ribeiro e Bouzada (2017), a Intermodalidade de transportes,

É o sistema pelo qual as mercadorias são transportadas por dois ou mais modais, por diferentes operadores, que são responsáveis, cada qual pelo seu trecho de transporte. Seu uso tem sido alavancado pelo crescente uso de containers em detrimento de trailers e representa uma grande oportunidade de ganhos, pois possibilita o aproveitamento das melhores características de cada modal em cada “sub-trecho” do percurso. (RIBEIRO; BOUZADA, 2017, p. 39).

Os autores ainda diferem a intermodalidade da multimodalidade de transportes, afirmando que a intermodalidade exige um contrato para cada trecho transportado, tornando o

responsável pelo modal o responsável pela carga transportada naquele trecho (RIBEIRO; BOUZADA, 2017).

A Intermodalidade de Transportes é uma metodologia empregada, de certa forma, com obrigatoriedade, por empresas da área de petróleo, bem como tem sido vista como solução para empresas de mineração, como é o caso da empresa Vale do Rio Doce.

2.2.1 O Modal de Transporte e sua Utilização

Principalmente no comércio exterior, que em geral contempla maiores distâncias a serem percorridas e a participação de detalhes adicionais ao transporte interno, a escolha do modal de transporte a ser utilizado não deve ser baseada exclusivamente na comparação de um critério, como por exemplo, as tarifas de frete, mas sim em uma análise mais ampla, que considere as vantagens e desvantagens em vários critérios, que estão ligados a cada modalidade, como será demonstrado nesse estudo.

A escolha do modo a ser utilizado na distribuição internacional dos produtos é ponto essencial, por isso é de suma importância conhecer cada um deles detalhadamente para criação e desenvolvimento de uma logística de transportes adequada a cada necessidade específica.

Segundo Mendonça e Keedi (1997, p. 26), “[...] os tipos de modais utilizados são o rodoviário e o ferroviário, que formam o complexo terrestre; o marítimo, fluvial e lacustre, que formam o complexo Aquaviário, o Aéreo e o Dutoviário”. Essa composição de modais permite o escoamento da produção em todo o mundo; não apenas um deles, mas a utilização adequada de cada um.

Na tabela 2 é representada a comparação entre as características mais relevantes entre os modos de transportes. Essas características, neste estudo, serão tratadas como critérios. Dessa forma, darão uma visão das diferenças peculiares entre eles, que possibilitarão uma melhor escolha em relação a que modal de transporte utilizar e em que momento.

Com base nesta classificação, é possível verificar em que momento um determinado modal seria mais adequado para ser utilizado, aproveitando ao máximo suas vantagens, permitindo uma melhor escolha com a integração dos modais, através do uso de alternativas de Intermodalidade de transportes, como: rodoviário/ferroviário; rodoviário/hidroviário; rodoviário/ferroviário/ hidroviário. Os modais dutoviário e aeroviário não serão considerados

na composição das alternativas de intermodalidade, uma vez que não atendem ao transporte de grãos, especificamente.

Tabela 2: Comparação das principais características dos modais

	FERROVIÁRIO	RODOVIÁRIO	MARÍTIMO	DUTOVIÁRIO	AÉREO
Velocidade	3º.	2º.	4º.	5º.	1º.
Disponibilidade	2º.	1º.	4º.	5º.	3º.
Dependência	3º.	2º.	4º.	1º.	5º.
Capabilidade	2º.	3º.	1º.	5º.	4º.
Frequência	4º.	2º.	5º.	1º.	3º.
Custo fixo	4º.	1º.	2º.	5º.	3º.
Custo Variável	3º.	4º.	2º.	1º.	5º.
Share Brasil (98)	20%	63%	13%	4%	0,3%
Share EUA (98)	37%	26%	16%	20%	1%

Fonte: Ribeiro e Bouzada (2017, p. 37)

2.2.1.1 A Utilização do Modal Rodoviário

Transporte rodoviário é aquele efetuado por caminhões ou carretas e normalmente faz ligação entre os Estados e Municípios dentro dos países. Entre todos os modos, o rodoviário é o que deveria ser mais utilizado no transporte de mercadorias em viagens curtas e médias. No Brasil desde muito tempo é o mais utilizado para o transporte de cargas.

O modal rodoviário detinha o maior percentual do transporte de produtos no Brasil em 1993, cerca de 60%. Esta predominância não se justifica, pois trata-se de um modal de transporte muito caro para longa distância, pois o valor agregado do produto transportado não é compensatório (SCHROEDER; CASTRO, 1996). É possível observar que esse cenário não mudou, como corrobora a Fundação Dom Cabral (2018).

Em outra visão, Lang e Frederico (2009) afirmam que no ano de 2009, 55,8% de toda carga movimentada no País passava pelas estradas brasileiras, o que acaba sendo um contrassenso, uma vez que o Brasil possui dimensões continentais. Da mesma forma, o cenário não muda em 2018, como é possível observar em vários artigos citados nesta pesquisa.

Os autores ainda afirmam que a concentração do escoamento da carga no modal rodoviário vai de encontro à situação das rodovias brasileiras, que se encontram sem manutenção, não estando em condições de serem trafegadas. Essas condições são ocasionadas

por não serem apropriadas ao trânsito de veículos pesados com tanta frequência, como acontece.

No próximo tópico é abordado mais um dos modais que são utilizados no escoamento de produtos, com suas características e possibilidades, dependendo apenas de uma escolha concisa e focada no melhor para a empresa, que é reduzir custos sem impactar significativamente o nível de serviço.

Segundo Rodrigues (2011, p. 49), “[...] o transporte rodoviário é um dos mais simples dentre seus pares. Sua única exigência é existirem rodovias. Porém, esse modal apresenta um elevado consumo de combustível (tonelada de óleo diesel por quilômetro transportado)”.

O autor ainda afirma que existem estudos internacionais e que alguns deles são ratificados pela Associação Brasileira de Logística (ABL), que trazem comprovações matemáticas de que, ao se percorrer distâncias superiores a um raio de 500 km, o transporte rodoviário se torna inviável economicamente, diante de um alto custo de consumo energético.

Caixeta Filho e Martins (2001) afirmam que o modal rodoviário propicia uma vantagem competitiva quando a questão é oferecer um serviço porta a porta, diante de sua capilaridade, e uma vez que os demais modais estão limitados a instalações fixas de trilhos, hidrovias, dutovias e aerovias.

A ideia acima é ratificada por Rodrigues (2011, p. 49), quando afirma que “por sua elevada flexibilidade, este modal é indicado para a distribuição urbana, cujas transferências são de pequenas distâncias, além das inevitáveis conexões com os demais modais”.

Demaria (2004), afirma que

O transporte rodoviário é também o mais flexível e o mais ágil no acesso às cargas. Elas são transportadas em espaços reservados diretamente com os transportadores, o que pode ser feito juntamente com outras cargas ou isoladamente, quando a carga for suficiente para o espaço total do veículo. (DEMARIA, 2004, p. 39).

Para Demaria (2004), a simplicidade de funcionamento do modal rodoviário é o seu ponto forte, pois não apresenta qualquer dificuldade e está sempre disponível para embarques urgentes, tornando-o um modal mais flexível e com maior disponibilidade do que os demais modais.

A autora ainda diz que nesse tipo de transporte de cargas podem ser utilizados caminhões (veículos fixos), carretas (veículos articulados), trailers, plataformas (para transporte de *containers*), entre outros. Demaria (2004) destaca que as empresas que desejam

operar no transporte rodoviário internacional de cargas devem se filiar à Associação Brasileira de Transportadores Internacionais (ABTI).

A respeito das tarifas de frete, a autora afirma que

[...] são organizadas individualmente por cada empresa de transporte. A estrutura tarifária básica leva em conta a natureza da mercadoria, o custo do transporte, o peso (ou o volume) e a distância. O frete pode ser calculado por peso, volume ou por lotação de veículo, podendo ser adicionados uma taxa *ad valorem* para mercadorias de alto valor e o custo do seguro rodoviário obrigatório (DEMARIA, 2004, p. 40).

No quadro 1 são apresentadas algumas vantagens e desvantagens do modal rodoviário, conforme Rodrigues (2011).

Vantagens	Desvantagens
Maior disponibilidade de vias de acesso	Maior custo operacional
Possibilita o serviço fracionado porta a porta integrando regiões de difícil acesso	Menor capacidade de entrega
Embarques e partidas mais rápidos, favorecendo entregas rápidas a curtas distâncias	Provoca congestionamentos nas estradas
Favorece os embarques de pequenos lotes	Desgasta prematuramente a infraestrutura da malha rodoviária.
Facilidade de substituir o veículo em caso de quebra ou acidente	
Maior Rapidez da entrega	

Quadro 1: Vantagens e desvantagens no uso do modal rodoviário
Fonte: Adaptado de Rodrigues (2011)

Lang e Frederico (2009, p. 7) corroboram algumas vantagens, quando afirmam que “o modal rodoviário é o mais flexível e o mais adequado para curtas distâncias de distribuição e suprimento”.

Esse fato torna o modal rodoviário o mais importante na distribuição de produtos e escoamento da produção, desde que seja até, no máximo, 500 km de distância percorrida. Sendo o modal que deverá estar presente sempre na composição da Intermodalidade, podendo iniciar o percurso ou finalizá-lo ou, mesmo, ligar os outros modais participantes em determinadas regiões.

Quando a distância ultrapassa 500 km ou a quantidade a ser transportada for maior do que 40 toneladas, a entrega porta a porta se torna muito cara. Esse é o grande problema vivido no escoamento de grãos, como é o caso do arroz e da soja, para os quais são necessários verdadeiros “trens de caminhões”, devido à grande quantidade. Como é exposto ao longo desse estudo, passa ser necessário que se pense em modelos de transportes, como a Intermodalidade de transportes.

2.2.1.2 O Uso do Modal Ferroviário

Atualmente existe uma ferrovia brasileira em construção, considerada a maior obra dos últimos tempos. Então, é importante conhecer um pouco acerca da Ferrovia Norte Sul (FNS).

Segundo o site da VALEC (2018a), empresa responsável pela construção da FNS, a construção da ferrovia foi iniciada no ano de 1987, com um trecho inicial que previa uma extensão de, aproximadamente, 1.550 km, que iria de Açailândia (MA) até chegar a Anápolis (GO), cortando os Estados do Maranhão, Tocantins e Goiás. Dessa forma, o traçado original está construído e em operação.

De acordo com a VALEC (2018b), um dos trechos já em funcionamento é de, aproximadamente, 477 km, indo de Açailândia (MA) até Barcarena (PA), como mostra a figura 5.



Figura 5: Trecho de Açailândia (MA) até Barcarena (PA) da Ferrovia Norte Sul (FNS)
Fonte: VALEC, 2018a

Certamente esse trecho sozinho não resolveria o problema de transporte do Brasil, uma vez que, com essa distância, usar o modal rodoviário seria melhor. Porém, uma das grandes áreas de produção de grãos está em Goiás. Por isso, é interessante ver outros dois trechos já em funcionamento e que favorecem à tomada de decisão.

A figura 6 mostra outro trecho, que é o que vai de Palmas (TO) até Açailândia (MA). Este trecho, segundo a VALEC (2018c), possui 720 km de extensão e está em operação comercial pela subconcessionária Ferrovia Norte Sul S.A., criada pela Vale S.A., por exigência do edital n. 001/2006 de 03/10/2007. Atualmente, a subconcessionária é controlada pela empresa de Logística VLI, assumindo a responsabilidade pela conservação, manutenção,

monitoração, operação, melhoramentos e adequação desse segmento ferroviário. Apenas com esse trecho já seria viável o uso da ferrovia em vez da rodovia.



Figura 6: Trecho de Palmas (TO) até Açailândia (MA) da Ferrovia Norte Sul (FNS)
Fonte: VALEC, 2018b

O último trecho concluído é o que vai de Anápolis (GO) até Palmas (TO), conforme mostra a figura 7. Segundo a VALEC (2018d), o trecho possui 855 km de extensão, tendo sido concluído em 22 de maio de 2014. Foi gasto do investimento executado no PAC o valor de R\$ 4,6 bilhões. Esse trecho já está em operação pela VALEC, que afirma que

[...] desde a inauguração, promoveu o transporte de 18 locomotivas (fev/2015), 26 mil toneladas de farelo de soja (dez/2015), 13 mil toneladas de madeira triturada (dez/2016 a mar/2017), 8 mil ton.de minério de manganês (out/2017) e 62 barras de trilhos de 240 metros cada - aprox. 1000 ton. (dez/2017). (VALEC, 2018d).



Figura 7: Trecho de Anápolis (GO) até Palmas (TO) da Ferrovia Norte Sul (FNS)
Fonte: VALEC, 2018c

Outros trechos estão, ainda, em fase de construção, como é o caso do que parte de Ouro Verde de Goiás. Esta cidade está situada a, aproximadamente, 40 km ao norte de Anápolis. Trata-se de um trecho que atravessará boa parte do sudeste goiano, onde há uma das

principais regiões do agronegócio no país e, chegará à Estrela d'Oeste/SP, completando, assim, seus 684 km de extensão.

Segundo a VALEC (2018c), a Ferrovia Norte-Sul (FNS) é o eixo estruturador do Sistema Ferroviário Nacional, ao possibilitar o acesso a vários portos e corredores de exportação. Em Figueirópolis (TO), a FNS se conectará à Ferrovia de Integração Oeste Leste (FIOL), o que permitirá o acesso ao Porto Sul. Esse porto será construído nas proximidades de Ilhéus (BA).

A VALEC (2018c) ainda afirma que em Campinorte (GO) se interligará à Ferrovia de Integração do Centro Oeste (FICO), estabelecendo um canal com a maior região produtora de soja do país, no estado de Mato Grosso.

Em uma série, exibida pelo programa Fantástico, da Rede Globo de Televisão, chamada “Brasil quem paga é você”, levantou-se o caso da Ferrovia Norte-Sul (FNS), desde o início de sua construção. Em um trecho da reportagem é relatado que uma empresa de farelo de soja situada em Anápolis (GO), utiliza uma ferrovia antiga para o escoamento de sua produção para o porto do Espírito Santo. Esse programa passou em 2013, como vimos o trecho de Anápolis (GO) até Palmas (TO) foi entregue em 2014. De Anápolis (GO) até Palmas (TO), via rodoviária temos 787 km, como o representante da empresa diz ter um custo auto pela falta da Ferrovia Norte Sul, saindo de uma zona de conforto, poderíamos colocar em termos de custo total e nível de serviço para avaliarmos se a tomada de decisão não traria mais benefícios, mesmo utilizando o modal rodoviário por mais de 500 km, que é o indicado.

Quanto ao modal ferroviário, conforme Coeli (2004) a Rede Ferroviária Federal S.A. (RFFSA) foi criada em 1957, consolidando as 18 ferrovias regionais existentes, dando início a uma nova fase do modal ferroviário no Brasil.

Segundo Rodrigues (2011),

Apesar de ter um custo de implantação elevado, o transporte ferroviário apresenta custos operacionais mais baratos, além de grande eficiência energética, quando totalmente eletrificado. Contudo pressupõe a existência de trilhos, nem sempre sendo possível atingir até onde desejamos. Por suas características operacionais, só oferece vantagem quando há grande quantidade de carga a ser transportada a longas distâncias. (RODRIGUES, 2011, p. 58)

O autor ainda afirma que dever ser considerados como fatores determinantes para a escolha do modal ferroviário a distância e a densidade do tráfego e que é parâmetro internacional que seja destinado a ferrovia lotes de produtos que a distância de entrega exceda

os 500 km, podendo assim ser afirmado que é o modal mais indicado para grandes volumes de carga. Afirmado também que não é o mais rápido dentre os modais.

Para Gomes e Ribeiro (2004), o transporte ferroviário seria utilizado em deslocamento de grandes quantidades de produtos homogêneos para longas distâncias, sua carga principal era o minério de ferro, o minério de manganês, o carvão mineral, alguns derivados do petróleo e cereais em grão (como soja e milho), entre outros. Ou seja, desde a criação da RFFSA já se fazia uso deste modal para grandes quantidades de produtos para longas distâncias.

Esse modo de transporte não tem flexibilidade de percurso como tem o rodoviário, por ficar restrito a um único caminho, tornando-se menos ágil e menos vantajoso que o modal rodoviário em viagens curtas e médias. A participação do transporte ferroviário do Brasil com os países latino-americanos é ainda pequena, sendo a diferença de bitola um dos maiores problemas (DEMARIA, 2004).

A autora ainda afirma sobre o frete do modal que:

[...] tem base em dois fatores: quilometragem percorrida e peso da mercadoria. Assim, pode ser calculado pela multiplicação da tarifa por telada ou metro cúbico, sendo utilizado aquele que gerar maior receita. Pode também ser aplicada uma taxa de estadia do vagão, cobrada por dia. Não é comum incidirem taxas de armazenagem, manuseio ou qualquer outra, sendo admitida a cobrança de taxa administrativa pelo transbordo. (DEMARIA, 2004, p. 42).

Segundo Sousa *et al.* (2009), com a “privatização”, o modal ferroviário passou a participar com cerca de 25% de todo produto que é transportado no país, tendo investimentos importantes em busca de crescimento. Em alguns trechos, movimentando-se cargas com maior valor agregado e peso bruto mais baixo, entrando, enfim, até mesmo na concorrência com outros modais de transporte, sobretudo o rodoviário. O que não se consegue entender é a ideia atual de que somente produto de baixo valor agregado possa ser transportado por ferrovias.

Ainda de acordo com Sousa *et al.* (2009, p. 1), “Não existem dúvidas sobre a relevância do transporte ferroviário para o desenvolvimento do Brasil, porém algumas regras estabelecidas não favorecem a melhoria da eficiência operacional”. Os autores destacam a falta de integração entre as diversas concessionárias do serviço como uma das principais causas para reduzir o potencial de escolha a favor da ferrovia.

Sobre a privatização da América Latina Logística (ALL), temos que:

Privatizada em fevereiro de 1997, a ALL opera 6.534 km de trilhos e 384 km de linhas acessórias, anteriormente administrados pela SR-5 (Curitiba) e SR-6 (Porto Alegre) da RFFSA, em bitola métrica, ligando as regiões agrícolas do oeste gaúcho

aos portos de Rio Grande e Porto Alegre e, as do norte paranaense aos portos de Paranaguá e Antonina. Atende ao porto de São Francisco do Sul, ligando-o aos polos industriais catarinenses de Joinville e Jaraguá do Sul. Possui 333 locomotivas diesel-elétricas e um total de 10.532 vagões para diferentes finalidades. (RODRIGUES, 2011, p. 59).

O autor ainda afirma que a ALL expandiu seus negócios açambarcando 8.500 km de malha ferroviária na Argentina, integrando o Rio Grande do Sul a Buenos Aires. Dessa forma compondo, segundo o autor, o que poderíamos chamar de Ferrovia do Mercosul.

No quadro 2 são apresentadas algumas das vantagens e desvantagens de se utilizar o modal ferroviário por Rodrigues (2011).

Vantagens	Desvantagens
Capacidade de transportar grandes lotes de mercadoria	Tempo de viagem demorado
Terminais privados junto às unidades produtoras	Custo elevado quando há necessidade de transbordos
Fretes baixos crescentes, de acordo com o volume transportado	Depende da disponibilidade de material rodante
Baixo consumo energético	Baixa flexibilidade de rotas
Adaptação ferro-rodoviária Rodo-Trilho ou Road-Railler	Alta exposição a furtos
Provê estoques em trânsito	

Quadro 2: Vantagens e desvantagens no uso do modal ferroviário
Fonte: Adaptado de Rodrigues (2011)

No próximo tópico veremos outro dos modais que pode ser utilizado no escoamento de produtos, com suas características e possibilidades, que também depende de uma escolha concisa e focada no melhor para a empresa, que é reduzir custos sem impactar significativamente no nível de serviço.

2.2.1.3 O Uso do Modal Hidroviário

Transporte Hidroviário é a denominação moderna do setor em que estão inseridos os transportes marítimo, fluvial e lacustre.

No Brasil, o Departamento de Marinha Mercante do Ministério dos Transportes é o órgão governamental responsável pelo acompanhamento dessa modalidade, referente à distribuição de linhas e oferta de espaço, aos valores de frete praticados e ao funcionamento das empresas de navegação, editando a regulamentação necessária.

Conforme a Portaria nº 671, de 15 de dezembro de 1994, a navegação pode ser enquadrada numa das seguintes formas:

- a) Cabotagem: navegação realizada entre portos ou pontos do território brasileiro, utilizando a via marítima ou as vias navegáveis interiores;
- b) Navegação interior: realizada em hidrovias interiores, em percurso nacional ou internacional; e
- c) Navegação de longo curso: realizada entre portos brasileiros e estrangeiros.

2.2.1.3.1 Transporte Marítimo

O transporte marítimo é aquele que é realizado no mar ou em oceanos, por diversos tipos de embarcações, quanto mais longe da costa maior deverá ser a embarcação. Quanto ao transporte marítimo podemos nos respaldar, quando Mendonça e Keedi (1997) afirmam que:

O transporte marítimo é aquele realizado por navios a motor, de grande porte, nos mares e oceanos. O meio de transporte mais utilizado no momento para movimentação no comércio internacional é o marítimo. Os navios cargueiros apresentam-se em várias formas: os convencionais, de carga geral, os de carga frigorífica, graneleiros, navios-tanque, *roll-on roll-off*, porta-containers, entre outros, para adaptação dos mais variados tipos de carga. (MENDONÇA; KEEDI, 1997, p. 27).

A respeito da movimentação das mercadorias Demaria (2004) afirma que:

A estiva das mercadorias geralmente acontece na empresa exportadora ou no terminal de carga marítimo, que é o local especializado no armazenamento, na unitização de cargas e movimentação de cargas para embarques e desembarques e localizado fora das áreas portuárias, sendo também utilizado pelos armadores para armazenamento de *containers* vazios a serem entregues aos embarcadores. (DEMARIA, 2004, p. 35).

A autora continua afirmando que é importante analisar os custos do transporte marítimo, que normalmente são influenciados por características como peso e volume cúbico da carga, fragilidade, embalagem, valor, distância entre os portos de embarque e desembarque e localização dos portos. De modo geral, a tarifa de frete é denominada frete básico (valor cobrado segundo o peso ou cubagem da mercadoria, prevalecendo sempre o que gerar maior receita ao armador). Entretanto, outras cobranças costumam ser aplicadas, como *Ad Valorem*, Adicional de Porto, Sobretaxas de congestionamento (*Port Congestion Surcharge*), entre outras.

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2009), um plano de infraestrutura em logística de transporte foi estabelecido para baratear o custo da produção agrícola. Para tanto, estão sendo implantados planos que permitam a diversificação nos

transportes desse tipo de produção, como o projeto porto sem papel, eliminação do AFRMM sobre a importação de insumos agropecuários e a isenção da incidência do PIS e COFINS para o combustível utilizado no abastecimento das embarcações.

Não há como discorrer sobre esse modal sem ressaltar a figura do armador, que é pessoa jurídica estabelecida e registrada com a finalidade de realizar transporte marítimo local ou internacional através de operação de navios em determinadas rotas e que se oferece para transportar cargas de todos os tipos de um porto a outro.

O armador não precisa necessariamente ser o proprietário de todos os navios que está operando, pois pode utilizar navios fretados de terceiros para compor sua frota. Responsável pela carga que está transportando, responde juridicamente por todos os problemas sobre ela a partir do momento que a recebe para embarque, devendo fornecer ao embarcador um Conhecimento de Embarque (*Bill of Lading* (B/L)), que é o contrato de transporte, normalmente emitido e assinado pelo agente marítimo em nome e por conta do armador.

Agência Marítima é a empresa que representa o armador em determinado país, estado ou porto, fazendo ligação entre o armador e o comerciante/exportador/ importador. Não é comum o contato do comerciante com o armador diretamente, visto que essa função pertence ao agente marítimo.

O serviço contratado se encarregará da emissão do conhecimento de transporte, que é o documento que comprova o embarque e possui os dados relativos à carga transportada. Cada companhia de navegação pode ter seu modelo de conhecimento de embarque, a ser preenchido com os dados necessários.

A estiva das mercadorias geralmente acontece na empresa exportadora ou no terminal de carga marítimo, que é o local especializado no armazenamento, na unitização de cargas e movimentação de cargas para embarques e desembarques e localizado fora das áreas portuárias, sendo também utilizado pelos armadores para armazenamento de *containers* vazios a serem entregues aos embarcadores.

Dependendo do local de estiva, no modo marítimo são reconhecidas as seguintes contratações para transporte: *House to House* (a mercadoria é colocada no container nas instalações do exportador e separada no pátio do consignatário), *Pier to Pier* (apenas entre dois terminais marítimos) e *Pier to House* ou *House to Pier*.

Ponto importante a ser visto são os custos do transporte marítimo, que são influenciados por características, peso e volume cúbico da carga, fragilidade, embalagem, valor, distância entre os portos de embarque e desembarque e localização dos portos. Em

geral, a tarifa de frete é denominada frete básico (valor cobrado segundo o peso ou cubagem da mercadoria, prevalecendo sempre o que gerar maior receita ao armador). Entretanto, outras cobranças costumam ser aplicadas. São descritas abaixo as mais frequentes:

- Ad Valorem (percentual que incide sobre o valor no local de embarque da mercadoria): aplicado normalmente quando esse valor corresponder a mais de US 1,000.00 por tonelada.
- Sobretaxa de combustível (*Bunker Surcharge*): percentual aplicado sobre o frete básico destinado a cobrir custos com combustível.
- Taxa para volumes pesados (*Heavy Lift Charge*): atribuída às cargas cujos volumes individuais são excessivamente pesados e necessitam de condições especiais na estivagem.
- Taxa para volumes de grandes dimensões (*Extra Length Charge*): aplicada geralmente às mercadorias com comprimento superior a 12 metros.
- Adicional de Porto: taxa cobrada quando a mercadoria tem como origem ou destino algum porto secundário ou fora da rota.
- Sobretaxa de congestionamento (*Port Congestion Surcharge*): incide sobre o frete básico para portos onde existe a demora para atracação dos navios.

Deve-se citar a ocorrência do Adicional de Frete para Renovação da Marinha Mercante (AFRMM), que consiste na aplicação de um percentual de 25% sobre o frete para a navegação de longo curso, cobrado do consignatário da carga pela empresa de navegação, que o recolhe posteriormente. Passa a ser devido no porto brasileiro de descarga e na data da operação (início efetivo da operação de descarregamento), ou seja, não é cobrado na exportação, somente na importação.

2.2.1.3.2 Transporte Fluvial

No Brasil o transporte por rios navegáveis ou transporte fluvial, ainda é muito insipiente, diante da nossa necessidade por soluções de menor custo. Algumas empresas estão vendo como uma alternativa. É possível perceber sua importância, quando Demaria (2004) diz que:

O transporte realizado em rios tem utilização muito pequena no Brasil, se considerado o potencial de suas bacias hidrográficas. Este é um assunto que tem sido bastante visado, pois há possibilidades de significativas reduções de custo de transporte em relação aos modais rodoviário e ferroviário, graças ao interesse que vem despertando no transporte de produtos agrícolas, especialmente no que diz respeito à região Centro-Oeste. (DEMARIA, 2004, p. 37).

A autora ainda afirma que,

A maior parte das mercadorias transportadas por esse meio são as *commodities*; entretanto, na Bacia Amazônica, também ocorre o transporte de mercadorias manufaturadas juntamente com a madeira; aí o transporte se realiza de forma internacional, ligando diversos portos brasileiros no Amazonas, Pará, Amapá, Roraima a portos no Peru e Colômbia. (DEMARIA, 2004, p. 37-38).

Demaria (2004) prevê que em um futuro próximo esse modal deverá ter grande importância para o transporte de *containers*, principalmente na rota do MERCOSUL. Sustenta sua opinião com base no caso dos EUA, onde “[...] o transporte em barcaças é realizado por via fluvial para entrega no interior do país, principalmente no sul pelo rio Mississipi, sendo parte da produção de soja transportada por esse meio” (DEMARIA, 2004, p. 38).

Já Mendonça e Keedi (1997, p. 91), garantem que “nesse tipo de transporte os equipamentos utilizados são as balsas, chatas e pequenos barcos, bem como navios de médio porte”.

Demaria (2004, p. 38) diz que “[...] a principal sistemática do cálculo de frete é baseada na tonelada por quilômetro, ou seja, a tonelagem transportada em relação à distância da viagem, podendo também o frete ser cobrado por unidade, no caso de transporte de *containers*”. E diz que os custos dos fretes no modal fluvial (hidroviário) são inferiores aos dos demais modais e aos do que pertencem também ao hidroviário, quando comparados o mesmo tipo de mercadoria e o percurso. Isso torna o transporte fluvial uma opção interessante, principalmente no mercado brasileiro.

2.2.1.3.3 Transporte Lacustre

Segundo o site todamateria.com.br, o Transporte Lacustre é um dos meios de transporte hidroviário, que ocorre através das vias de água. É realizado pelo transporte denominado de “Cabotagem”, ou seja, não apresenta um curso longo, sendo esse transporte geralmente efetivado, em lagos e lagunas dentro de um determinado país.

Ainda no site é possível ver que, da mesma forma que os outros tipos de transporte hidroviários, o transporte lacustre é feito por embarcações, que podem ser barcos, balsas,

dentre outros. O termo “lacustre” deriva do latim (lacus) e significa “lago”, indicando que esse transporte é realizado apenas neles. Geralmente inclui o transporte de pessoas e cargas intercidades, embora seja um meio de transporte limitado, levando em consideração a quantidade de lagos navegáveis no mundo, pode ser uma boa solução para viagens curtas, demonstrado na figura 8.



Figura 8: Transporte Lacustre no Lago Dal, Caxemira, Índia
Fonte: Site Toda Matéria, 2018

De acordo com Mendonça e Keedi (1997, p.91), “[...] este modo tem as mesmas características do fluvial, porém consiste no transporte em lagos, podendo ser considerado incipiente. As suas rotas são determinadas por vias adequadas, providas pela própria natureza e estabelecidas pelo homem”.

Para Demaria (2004, p. 38), “[...] a princípio todo o lago é navegável, porém a navegação comercial vai depender de suas características – tamanho, profundidade, localização e viabilidade econômica. Normalmente o lago é utilizado para o transporte de mercadorias nas regiões circunvizinhas”.

Segundo Mendonça e Keedi (1997, p.91), existem lagos em que há transporte de cargas, tanto no Brasil como no exterior, são eles:

- Os Grandes Lagos, na fronteira entre os Estados Unidos e o Canadá;
- No Brasil, a Lagoa Mirim, que liga o Brasil ao Uruguai, e a Lagoa dos Patos, ligando Rio Grande a Porto Alegre e
- Na Bolívia, o Lago Titicaca, que liga a Bolívia ao Peru.

As embarcações são as mesmas utilizadas na navegação fluvial, e o sistema de frete também, ou seja, tem como base a tonelada/quilômetro da viagem, podendo ser por unidade, no caso de transporte de *containers* (DEMARIA, 2004, p. 38).

Quanto ao modal hidroviário, Ballou (2008) afirma que são diversas as razões para termos uma abrangência limitada para o serviço. Temos hidrovias domésticas que estão confinadas a um sistema hidroviário interior, que exigem, portanto, que o destinatário final esteja localizado em suas margens ou utilize outro modal de transporte. Que é o que acontece com países de dimensões continentais e que deveria acontecer no Brasil, que possui dimensões continentais.

Conforme Rodrigues (2011, p. 77), “O Brasil é um dos países mais ricos do mundo em recursos hídricos naturais. As diferentes bacias hidrográficas que cortam o território nacional são também vias navegáveis interiores que servem para escoar mercadorias entre as diferentes regiões produtoras e consumidoras”. O autor ainda afirma que existem ligações ou enlaces com portos que promovem o transporte marítimo internacional.

Podemos encontrar em Rodrigues (2011) que estão como principais portos fluviais, os do sistema rio Araguaia-rio das Mortes, que é composto por Luiz Alves (GO), Agua Boa (MT), São Félix do Araguaia (MT), Conceição do Araguaia (PA), Santa Terezinha (MT) e Couto Magalhães (TO) e os do rio Tocantins, considerado o principal eixo da hidrovia: Peixe (TO), Pedro Afonso (TO), Miracema (TO), Porto Franco (MA), Xambioá (TO), Marabá (PA) e Tucuruí (PA). Somente com uma maior utilização desses, o escoamento de grãos já teriam um enorme ganho.

Para Gomes e Ribeiro (2004, p. 91), “[...] o serviço hidroviário ainda é mais lento que o ferroviário”, ratificando, assim, a necessidade de integração entres os modais, conforme coloca Ballou (2008). Porém a necessidade do uso de outros modais vai além do modal ser mais lento e sim por uma questão geográfica, onde as entregas devem ir onde não possuímos nem portos nem terminais rodoviários.

Os autores ainda afirmam que o transporte hidroviário ainda pode ser realizado no formato de longo curso e de cabotagem; em relação a essa última modalidade, existe um número significativo de portos marítimos na costa brasileira, além de alguns fluviais, favorecendo, o seu uso.

Rodrigues (2001, p. 91), diz que “cabotagem é o termo que define o transporte marítimo ao longo da costa brasileira, Rio Grande a Manaus”. O autor ainda afirma que

podemos nomear como grande cabotagem o tráfego marítimo que vai às Guianas e à Venezuela ou a Argentina e Uruguai.

Segundo Araújo (2014), a navegação por cabotagem para o transporte de carga, representa 9,6% da matriz brasileira, significando bem menos do que movimenta a União Europeia, que chega aos 37% e os transportados pela China que chegam a 48%.

Alguns problemas de infraestrutura como lastro para embarcações pequenas e equipamentos de transbordo, aos poucos estão sendo resolvidos, através das obras de revitalização dos portos, como nos casos de Antonina e Paranaguá, conforme afirma o superintendente da Administração dos Portos de Antonina e Paranaguá (REQUIÃO, 2006).

No quadro 3 são apresentadas algumas das vantagens e desvantagens de se utilizar o modal hidroviário por Rodrigues (2011).

Vantagens	Desvantagens
Elevada capacidade de transportes, através de rebocadores e empurradores	Baixa Velocidade
Fretes mais baratos do que os modais rodoviário e ferroviário	Capacidade de transporte variável em função do nível das águas
Custos variáveis bem mais baixos	Rotas fixas
Disponibilidade ilimitada	Necessidade de elevados investimentos de regularização de alguns trechos de rios
Faculta o uso da multimodalidade	Limitação de ordem jurídica no Brasil: dos 45.000 km de rios navegáveis, somente 28.000 km são utilizados

Quadro 3: Vantagens e desvantagens no uso do modal hidroviário
Fonte: Adaptado de Rodrigues (2011)

2.2.1.4 Modo Aéreo

Para o site todamateria.com.br (2015), o Transporte Aéreo é a modalidade de transporte que é realizada pelo ar, através de veículos como os aviões, helicópteros, balões, dirigíveis, teleféricos, dentre outros. É um tipo de transporte utilizado para transportar cargas e pessoas, sendo considerado um dos transportes mais seguros. Tendo seu uso intensificado após a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), e atualmente é um dos transportes mais utilizados no mundo.

Embora tenhamos como exemplo a empresa FEDEX, que transporta todo tipo de produto para qualquer lugar do mundo, podemos ver que o modal aéreo tem sua viabilidade para transportes em termos de urgência ou para transporte de itens com um alto valor unitário.

Por ser um modal com tempo de entrega mínimo, possui um mercado específico (GOMES; RIBEIRO, 2004).

Já para Demaria (2004, p. 42) “o transporte aéreo é uma atividade que envolve, com facilidade, vários países pela velocidade do meio utilizado”.

A autora ainda afirma que

O frete aéreo é obtido pela multiplicação do peso transportado pela tarifa. Porém, para determinação do peso de uma mercadoria embalada, deve ser levado em conta o “fator estiva”, o qual define se a cobrança do frete ocorre sobre o peso ou sobre o volume, prevalecendo o maior número apurado.

O órgão que acompanha os serviços prestados pelos transportadores aéreos e seus respectivos agentes é o Departamento de Aviação Civil (DAC), do Comando da Aeronáutica.

O frete aéreo é obtido pela multiplicação do peso transportado pela tarifa. Porém, para determinação do peso de uma mercadoria embalada, deve ser levado em conta o “fator estiva”, o qual define se a cobrança do frete ocorre sobre o peso ou sobre o volume, prevalecendo o maior número apurado.

As tarifas que se baseiam em rotas, tráfegos e custos inerentes são estabelecidos no âmbito da IATA pelas empresas aéreas, para serem cobradas uniformemente, conforme as classificações a seguir:

- Tarifa Geral de Carga (*General Cargo Rates*):
 - Normal: aplicada aos transportes de até 45 Kg.
 - Quantidade: para pesos superiores a 45 Kg.
- Tarifa Classificada (*Class Rates*): percentual adicional ou deduzido da tarifa geral, conforme o caso, quando do transporte de mercadorias específicas (produtos perigosos, restos mortais e urnas, animais vivos, jornais e periódicos, entre outros).
- Tarifas Específicas de Carga (*Specific Commodity Rates*): tarifas reduzidas aplicáveis a determinadas mercadorias entre dois pontos determinados (transporte regular), para um peso mínimo por embarque (*break point*) definido por mercadoria.
- Tarifas ULD (*Unit Load Device*): transporte de unidade domicílio a domicílio, aplicável a cargas unitizadas, em que o carregamento e o descarregamento das unidades ficam por conta de remetente e destinatário (prevista a cobrança de *demurrage* ou taxa de sobre estadia por dia ou fração até que a preparação ou liberação da unidade de carga esteja concluída).

2.2.1.5 O Modal Dutoviário

O transporte dutoviário é aquele que se utiliza de dutos para o transporte das mercadorias. Pelas próprias condições físicas do meio, os principais produtos que se utilizam desse modo são os derivados de petróleo, refinados de grãos (óleo), gases e álcool, em sua maioria. Sendo assim, por sua própria natureza esse modo ainda é pouco utilizado pelo Operador de Transporte Multimodal (OTM).

Ballou (2008, p. 130) diz que “o transporte dutoviário oferece um rol muito limitado de serviços e capacidade (...). O petróleo bruto e seus derivados são os principais produtos que têm movimentação economicamente viável por dutos”.

Essa ideia é ratificada por Demaria (2004), quando a autora afirma que:

O transporte dutoviário é aquele que se utiliza de dutos para o transporte das mercadorias. Pelas próprias condições físicas do meio, os principais produtos que se utilizam desse modal são os derivados de petróleo, refinados de grãos (óleo), gases e álcool, em sua maioria. Sendo assim, por sua própria natureza, esse modal ainda é pouco utilizado em transportes envolvendo outros modais (DEMARIA, 2004, p. 43).

A autora ainda diz ser bastante lenta a movimentação por dutos. Porém, o transporte opera 24 horas por dia e sete dias por semana, sendo este um diferencial extremamente importante. Com relação ao tempo de trânsito, é este o modal mais confiável de todos, pois a existência de interrupções é insignificante para causar variabilidade no tempo de entrega.

A autora continua afirmando que:

Danos e perdas de produtos em dutos são baixos, pois líquidos e gases não estão sujeitos a danos no mesmo grau que produtos manufaturados, e a quantidade de perigos que podem ocorrer na operação por dutos são limitados. Há responsabilidade legal por danos ou perdas, uma vez que dutos têm o mesmo status que transportadores regulares, mesmo que muitos deles sejam de operação própria (DEMARIA, 2004, p. 44).

2.2.2 A Intermodalidade de Transportes

Neste momento estará sendo apresentada a ferramenta em estudo para redução dos custos logísticos, a Intermodalidade de transportes. Necessariamente passando pelas diferenças entre um Operador Logístico e um Operador de Transporte Multimodal (OTM). O que não se pretende confundir com esta metodologia, é o de vê-la como mais um modismo de mercado, como já é feito com a logística em geral. Aqui se pretende apresentar sua funcionalidade e importância na redução de custos.

2.2.2.1 O Operador Logístico

É importante esclarecer os conceitos sobre operadores logísticos antes de aprofundar-se no tema OTM, pois os próprios autores da área têm ideias diversas sobre o assunto: baseado nesta afirmação, qual a real diferença entre OTM é o operador logístico?

Historicamente, o advento que iniciou o pensamento para a evolução do que hoje entendemos por Operador Logístico deu-se no final da década de 70 e na década de 80, nos Estados Unidos. A partir desta época os serviços de transporte começaram a ser desregulamentados, aumentando a competitividade e facilitando o crescimento dessa área.

Influenciados pela evolução americana, os europeus gradativamente substituíram as regulamentações nacionais por uma regulamentação Europeia. Estas muito mais flexíveis, pois com a criação da União Europeia, em que as barreiras alfandegárias seriam suprimidas, a não adaptação levaria a uma diminuição da qualidade, eficiência e capacidade do setor de transportes dentro da Europa (DETONI, 2002).

A evolução tecnológica e as novas abordagens na indústria, como o Just in Time, a reengenharia, o kaizen, entre outras, ocorreram nesse mesmo período, estendendo-se até o início dos anos 90. Essas mudanças no setor industrial também influenciaram de maneira muito significativa os sistemas de distribuição, que procuraram buscar pela maximização, através da redução dos custos, os resultados.

As consequências citadas por Novaes (2001, p. 240) são um aumento no número de transportadoras, a redução de taxas de frete e a oferta de serviços inovadores. Ainda segundo o autor:

[...] as exigências dos embarcadores com maior poder de negociação perante um setor altamente competitivo, passaram a ser mais severas, exigindo melhores níveis de serviço, a preços mais baixos. Os transportadores rodoviários tiveram, assim, suas margens de lucros reduzidas, não obstante o aumento de produtividade do setor. Buscando a sobrevivência e melhores nichos de mercado, começaram a oferecer uma gama mais ampla de serviços. Consequentemente, as empresas de transporte rodoviário ampliaram seus negócios, aumentando a rentabilidade e dando origem a uma grande parte dos operadores logísticos de hoje.

A partir destes adventos, o Operador Logístico ganhou um espaço importante dentro dos serviços logísticos. Procurando ser um diferencial nas negociações das cargas bem como na eficiência da prestação do serviço.

Segundo Lambert et al. (1998, p.783), “nos anos 80 ocorreu a instalação do primeiro Operador Logístico no Brasil, a Brasildock’s-Pirelli, até então totalmente desconhecido pelas empresas brasileiras, e em 1988 foi criada a Associação Brasileira de Logística (ASLOG)”.

Com isso surgem outros Operadores Logísticos, intensificando assim a terceirização dos transportes dos produtos nas empresas. A empresa agora procura investir nos processos que agregam valor para ela, deixando para os especialistas em transporte a missão de escoar sua produção.

A indústria de prestação de serviços logísticos constitui uma indústria em pleno crescimento também no Brasil. Embora as mudanças sejam mais recentes do que aquelas ocorridas nos EUA e Europa, a intensidade do processo de terceirização das atividades logísticas no Brasil foi acelerada por diversos fatores, com destaque para a entrada das prestadoras de serviços internacionais no Brasil (DETONI, 2002, p.53).

A chegada das prestadoras de serviços internacionais foi uma evolução no setor, pois as empresas nacionais tiveram de se adaptar a uma forma diferenciada daquela que vinha sendo apresentada aos clientes nacionais até então. Novas tecnologias e novas perspectivas tiveram de ser introduzidas nas empresas, para que desta buscassem se ganhar o mercado de forma qualitativamente competitiva.

Podemos considerar como Operador Logístico, o operador de serviços logísticos com competência reconhecida em atividades logísticas. Ele deverá conseguir desempenhar funções que englobem todo o processo logístico, referente ao atendimento da empresa e de seus clientes (NOVAES, 2001).

Para ser considerado como Operador Logístico é preciso mais do que agregar a palavra logística ao nome da empresa, como muitas o fazem. É necessária a consciência de aprimoramento nas técnicas e metodologias existentes nesta prestação de serviço.

Vieira (2003) coloca que os operadores logísticos não devem se encarregar apenas da distribuição física, mas também serem responsáveis pelas demais atividades logísticas. Desta forma, deixando de serem meros transportadores de carga.

2.2.2.2 O Operador de Transporte Multimodal (OTM)

A função de Operador de Transporte Multimodal (OTM) deve ser ocupada por um Operador Logístico, sendo que suas atividades estarão ligadas diretamente a contratação de

modais de transportes, quantos forem necessários, sendo que para ser considerado como transporte multimodal, deve ser dois no mínimo.

Dois pontos importantes são citados por Novaes (2002), quando demonstra a importância do grau de sofisticação e o avanço nas empresas prestadoras de serviços e que devem oferecer os serviços de maneira coordenada e integrada.

Muitas empresas já não querem operadores que apenas movimentem sua carga de um ponto a outro do globo. Querem também ser informadas com precisão sobre horários de embarque, prazos de entrega e que o operador tenha capacidade de resolver problemas específicos na medida de suas necessidades. Ou seja, querem um parceiro com quem dividir o risco empresarial e com quem trabalhar para ampliar sua participação nos mercados sejam internos ou externos.

No próximo tópico poderemos entender a evolução do cenário doméstico e seu impacto na tomada de decisão atualmente utilizada pelas empresas no Brasil.

2.2.3 Cenário Doméstico

No cenário doméstico, daremos uma ênfase às navegações e ao agronegócio. Uma vez que o principal objetivo do estudo é mostrar a Intermodalidade nos transportes utilizando a navegação de cabotagem, hoje ainda muito pouco explorada no Brasil e o escoamento dos grãos ainda realizado com altos custos por utilizar o modelo de Unimodalidade de transportes com o modal rodoviário.

2.2.3.1 O Brasil e a Navegação

Historicamente, segundo Alban (2002), em 1888 foi outorgada a primeira concessão portuária a investidores privados, no caso o Porto de Santos. Em abril de 1966, foi formalizado através do Decreto-Lei nº 5 o conceito de terminal privativo, permitindo a embarcadores ou terceiros construir ou explorar instalações portuárias, desde que a exploração se fizesse para uso próprio. A Lei de 6.222 de julho de 1975 criou a Portobrás, empresa pública vinculada ao Ministério dos Transportes criada para controlar todo o sistema portuário.

O autor ainda afirma que o modelo de substituição de importações por uma estrutura produtiva plena, modelo voltado para o mercado interno e a crise deflagrada no fim dos anos 70 sucatearam totalmente o sistema portuário nacional. Aproximadamente 80% da carga nacional destinada à exportação formada essencialmente de granéis sólidos (minério de ferro) e de granéis líquidos, transitava pelos terminais privados. Tudo o mais, ou seja, a carga geral, que inclui os bens finais de maior valor agregado, é quase toda movimentada através dos grandes, caros e ineficientes portos estatais.

Em contrapartida, no resto do mundo, foram exatamente os portos de carga geral que em função do advento dos Contêineres, viveram nas últimas décadas uma intensa revolução tecnológica.

Assim, podemos afirmar que o processo de privatização portuário brasileiro iniciou-se dentro de um cenário onde nossos portos públicos estavam dramaticamente atingidos pelas mudanças no comércio internacional. Eram basicamente três os aspectos dessas mudanças:

- Grande alteração no padrão tecnológico de transporte e manuseio de carga, com a maciça containerização no segmento carga geral;
- Aumento do porte dos navios que operam no transporte de carga geral;
- Mudanças na forma de se focar o porto, que passa a ser também um local onde são instaladas unidades de negócio.

Estas transformações mostraram, entre outros aspectos, a necessidade de realizar grandes investimentos em equipamentos especializados e na infraestrutura dos portos nacionais, de alterar a estrutura tarifária bastante rígida e a fragilidade na competição entre os portos, de racionalizar o uso de mão de obra e de incentivar uma maior capacitação do operador portuário.

Assim, segundo Alban (2002), o processo de privatização dos portos que teve por marco fundamental a lei 8.630/93, dentre suas principais mudanças, rompeu com o dispositivo III Seminário de Logística e de constitucional de monopólio estatal na construção e exploração dos portos, além de estabelecer as diretrizes para a ruptura das estruturas corporativas conquistadas no setor.

Segundo fontes do próprio setor portuário, já foram investidos aproximadamente US\$ 400 milhões em terminais de Contêineres já privatizados. A produtividade nos portos privatizados já aumentou entre 90% e 300%. Os preços dos serviços portuários já reduziram entre 20% e 70%. A navegação de cabotagem, antes inviável, hoje está viabilizada econômica e operacionalmente.

Segundo informações da TRANSPETRO, é utilizado em torno de um terço da capacidade oferecida na cabotagem. Deixando assim uma boa expectativa para futuro com a possibilidade da intermodalidade.

Hoje são óbvios os avanços trazidos pela modernização provocada pelo processo de privatização. Segundo o Jornal A Tribuna.com.br (2016) o Terminal de Contêineres (Tecon), administrado pela empresa portuária, Santos Brasil, ampliou em 15,5% suas operações. “No terceiro trimestre deste ano, a instalação, localizada na Margem Esquerda do complexo marítimo, em Guarujá, escoou 251.998 cofres e garantiu uma fatia que corresponde a 39,5% da movimentação do cais santista” (A TRIBUNA.COM.BR, 2016).

Atualmente no Brasil existem projetos em praticamente todos os grandes portos brasileiros, um exemplo significativo foi a mudança ocorrida no porto do Rio de Janeiro, hoje chamado de porto maravilha, que permite um transporte de produtos containerizados em maior escala. Outro exemplo é o projeto do Porto do Itaquí, em São Luiz do Maranhão, com previsão de operação exponencialmente aumentada com contêineres, diante da ampliação dos berços e de sua capacidade operacional.

A Aliança Navegação apresentou no evento *Intermodal South America 2005* indicadores que atestam os importantes resultados já auferidos pelo processo de privatização portuário, como demonstra a figura 9. Uma estimativa de 97,5% na redução dos tempos de atracação de navios de Contêineres, um aumento de 178% na produtividade de movimentação de Contêineres.



Figura 9 – Indicadores antes X depois da privatização
Fonte: Aliança – *Intermodal South America*, 2005

Baseado nas informações apresentadas pode-se acreditar que a utilização da navegação cabotagem atualmente é viável. Tornando-se assim um dos modos que podem ser utilizados

na intermodalidade de transportes com a intenção de baixar os custos logísticos. Em seguida iremos conhecer um pouco mais sobre o agronegócio no Brasil e as atividades de transportes existentes.

2.2.3.2 O Agronegócio no Brasil

O agronegócio é conceituado através da ideia de cadeia produtiva, com seus elos, departamentos com interesse direto, entrelaçados e mantendo a interdependência. Pode-se afirmar que a agricultura moderna extrapolou os limites físicos da propriedade. Isso faz com que dependa, cada vez mais, de insumos, como: fertilizantes, sementes, dentre outros, que são adquiridos fora da fazenda, e sua decisão do que deverá ser produzida, a quantidade e como está fortemente relacionada à necessidade do mercado consumidor. Com a existência de diferentes agentes no processo produtivo, inclusive o agricultor, se mantém em uma permanente negociação de quantidades e preços para que seja viável a produção (BACHA, 2000).

Com relação ao agronegócio brasileiro iremos perceber algumas particularidades. Os consumidores de produtos alimentícios, fibras e bioenergia são tradicionalmente menos sensíveis a este tipo de ligações com as marcas dos produtos, esse processo de estabelecimento de identidade é feito dentro de parâmetros particulares, mesmo assim, novas demandas têm transformado esse quadro (NETO e NASCENTE, 2005).

Embora os autores estejam corretos de certa forma, surge no século XXI, um novo tipo de consumidor brasileiro, aquele que se preocupa com o meio ambiente, aquele que além de um preço mais justo, também quer a qualidade mínima necessária. Dessa forma, para se conseguir atender a essas novas exigências, não podemos negligenciar, como é feito desde muito tempo, os desperdícios geradores de custos que podem ser evitados, o tempo de mudança tem que acontecer e o momento é agora.

Aspectos que até então eram pouco discutidos e pouco valorizados, como a procedência: produtos de regiões específicas como queijos, vinhos, entre outros, como o modo de produção: cultivos orgânicos, bem estar animal entre outros fatores, como a rastreabilidade e segurança de alimentos que têm hoje uma relevância ainda não vista anteriormente. Fatos do passado como a ocorrência do mal da vaca louca, os surtos de salmonelas dentre outras doenças relacionadas ao consumo de alimentos, bem como os fatores

ligados à questão ambiental, acabaram impulsionando esta tendência de comportamento (NETO e NASCENTE, 2005).

Atualmente e há algum tempo podemos dizer que a economia do Brasil tem sido impulsionada pelo agronegócio, infelizmente a administração de seu escoamento não tem tido tanto êxito, o que faz com que a negociação da produção não atinja todo o sucesso que pode, havendo perdas ao transportar a carga ou por não conseguir cumprir os prazos. Sempre há sombra de um discurso que, embora seja uma realidade, de tanto que não se faz nada está se tornando mais uma desculpa para aqueles que não conseguem fazer melhor.

Podemos corroborar as informações acima quando encontramos que o agronegócio brasileiro é um dos maiores produtores de grãos do mundo graças aos excelentes fatores de produção do país. A estimativa do décimo primeiro levantamento da safra brasileira de grãos, retirado da CONAB (2016), é que a área plantada alcance 58,2 milhões de hectares no ano de 2016. Totalizando 0,6% de aumento, o que equivale a 0,3474 milhões de hectares, comparado à safra passada, que teve 57,9 milhões de hectares.

De acordo com Dalmás (2008 apud Ribeiro, 2014), é possível constatar que 67% das cargas agrícolas são transportadas por modal rodoviário. Segundo dados de 2005 da Confederação Nacional de Agricultura (CNA), o prejuízo com o derrame de grãos nas estradas do Brasil durante o transporte rodoviário chega a R\$ 2,7 bilhões a cada safra. Com parte dessa quantidade perdida, poderíamos gerar uma receita que pagaria todo o investimento necessário e o restante se tornaria lucro para que pudéssemos melhorar ainda mais a produção.

Pesquisas realizadas pelo IBGE mostram que o Brasil desperdiça 10% da sua produção de grãos, trazendo muito prejuízo financeiramente. Sempre lembrando que a soja é importantíssima na economia. “Essa perda pode ser zero, pois o Brasil perde pela infraestrutura” (ENEGEP 2013). O desperdício chegou a 19.360.000 toneladas na safra de 2014, que foi estimada em aproximadamente 193.600.000 toneladas” G1.globo.com (2014).

Com esse estudo ter-se-á a possibilidade da melhor escolha do modal a ser utilizado conforme a necessidade de cada região. Cabe olhar atentamente o que é preciso e montar o plano de ação que solucione a necessidade de forma efetiva. Por exemplo, se houver a necessidade de velocidade na entrega, e os custos forem compensados, ou seja, um produto de alto valor agregado, o ideal é se utilizar do modo aéreo.

Caso sua necessidade seja a disponibilidade, ou seja, precisa-se de um modal a disposição ou, com baixo custo fixo, o ideal seria o rodoviário, porém, deve-se levar em

consideração a relação custos variáveis, uma vez que esse modal torna-se inviável para viagens acima de 500 km.

Para se utilizar o modo de dutos, teremos produtos muito específicos, como é o caso das indústrias de Petróleo e Gás, esse se torna melhor devido a sua independência, frequência e custos variáveis, porém esse modal é recomendado para produtos com determinada especificidade.

Em se tratando da capacidade, ou seja, capacidade, o modal hidroviário é o mais indicado, desde que tenhamos tempo para planejar o tempo de entrega, já que é um modal mais lento, sendo necessário que o planejamento seja eficaz para que não caia o nível de serviços a ponto de inviabilizá-lo. Desta forma, quando a quantidade a ser transportada for muito grande, e houver a possibilidade de planejamento do tempo para a entrega, o ideal seria o uso do modal hidroviário.

Tirando como base essa classificação e que, não existe unanimidade para o uso de um único modal, poder-se-á perceber a necessidade de se pensar em um modelo de transporte que permita o uso das melhores características de cada modal, tirando vantagem competitiva, como a Intermodalidade de transportes, não permitindo que a falta de uma infraestrutura mais adequada possa causar um impacto ainda mais prejudicial à economia brasileira.

A figura 10 apresenta a movimentação anual de cargas e de passageiros retirado do boletim estatístico da CNT em 2018, fazendo referência ao ano de 2017. Nele é possível perceber que nos dias atuais, o modo rodoviário detém o maior percentual do transporte de produtos no Brasil, estando em 61,1% no ano de 2017.

Este modal de transporte é muito caro para transporte de longa distância, pois a capacidade de produto transportado não é compensatória, embora se acredite que muitas vezes é necessária, muitos são os estudos que comprovam que somente em curta distância esse transporte pode compensar financeiramente, tanto para as empresas, quanto para os caminhoneiros.

Segundo o boletim estatístico da CNT de outubro de 2017, dos 485.625 milhões de TKU de produtos transportados pelo modo rodoviário, 422.398 milhões de TKU é transportado por autônomos, isso equivale a 86,98% do transporte realizado. A vantagem que poderíamos obter com o uso adequado do modo rodoviário, iria além dos custos, podemos citar a conservação mais eficiente das estradas, pelo seu uso mais adequado.

MOVIMENTAÇÃO ANUAL - CARGAS E PASSAGEIROS				
Matriz do Transporte de Cargas			Autônomos	
Modal	Milhões (TKU)	Participação (%)	Modal	Rodoviário
Rodoviário	485.625	61,1	Autônomos	422.398
Ferroviário	164.809	20,7		
Aquaviário	108.000	13,6		
Dutoviário	33.300	4,2		
Aéreo	3.169	0,4		
Total	794.903	100,0		

Figura 10 – Movimentação anual – Cargas e Passageiros

Fonte: CNT.ORG.BR, 2018

Embora as estradas rodoviárias brasileiras não se apresentem em boa conservação, é este o modo mais utilizado no Brasil, talvez por ser o de mais fácil acesso, disponibilidade, ou talvez pela falta de interesse de alguns em mudar o cenário do transporte brasileiro. O que acontece é que desta forma o Brasil está andando na contramão dos países de grande dimensão, pois estes países se utilizam com maior frequência do modo ferroviário, como podemos ver na figura 11 o exemplo dos Estados Unidos.



	2012 		2012 	
	% TKU	US\$ / Mil TKU	% TKU	US\$ / Mil TKU
Rodoviário	67%	US\$ 133	31%	US\$ 310
Ferroviário	18%	US\$ 22	37%	US\$ 29
Aquaviário	11%	US\$ 30	10%	US\$ 10
Dutoviário	3%	US\$ 25	21%	US\$ 9
Aéreo	0,04%	US\$ 1.060	0,3%	US\$ 1.107

Figura 11 – Matriz de transportes de carga de Brasil e Estados Unidos e os respectivos custos por modal

Fonte: ILOS.COM.BR, 2018

2.4 Brainstorming

O grau de inovação do uso de modelos de transportes para o escoamento de uma produção é um fator importante. Nesse sentido, o processo de geração desses modelos pode ser realizado pela construção de uma atmosfera que estimule a geração de novas ideias (HIDALGO; ALBORS, 2008).

A utilização dos Métodos, Técnicas e Ferramentas para a construção de modelos, ou seja, inovação, são fundamentais para aumentar a competitividade da organização (HIDALGO; ALBORS, 2008). Dessa forma, pode-se iniciar esse processo obtendo-se

informações através de contatos informais dos usuários, informações de clientes e de funcionários.

Essas informações podem ser aprofundadas por meio do Método chamado brainstorming (HOLT, 1988). Nesse sentido, o brainstorming surge para propor soluções para as deficiências identificadas (COOPER; EDGETT, 2008).

Além disso, esse Método tornou-se um meio amplamente utilizado para a geração de ideias em muitas organizações pelo mundo (DUGOSH et al., 2000; NIJSTAD; STROEBE; LODEWIJIX, 2003; KAVADIAS; SOMMER, 2007; PAULUS; BROWN, 2007; COSKUN; YILMAZ, 2009; HESLIN, 2009).

O brainstorming teve seu desenvolvimento formal em 1957 por Osborn, o qual argumentou que este Método aumenta a qualidade e a quantidade das ideias geradas pelos membros do grupo (PAULUS; DZINDOLET, 1993; FURNHAM; YAZDANPANAHI, 1995).

Segundo Kohn; Paulus; Choi (2011), a geração de ideias pode ser considerada como uma parte crítica do processo de inovação. Muitas organizações consideram o brainstorming como um Método particularmente eficaz para a geração de um grande número de ideias criativas e significativas. (RIETZSCHEL; NIJSTAD; STROEBE, 2006).

Nesse sentido, este Método serve de estímulo à criatividade, ou seja, possibilitando o compartilhamento verbal de ideias sem que haja críticas ao longo do seu processo de geração (KING; SCHLICKSUPP, 2002).

É importante ressaltar que os grupos são parte importante nas organizações e, entender o que pode dificultar ou facilitar a criatividade e a inovação do grupo é de crucial importância (NIJSTAD; DE DREU, 2002).

2.5 Tomada de Decisão Multicritério

Essa parte do estudo está fundamentada nos estudos de Krohling e Campanharo (2009), “Fuzzy Topsis para tomada de decisão multicritério: uma aplicação para o caso de acidentes com derramamento de óleo no mar”.

2.5.1 O Método Topsis

É uma técnica para avaliar o desempenho das alternativas através da similaridade com a solução ideal, veremos a seguir seu comportamento através de seu conceito e suas aplicações.

A matriz de decisão A composta por alternativas e critérios é descrita por:

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$$

onde A_1, A_2, \dots, A_m são alternativas consideradas viáveis, C_1, C_2, \dots, C_n são os critérios, x_{ij} indicará o desempenho que uma alternativa A_{ij} assumiu, segundo o critério C_j . O vetor de peso W é composto pelos seus pesos individuais w_j ($j = 1 \dots n$) para cada critério C_j satisfaz $w_j = 1$. Como alternativas teremos quatro modelos de transportes, que serão classificados em oito critérios usados na avaliação e comparação entre as alternativas de modelos. Esses dados que irão compor a matriz A possuem origens de fontes da pesquisa anterior, por isso deverá ser normalizada, transformando-a numa matriz adimensional, sendo assim possível a comparação entre os critérios existentes. Neste estudo, a matriz A é normalizada para cada critério C_j através de $p_{ij} = x_{ij}/\text{MAX } x_i$, com $j = 1, \dots, n$ e x_i representa o máximo valor de x_i para cada critério C_i .

Desta maneira, uma matriz de decisão normalizada A_n irá representar o desempenho relativo das alternativas e poderão ser descritas por $A_n = (p_{ij})_{m \times n}$, com $i = 1, \dots, m$, e $j = 1, \dots, n$.

Para o cálculo dos pesos utilizados em cada critério, será aplicado um método objetivo baseado na entropia (Shannon, 1947), também utilizada na pesquisa de Krohling e Campanharo (2009). A entropia descreve a quantidade de informação existente na matriz de decisão. A entropia será calculada para cada critério de acordo com a seguinte expressão:

$$\text{---} \tag{1}$$

O grau de diversidade das informações contidas em cada critério é calculado de acordo com:

$$\tag{2}$$

Assim, o peso para cada critério pelo método da entropia é calculado por:

$$\text{---} \tag{3}$$

O algoritmo utilizado para calcular a melhor alternativa segundo a técnica TOPSIS (Huang, 2008), utilizado por Krohling e Campanharo (2009).

Passo 1: O cálculo das soluções ideais positivas A^+ e das soluções ideais negativas A^- da seguinte forma:

$$A^+ = (p_1^+, p_2^+, \dots, p_m^+) \tag{4}$$

$$A^- = (p_1^-, p_2^-, \dots, p_m^-) \tag{5}$$

onde

$$p_j^+ = (\max_i p_{ij}, j \in J_1, \min_i p_{ij}, j \in J_2)$$

$$p_j^- = (\min_i p_{ij}, j \in J_1, \max_i p_{ij}, j \in J_2)$$

Onde J_1 e J_2 representam respectivamente as soluções ideais (positivas e negativas).

Passo 2: O cálculo das distâncias Euclidianas entre A_i e A^+ , soluções ideais positivas e entre A_i e A^- , soluções ideais negativas da seguinte forma:

$$\tag{6}$$

$$\tag{7}$$

e

Passo 3: O cálculo da proximidade relativa ξ_i para cada alternativa A_i em relação à solução ideal positiva A^+ conforme:

$$\text{---} \tag{8}$$

Passo 4: A classificação de acordo com a proximidade relativa (ranking). As melhores alternativas serão aquelas que têm o maior valor de ξ_i e que devem ser escolhidas, pois estão mais próximas da solução ideal positiva.

A utilização da técnica *Fuzzy Topsis* foi realizada conforme será descrito na seção a seguir.

2.5.2 O Método *Fuzzy Topsis*

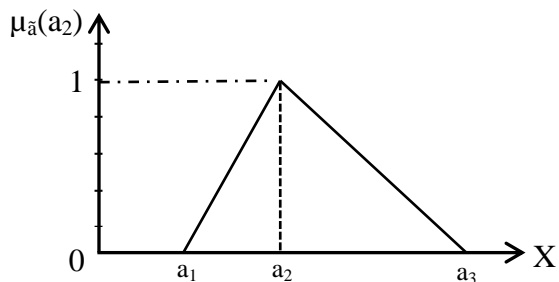
O uso de valores numéricos no processo de avaliação de alternativas pode trazer problemas, isso devido ao fato de que modelos matemáticos são baseados em valores numéricos que podem apresentar limitações para tratar de incertezas que sejam subjetivas. Conseqüentemente, o método *Fuzzy Topsis* e suas extensões foram desenvolvidos para resolver problemas de tomada de decisão com incerteza nos dados. Em aplicações práticas, a forma triangular da função de pertinência é utilizado com mais frequência para representar os números *fuzzy*. Os modelos que usam números *fuzzy* triangulares tem se mostrado muito mais eficazes para formular problemas de tomada de decisão, onde as informações disponíveis advêm de dados incertos. Algumas definições básicas importantes de conjuntos *fuzzy* e números *fuzzy* serão descritas com base nos trabalhos de Dagdeviren, et al. (2008) e Wang & Lee (2009), utilizado por Krohling e Campanharo (2009) em sua pesquisa.

Definição 1: Um conjunto nebuloso \tilde{A} em um universo de discurso X é caracterizado por uma função de pertinência $\mu_{\tilde{A}}(x)$ que associa cada elemento x em X um número real no intervalo $[0; 1]$. O valor numérico $\mu_{\tilde{A}}(x)$ é denominado o grau de pertinência de x em \tilde{A} .

Definição 2: Um número *fuzzy* \tilde{a} pode ser definido por uma tripla $\tilde{a} = (a_1, a_2, a_3)$ como mostrado abaixo. A função de pertinência é definida por:



onde a_2 representa o valor para o qual $\mu_{\tilde{a}}(a_2) = 1$, e a_1 e a_3 são respectivamente os valores dos extremos mais a esquerda e mais a direita do número *fuzzy* \tilde{a} com valor de pertinência $\mu_{\tilde{a}}(a_1) = \mu_{\tilde{a}}(a_3) = 0$



Seja dois números *fuzzy* com função de pertinência triangular $\tilde{a} = (a_1, a_2, a_3)$ e então, as regras para operar com estes números *fuzzy* são definidas da seguinte forma:

$$K_{\tilde{a}} = k(a_1, a_2, a_3) = (ka_1, ka_2, ka_3).$$

Definição 3: seja $\tilde{a} = (a_1, a_2, a_3)$ e dois números *fuzzy* com função de pertinência triangular. A distância entre eles pode ser calculada por:

$$-$$
(9)

A matriz de decisão composta por alternativas e critérios é descrita por:

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$$

Onde A_1, A_2, A_m , são alternativas viáveis, C_1, C_2, C_n , são critérios, x_{ij} é um número *fuzzy* que indica o desempenho da alternativa A_{ij} segundo o critério C_j . O método *fuzzy* Topsis (Dagdeviren, et al., 2008; Wang & Lee, 2009) será descrito a seguir em passos:

Passo 1: O cálculo das soluções ideais positivas A^+ e das soluções ideais negativas A^- da seguinte forma:

(10)

(11)

onde

(12)

(13)

onde J_1 e J_2 representam respectivamente os critérios custo e benefício .

Passo 2: O cálculo das distâncias (considerando que a avaliação das alternativas são descritos por números *fuzzy* com função de pertinência triangular) entre A_i e A^+ e entre A_i e A^- da seguinte forma:

(14)

(15)

onde

Com número *fuzzy* descrito por:

e

Passo 3: O cálculo da proximidade relativa ξ_i para cada alternativa A_i em relação à solução ideal positiva A^+ conforme:

$$\text{—————} \quad (16)$$

Passo 4: A classificação de acordo com a proximidade relativa (*ranking*). As melhores alternativas serão aquelas que têm o maior valor de ξ_i e que devem ser escolhidas, pois estão mais próximas da solução ideal positiva.

A seguir será descrito o estudo de caso para o escoamento do arroz do vale do Jacuí (RS) até a Praia do Forno (RJ), os dados desse caso foram atualizados para compor os cenários para formação da matriz de decisão com as alternativas e os critérios.

CAPÍTULO 3: ESTUDO DE CASO

O trecho de análise abordado na presente pesquisa é o utilizado pela cooperativa Coriscal, para o escoamento da produção de arroz de seus cooperados. Este objeto é no mínimo importante para demonstrar a necessidade de se realizar cada vez mais estudos que possam juntar forças a outros na busca por um custo mais aceitável, podendo, assim, maximizar os lucros dos produtores, sem precisar fazer com que os custos afetem a economia brasileira e a sociedade precise pagar mais pelos produtos derivados dos grãos em geral, aqui representados pelo arroz.

Outros motivos que devem ser levados em consideração são a representatividade e a acessibilidade dos dados do objeto de estudo. No que tange à representatividade, a cooperativa que é objeto de estudo, Coriscal, tem crescido a cada ano em relação à quantidade a ser escoada da produção de arroz.

Para que a utilização de uma das alternativas da Intermodalidade de transportes possa ser considerada, as condições exigem que seja transportado/escoado uma grande quantidade de produtos e por um razoável percurso, acima de 500 km pelo menos, o que foi conseguido neste momento.

Estando situada em Cachoeira do Sul (RS), a Cooperativa Coriscal possui como visão "ser a melhor opção de negócio para o produtor da região central do estado" e como missão "atuar no Agronegócio Cooperativo, com profissionalismo e competitividade visando à satisfação das pessoas, com preservação da Natureza". O seu negócio é o "Agronegócio de Alimentos" com o propósito da "satisfação das pessoas e desenvolvimento regional".

Com o aumento exponencial das safras do agronegócio, podemos perceber a grande importância em realizar estudos e colocar em prática ações que permitam a redução dos custos, cada vez mais ligados a melhores escolhas com relação ao modelo de transporte utilizado.

As alternativas de modelos usados nesse estudo são a Unimodalidade de transporte com a utilização do modal rodoviário e três composições para Intermodalidade de transportes: rodoviário/ferroviário, rodoviário/hidroviário e rodoviário/ferroviário/hidroviário. A comparação envolve as quatro alternativas e terá como critérios aplicados a cada uma delas, os custos variáveis, os benefícios, a velocidade, a disponibilidade, a dependência, a frequência e a capilaridade.

Os dados são aplicados ao escoamento da produção de arroz dentro do corredor Vale do Jacuí (RS) até a Praia do Forno – Região dos Lagos (RJ).

O trecho escolhido possui 1922 km, não é o maior passível de estudo, porém é de comprimento suficiente para atender aos objetivos deste estudo de comparar as alternativas de modelos com o melhor custo/benefício.

No próximo capítulo, está descrito o passo a passo utilizado para coletar e aplicar os dados, com a utilização de ferramentas como o método *Brainstorming*, a técnica *Fuzzy* e o método *Fuzzy Topsis*.

CAPÍTULO 4: METODOLOGIA DA PESQUISA

4.1 Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada da seguinte maneira:

Primeiramente escolheram-se os especialistas. O grupo de especialistas foi formado por seis especialistas, sendo um líder ou mediador e cinco membros, onde o mediador é o autor desta pesquisa e apresenta em seu currículo trinta e três anos de experiência de mercado, dentre eles dez anos de chão de fábrica, acumulando vivência em áreas como indústria de material de precisão, mercado de atacado e de varejo, vinte e três anos dedicados ao magistério na formação técnica, ao magistério na formação superior na área de Logística e em consultorias em vários seguimentos logísticos.

Dentre os cinco membros participantes: um Doutor em Engenharia de Produção, com estudos na área de transporte e suprimentos; um Diretor de Logística de uma empresa de comércio e assessoria internacional, que atua efetivamente na área de transporte; uma Doutora que trabalha com lógica *Fuzzy* em estudos científicos para o mercado logístico; um Mestre que utiliza a lógica *Fuzzy* na sua dissertação gerando pesquisas na área de logística e um Mestre na área de transporte pelo Instituto Militar de Engenharia (IME).

Seguidamente realizou-se o *Brainstorming* com o objetivo de identificar os critérios de custos e benefícios a serem considerados no processo de tomada de decisão. Na fase inicial, as opções de características para a escolha dos critérios são apresentadas aos membros participantes, conforme tabela 3.

Tabela 3: Alternativas de Características para a Seleção dos Critérios

Características para a definição dos critérios								
Custo Variável	Custo Fixo	Velocidade	Disponibilidade	Dependência	Capabilidade	Frequência	Share Brasil	Share EUA

Fonte: Elaborado pelo próprio

Ressalta-se que houve o questionamento sobre se utilizar o “Custo Fixo”, o “Share Brasil” e o “Share EUA”, sugerindo que fossem retiradas já que não teriam uma contribuição significativa para o estudo, uma vez que a ideia não envolveria a construção de nenhuma infraestrutura, no caso do custo fixo e nem a comparação do *share* entre os países Brasil e EUA. Foi sugerido ainda a inclusão das características “Benefícios” e “Capilaridade” para compor os critérios, sendo apresentadas as devidas importâncias de cada uma.

Por consenso, os membros escolheram como critério de custo (toda variável que se busca minimizar durante o processo de escolha da melhor alternativa), a frequência, o custo variável e a dependência e, como critério de benefício (toda variável que se busca maximizar durante o processo de escolha da melhor alternativa), a velocidade, o benefício, a disponibilidade, a capabilidade e a capilaridade. Conforme tabela 4.

Tabela 4: Critérios de Custo e de Benefício

Definição dos critérios de custos e dos critérios de benefícios					
Benefícios	Benefício	Velocidade	Disponibilidade	Capabilidade	Capilaridade
Custos	Custo Variável	Dependência	Frequência		

Fonte: Elaborado pelo próprio

A tabela 5 apresenta a descrição de cada critério de custo e de cada critério de benefício.

Tabela 5: Critérios de Custo e de Benefício com suas Descrições

Tipo de Critério	Critério	Descrição
Benefícios	Benefício	Representa o quanto é benéfico à participação do modal em cada alternativa.
	Velocidade	Representa a quilometragem por tempo percorrido que cada modal de transporte alcança quando em atividade.
	Disponibilidade	Representa o quanto está disponível cada modal de transporte para o uso.
	Capabilidade	Representa a capacidade em toneladas que cada modal possui.
	Capilaridade	Representa o quanto o modal pode alcançar em termos de origem/destino.
Custos	Custo Variável	Representa o valor monetário por quilômetro/tonelada que é pago pela utilização de cada modal
	Dependência	Representa o quanto o modal depende de outro para alcançar o destino.
	Frequência	Representa a participação do modal em cada alternativa.

Fonte: Elaborado pelo próprio

A continuação definiram-se as alternativas de modelos de transportes a serem comparadas: a Unimodalidade através do uso do modal rodoviário (Alternativa 1 no modelo), uma vez que resulta ser o modelo utilizado atualmente no escoamento do arroz no corredor em estudo nesta pesquisa e na Intermodalidade, consideraram-se três alternativas: rodoviário/ferroviário (Alternativa 2 no modelo), rodoviário/hidroviário (Alternativa 3 no modelo) e rodoviário/ferroviário/hidroviário (Alternativa 4 no modelo).

Tabela 6: Alternativas com cada Modal Participante

Alternativa 1	Rodoviário
Alternativa 2	Rodoviário
	Ferroviário
Alternativa 3	Rodoviário
	Hidroviário
Alternativa 4	Rodoviário
	Ferroviário
	Hidroviário

Fonte: Elaborado pelo próprio

Através do consenso entre os especialistas determinou-se a necessidade do uso do modal rodoviário nas três alternativas, por ser o único com capilaridade para entrega porta a porta, possibilitando chegar ou sair dos outros modais envolvidos.

Em seguida foram apresentados os termos linguísticos a serem utilizados pelos especialistas para avaliar o grau de atendimento a cada critério pelos modais, conforme tabela 7.

Tabela 7: Termos Linguísticos

Definição dos termos linguísticos
Muito Baixo
Baixo
Médio
Alto
Muito Alto

Fonte: Elaborado pelo próprio

Em continuidade foram atribuídos os números *Fuzzy* triangulares a cada termo linguístico: “*Muito Baixo*”, “*Baixo*”, “*Médio*”, “*Alto*”, “*Muito Alto*”, conforme tabela 8.

Tabela 8: Termos Linguísticos com seus Valores *Fuzzy* Triangulares Atribuídos

Termos Linguísticos	Números <i>Fuzzy</i> triangulares		
Muito Baixo	0	0,10	0,25
Baixo	0,10	0,25	0,50
Médio	0,25	0,50	0,75
Alto	0,50	0,75	1,00
Muito Alto	0,75	1,00	1,00

Fonte: Elaborado pelo próprio

Como resultado do *Brainstorming* chegou-se a um consenso de avaliações o qual aparece representado na tabela 9.

Tabela 9: Critérios dos Modais com seus Termos Linguísticos de Acordo com a Composição das Alternativas

Alternativas vs. Critérios com os termos linguísticos atribuídos								
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6	C 7	C 8
	Custo Variável	Benefício	Velocidade	Disponibilidade	Dependência	Capabilidade	Frequência	Capilaridade
A 1	Muito Baixo	Muito Baixo	Alto	Muito Alto	Baixo	Baixo	Alto	Muito Alto
A 2	Baixo/Médio	Muito Baixo/Muito Alto	Alto/Médio	Muito Alto/Alto	Baixo/Alto	Baixo/Alto	Alto/Baixo	Muito Alto/Alto
A 3	Baixo/Alto	Muito Baixo/Alto	Alto/Baixo	Muito Alto/Baixo	Médio/Baixo	Baixo/Muito Alto	Alto/Muito Baixo	Muito Alto/Médio
A 4	Alto/Médio / Muito Alto	Muito Alto/Muito Alto/Muito Alto	Alto/Médio/Baixo	Muito Alto/Alto/Médio	Médio/Médio/Alto	Baixo/Alto/Muito Alto	Alto/Baixo/Muito Baixo	Muito Alto/Médio/Médio

Fonte: Elaborado pelo próprio

O termo linguístico “Muito Alto” foi atribuído ao critério “Custo Variável” da Alternativa 4 para o trecho do modal rodoviário, uma vez que este trecho tem menos de 500 km, tornando um custo adequado a utilização do modal, assim como, na alternativa 1 foi atribuído o termo linguístico “Muito Baixo” pelo trecho ser muito maior do que os 500 km indicados como o mais adequado, conforme revisão de literatura. Da mesma forma acontecendo com o critério “Benefício”, já que o uso do modal rodoviário para um percurso com mais de 500 km não é benéfico, sendo atribuído a esse critério da alternativa 1, o termo linguístico “Muito Baixo” e para a alternativa 4, para o trecho do modal rodoviário, foi atribuído o termo linguístico “Muito Alto”, uma vez que nesta alternativa o percurso do modal é inferior a 500 km.

Segundo o consenso dos especialistas, o custo variável da alternativa 1 (modelo Unimodalidade – rodoviário) tem como avaliação o termo “*Muito baixo*”, enquanto a capabilidade da alternativa 3 (modelo Intermodalidade – rodoviário + hidroviário) é avaliada com os termos “*Baixo/Muito Alto*”. Neste caso, o custo variável do modal rodoviário tem como avaliação o termo “*Baixo*”, pois é muito alto para percursos acima de 500 km, ou seja, é muito caro transportar pelo modal rodoviário por percurso superior ao apresentado.

Ainda em consenso, os especialistas garantem que o termo “*Baixo/Muito Alto*”, aplicado a capabilidade da alternativa 3, significa que a participação do modal rodoviário no critério capabilidade é “*Baixo*”, diante de sua capacidade de carga e a participação do modal

hidroviário é “*Muito Alto*”, já que a capacidade de carga deste modal é bem alta, como é corroborado na revisão de literatura.

Os números *Fuzzy* triangulares são representados graficamente com sua distribuição como segue: o termo linguístico “*Muito Baixo*” inicia em “0”, alcançando seu maior ponto no valor “0,10”, finalizando sua triangulação em “0,25”. Assim acontece com cada termo linguístico em sua triangulação, conforme figura 12.

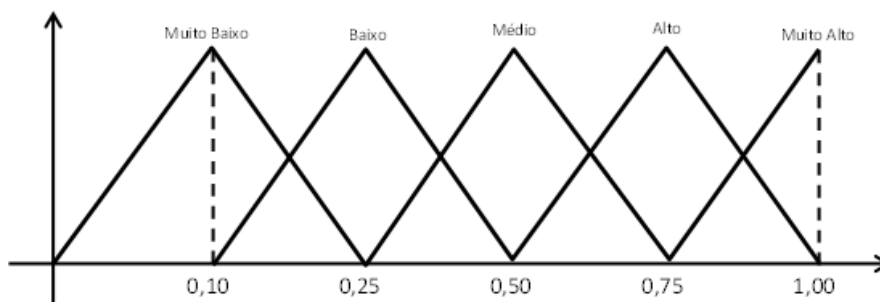


Figura 12: Gráfico representando os Termos Linguísticos e seus valores *Fuzzy* triangulares atribuídos
Fonte: Elaborado pelo próprio

O valor “1,0”; atribuído ao termo linguístico “*Muito Alto*”, significa que o critério que está sendo avaliado numa determinada alternativa de modelo de transporte atinge o maior valor. Assim como, o valor “0,10”, atribuído ao termo linguístico “*Muito Baixo*”, significa que o critério que está sendo avaliado numa determinada alternativa de modelo de transporte atinge o menor valor.

4.2 Resultados e Discussões Aplicados com a Ferramenta *Fuzzy*-Topsis

O objetivo desta etapa é demonstrar como foi realizado o tratamento dos dados e sua aplicação no método *Fuzzy*-Topsis com os escores numéricos representativos do desempenho de cada alternativa, em relação ao conjunto de critérios avaliados.

4.2.1 Tratamento de Dados

Inicialmente foram definidos os percentuais de participação de cada modal no percurso em estudo para cada alternativa dos modelos de transporte, esses dados são definidos e apresentados nas tabelas 10, 11, 12 e 13.

A tabela 10 apresenta a participação do modal rodoviário na alternativa 1, como esse modal é o único a fazer parte dessa alternativa, sua participação é de 100% do percurso.

Tabela 10: Participação do modal rodoviário no percurso de 1922 Km

Alternativa 1		Percurso (km)		% Participação
	Rodoviário	1922	km	100%
	Total Percurso	1922	km	100%

Fonte: Elaborado pelo próprio

A tabela 11 apresenta a participação do modal rodoviário e do modal ferroviário na alternativa 2, a primeira das três alternativas do modelo de intermodalidade: o modal rodoviário participa de 1.172 km dos 1.922 totais do percurso, o qual representa 60,98% e o modal ferroviário participa de 750 km dos 1.922 totais do percurso, o qual representa 39,02%, totalizando os 100%.

Tabela 11: Participação do modal rodoviário e do modal ferroviário no percurso de 1922 Km

Alternativa 2		Percurso (km)		% Participação
	Rodoviário	1172	km	60,98
	Ferrovário	750	Km	39,02
	Total Percurso	1922	km	100%

Fonte: Elaborado pelo próprio

A tabela 12 apresenta a participação do modal rodoviário e do modal hidroviário na alternativa 3, a segunda das três alternativas do modelo de intermodalidade: o modal rodoviário participa de 1.032 km dos 1.922 totais do percurso, o qual representa 53,69% e o modal hidroviário participa de 890 km dos 1.922 totais do percurso, o qual representa 46,31%, totalizando os 100%.

Tabela 12: Participação do modal rodoviário e do modal hidroviário no percurso de 1922 Km

Alternativa 3		Percurso		% Participação
	Rodoviário	1032	km	53,69%
	Hidroviário	890	Km	46,31%
	Total Percurso	1922	km	100%

Fonte: Elaborado pelo próprio

A tabela 13 apresenta a participação do modal rodoviário, do modal ferroviário e do modal hidroviário na alternativa 4, terceira e última das três alternativas do modelo de intermodalidade: o modal rodoviário participa de 282 km dos 1.922 totais do percurso, o qual

representa 14,67%, o modal ferroviário participa de 750 km dos 1.922 totais do percurso, o qual representa 39,02% e o modal hidroviário participa de 890 km dos 1.922 totais do percurso, o qual representa 46,31%, totalizando os 100%.

Tabela 13: Participação do modal rodoviário, do modal ferroviário e do modal hidroviário no percurso de 1922 Km

		Percurso		% Participação
Alternativa 4	Rodoviário	282	km	14,67%
	Ferrovário	750	km	39,02%
	Hidroviário	890	Km	46,31%
	Total Percurso	1922	km	100%

Fonte: Elaborado pelo próprio

4.2.2 Apresentação do Modelo Aplicado

Os valores *Fuzzy* triangulares ordenados na tabela 8 foram atribuídos em substituição aos termos linguísticos apresentados na tabela 9. No caso da alternativa 1 (modelo Unimodalidade – rodoviário), os valores foram apenas substituídos, por exemplo, no critério “Custo Variável”, que o termo linguístico é “*Muito Baixo*” foi atribuído o valor *Fuzzy* triangular: “0; 0,10; 0,25” e assim sucessivamente para cada critério da alternativa.

Para as alternativas de Intermodalidade foi respeitado o percentual de participação de cada modal nas respectivas alternativas, por exemplo, na alternativa 2, temos a participação do modal rodoviário e do modal ferroviário no percurso total de 1922 km, sendo que o primeiro participa em 60,98% do percurso e o segundo participa em 39,02% do percurso. Logo, para gerar o valor *Fuzzy* triangular para o critério “Custo Variável”, foi realizada a seguinte operação: $A_2 \times C_2 = 0,6098 \times (0; 0,10; 0,25) + 0,3902 \times (0,75; 1,00; 1,00)$, o detalhamento desse cálculo segue abaixo:

$$\begin{aligned}
 A_2 \times C_2 &= \\
 ((0,6098 \times 0) + (0,3902 \times 0,75)) &= 0,29 \\
 ((0,6098 \times 0,10) + (0,3902 \times 1,00)) &= 0,45 \\
 ((0,6098 \times 0,25) + (0,3902 \times 1,00)) &= 0,54
 \end{aligned}$$

Respeitando essa lógica, foram calculados os demais valores de cada critério para as alternativas 2, 3 e 4, conforme tabela 14.

Tabela 14: Matriz Alternativa vs. Critério com seus Valores *Fuzzy* Triangulares

	C1			C2			C3			C4			C5			C6			C7			C8		
A1	0,00	0,10	0,25	0,00	0,10	0,25	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,10	0,25	0,50	0,10	0,25	0,50	0,50	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00
A2	0,16	0,35	0,60	0,29	0,45	0,54	0,40	0,65	0,90	0,65	0,90	1,00	0,26	0,45	0,70	0,26	0,45	0,70	0,34	0,55	0,80	0,65	0,90	1,00
A3	0,29	0,48	0,73	0,23	0,40	0,60	0,31	0,52	0,77	0,45	0,65	0,77	0,18	0,38	0,63	0,40	0,60	0,73	0,27	0,45	0,65	0,52	0,77	0,88
A4	0,62	0,87	1,00	0,75	1,00	1,00	0,21	0,42	0,67	0,42	0,67	0,88	0,37	0,62	0,87	0,56	0,79	0,93	0,11	0,25	0,46	0,32	0,57	0,79

Fonte: Elaborado pelo próprio

Os valores defuzzificados, extraídos da tabela 14, são os valores centrais que detêm a maior pertinência *Fuzzy* triangular e são apresentados na tabela 15:

Tabela 15: Matriz Alternativa vs. Critério com seus Valores Defuzzificados

Alternativas x Critérios	Critérios							
	C ₁ Custo Variável	C ₂ Benefício	C ₃ Velocidade	C ₄ Disponibilidade	C ₅ Dependência	C ₆ Capabilidade	C ₇ Frequência	C ₈ Capilaridade
A1	0,10	0,10	0,75	1,00	0,25	0,25	0,75	1,00
A2	0,35	0,45	0,65	0,90	0,45	0,45	0,55	0,90
A3	0,48	0,40	0,52	0,65	0,38	0,60	0,45	0,77
A4	0,87	1,00	0,42	0,67	0,62	0,79	0,25	0,57

Fonte: Elaborado pelo próprio

O modelo aplicado para resolver o problema da escolha entre modelos de transporte é baseado em um conjunto de técnicas de análise para avaliação e a ordenação de seleção dos critérios em relação às alternativas desses modelos.

Nesta etapa será apresentada a última parte do modelo de solução, conforme a figura 13: seleção dos critérios e das alternativas do modelo, definição das variáveis linguísticas, definição dos valores *Fuzzy* triangulares, fuzzificação e defuzzificação do modelo e seleção da melhor alternativa dentre os modelos.

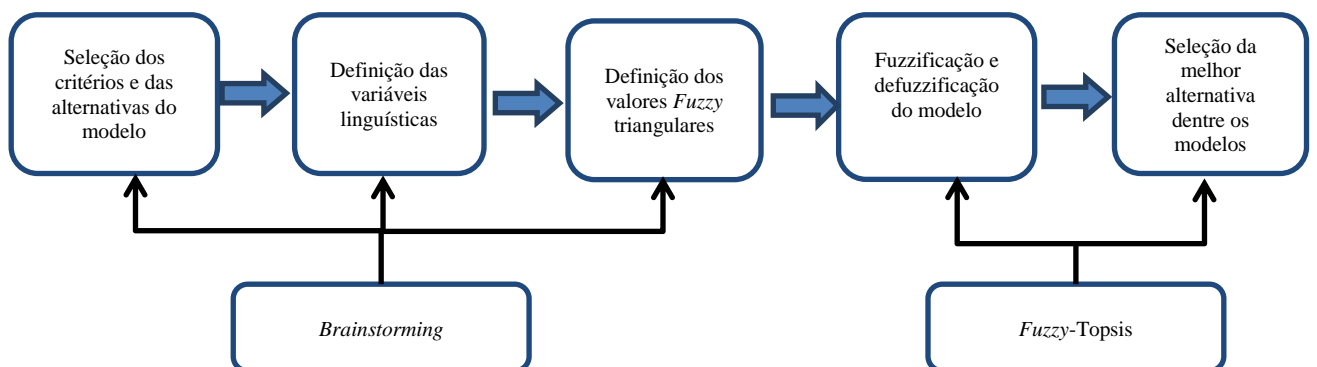


Figura 13: Etapas de solução do modelo

Fonte: Elaborado pelo próprio

4.2.3 Análise dos Resultados com o Método *Fuzzy*-Topsis

A tabela 16 demonstra os resultados dos cálculos da “Entropia”, da “Diversidade” e do “Peso do critério” e foram realizados com base nos valores da tabela 15, esses valores representam os critérios com relação às soluções ideais (positivas e negativas).

No caso do critério benefícios, os cálculos da “Entropia”, da “Diversidade” e do “Peso do critério” foram calculados da seguinte forma:

$$\begin{aligned} & \text{---} \\ & = 0,69 \\ & \quad = 0,31 \\ & \text{---} = 0,15 \end{aligned}$$

Tabela 16: Resultado do Cálculo da “Entropia”, da “Diversidade” e do “Peso do critério”

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Total
Entropia	0,77	0,69	0,87	0,46	0,99	0,86	0,90	0,44	
Diversidade	0,23	0,31	0,13	0,54	0,01	0,14	0,10	0,56	2,01
Peso do critério	0,112	0,155	0,067	0,268	0,005	0,067	0,049	0,277	1,00

Fonte: Elaborado pelo próprio

Como soluções ideais positivas: foram extraídos os menores valores de custos e maiores valores de benefícios. Como soluções ideais negativas: foram extraídos os maiores valores de custos e os menores valores de benefícios. Tais valores são apresentados na tabela 17.

Tabela 17: Resultado da Seleção das Soluções Ideais Positivas e das Soluções Ideais Negativas

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Solução ideal positiva (d+)	0,10	1,00	0,75	1,00	0,25	0,79	0,25	1,00
Solução ideal negativa (d-)	0,87	0,10	0,42	0,65	0,62	0,25	0,75	0,57

Fonte: Elaborado pelo próprio

Na tabela 18 foi definido para cada coluna dos critérios o grau de separação entre o desempenho atribuído a solução ideal positiva e a solução ideal negativa, utilizando o método dos vértices proposto por Chen (2000) para calcular a distância entre dois números gerados a partir do método *Fuzzy* Topsis da seguinte forma:

No caso da alternativa 1, o cálculo do grau de separação entre o desempenho atribuído a solução ideal positiva e a solução ideal negativa a partir do método Fuzzy Topsis para d^+ e para d^- , foram calculados conforme segue:

$$\frac{\dots}{\dots} = 0,396 \qquad \frac{\dots}{\dots} = 0,396$$

Tabela 18: Resultado do Cálculo do Grau de Separação entre o Desempenho Atribuído a Solução Ideal Positiva e a Solução Ideal Negativa

		d+	d-
A1	Alternativa 1	0,396	0,396
A2	Alternativa 2	0,268	0,323
A3	Alternativa 3	0,357	0,234
A4	Alternativa 4	0,391	0,396

Fonte: Elaborado pelo próprio

Na tabela 19, conforme definido no passo 3 da seção 2.5.2, o cálculo da proximidade relativa ξ_i para cada alternativa A_i em relação à solução ideal positiva A^+ é obtido conforme:

No caso da alternativa 2, a distância em relação às soluções ideais positivas são calculadas da seguinte forma:

Tabela 19: Resultado do Cálculo da Proximidade Relativa para cada Alternativa em Relação à Solução Ideal Positiva A^+

Proximidade	0,500
	0,546
	0,396
	0,503

Fonte: Elaborado pelo próprio

4.3 Seleção da Melhor Alternativa

A seleção da melhor alternativa dentre as quatro alternativas utilizadas no estudo, podendo ser: alternativa 1 – Unimodalidade com o modal rodoviário; alternativa 2 – Intermodalidade com os modais rodoviário e ferroviário; alternativa 3 – Intermodalidade com os modais rodoviário e hidroviário; alternativa 4 – Intermodalidade com os modais rodoviário, ferroviário e hidroviário, foi baseada no resultado do cálculo de proximidade relativa .

O resultado está demonstrado na tabela 19, onde temos a proximidade relativa para cada alternativa. É possível verificar a partir desta tabela uma ordenação para as quatro alternativas: a alternativa 2 teve o melhor resultado, a alternativa 4 ficando em segunda melhor, alternativa 1 como a terceira melhor e a quarta e última posição para a alternativa 3. Na tabela 20 é demonstrada essa ordenação com seus respectivos resultados.

Tabela 20: Ordenação a Partir da Melhor Proximidade Relativa

Ordem	Alternativa de Modelo	Resultado
1 ^a	Alternativa 2	0,546
2 ^a	Alternativa 4	0,503
3 ^a	Alternativa 1	0,500
4 ^a	Alternativa 3	0,396

Fonte: Elaborado pelo próprio

CAPÍTULO 5: CONSIDERAÇÕES FINAIS, LIMITAÇÕES DA PESQUISA E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A escolha de uma alternativa de modelo de transporte é, antes de qualquer coisa, um processo complexo. As incertezas envolvidas, a existência de critérios fundamentais, a escolha com potencial altíssimo, os conflitos e a necessidade de atender a diferentes interesses constituem um ambiente propício à utilização de métodos formais e estruturados de suporte à decisão, métodos tanto qualitativos quanto quantitativos.

Ao longo desta pesquisa foram identificados vários modelos de transportes possíveis para o transporte de carga, bem como um conjunto de critérios que caracterizam e fortalecem cada modelo para determinadas situações.

Por se tratar de um caso real e específico, o escoamento da produção de arroz, foi utilizado como elementos para a realização do *Brainstorming*, profissionais com comprovada experiência na área da Logística, tanto de mercado quanto acadêmica.

Com base na matriz de decisão constituída pelas alternativas de modelos cruzadas com os critérios, pela importância dessa relação e por haver muitas incertezas para a tomada de decisão, optou-se pela utilização do método *Fuzzy Topsis* para elaborar, analisar e ordenar os resultados na comparação das alternativas em estudo.

A tabela 6, obtida através do *Brainstorming* possibilitou de forma qualitativa a representação das alternativas de modelos possíveis para o escoamento do arroz, demonstrando a incerteza na tomada de decisão pelo modelo mais adequado com relação ao custo/benefício.

Os resultados obtidos com o uso do método *Brainstorming* apresentaram relevância e consistência, possibilitando à aplicação do método *Fuzzy Topsis*, atendendo a proposta do estudo na escolha de uma das alternativas de modelos de transporte.

Foram selecionadas quatro alternativas de modelos e selecionados oito critérios, através do método *Brainstorming*, dentre as quatro alternativas, depois de avaliadas através dos critérios, a alternativa 3 se destacou como a mais adequada para proposta de solução.

Embora existam estudos sobre o agronegócio e estudos com a utilização do método *Fuzzy Topsis*, esse é o primeiro estudo realizado com a finalidade de escolher um modelo de transporte para o escoamento da produção do agronegócio com a aplicação deste método. Para os tomadores de decisão, até esse momento, a utilização do modelo de transporte Unimodalidade, com o modal rodoviário era o mais adequado.

O resultado conseguido com o estudo nos leva a escolha da alternativa 2, deixando a tomada de decisão mais simples, permitindo ao tomador de decisão fazer a sua escolha mediante o resultado apresentado, já que a decisão pelo uso da intermodalidade com os modais rodoviário e ferroviário é a melhor opção custo/benefício.

O estudo foi desenvolvido através de planilhas eletrônicas no computador, permitindo demonstrar de forma simples o desenvolvimento dos cálculos exigidos pelo método *Fuzzy Topsis*, que refletem a racionalidade que normalmente é aplicada às decisões nas empresas.

A aplicação do modelo proposto se mostrou compreensível para quem toma as decisões, facilitando o entendimento e a aceitação dos resultados. Os resultados deverão ser apresentados aos especialistas para que possam comparar com outros resultados antes da tomada de decisão.

A realização deste estudo trouxe muitas contribuições, uma delas foi a possibilidade de perceber que a infraestrutura de transportes é importante para o escoamento da produção do agronegócio, porém demonstra que é possível se utilizar uma infraestrutura existente de forma mais adequada, ou seja, com a máxima eficiência possível.

O estudo ainda contribui, permitindo concluir que, independente do método ou modelo a ser implantado, seja para aperfeiçoar um processo ou mesmo para substituir um processo que já não atenda às necessidades do mercado moderno, inicialmente será trabalhoso a adequação e a implantação, porém, quando avaliamos o custo/benefício e verificamos que existe um crescimento gradual ao longo do tempo de utilização do modelo, devemos verificar os ganhos futuros.

Na revisão de literatura é verificado que somente 13% do transporte de carga no Brasil são realizados pelo modal Hidroviário, embora seja o mais lento dos modais, este modal possui maior capacidade de transporte e o menor custo variável por quilômetro/tonelada, sendo assim, seria o de menor custo para ligar as regiões através da cabotagem, isto é, transportando por águas nacionais ao longo da costa, em percursos maiores do que 500 km.

Como em qualquer outro país, o único modal capaz de fazer entregas porta a porta é o modal rodoviário e esse só é viável até 500 km. Quando o percurso é maior, o modal torna-se financeiramente inviável, conforme descrito na revisão de literatura.

Verificar-se-á também nesse estudo que evoluímos em tecnologias, mas evoluímos muito pouco nas tomadas de decisão, ou seja, na aplicação adequada dessas tecnologias, modelos, dentre outras evoluções.

O estudo buscou alcançar seu principal objetivo ao permitir, através da comparação das alternativas de modelos de transporte utilizando o método *Fuzzy* Topsis, demonstrar a importância da escolha da melhor alternativa dentre as opções existentes, principalmente, quando o estudo tratado aborda um país que bate recorde a cada safra de grãos. Conforme revisão de literatura, no período de 2013/2014, houve uma safra de 193,62 milhões de toneladas, em 2014/2015 a safra passou para 209 milhões de toneladas, aumentando no período de 2015/2016 para 210 milhões de toneladas e chegando em 2016/2017 a 232 milhões de toneladas. Esses dados, mesmo que aproximados, refletem o quanto devemos tomar nossas decisões voltadas ao melhor desempenho.

Os estudos sobre o uso da Intermodalidade de transportes ainda é muito incipiente, embora já se saiba da importância dos custos do transporte no Brasil e no mundo, principalmente em países de grande dimensão.

O estudo possui limitações em termos de produção e em termos de percurso: o grão tratado não é o de maior safra, estando atrás da soja e do milho, respectivamente, conforme apresentado na revisão de literatura; e o percurso não é o maior realizado para o escoamento de grãos no Brasil. Portanto, ele não representa a completude de estudos possíveis no agronegócio, mas sim uma visão do que podemos realizar com pesquisas sobre o escoamento de outros grãos por outros percursos.

Com essa pesquisa também foi possível perceber a urgência na realização de mais estudos sobre o agronegócio, buscando aferir de que modo é possível reduzir as perdas de grãos durante o seu transporte, como afirmado na revisão de literatura sobre a perda de 6% a 10% da safra em 2014.

Atualmente, novos trechos da Ferrovia Norte Sul estão em fase de conclusão, o que nos dará maior mobilidade para o escoamento dos grãos e de outros produtos por outros percursos. Pesquisas que demonstrem se há redução de custos com a utilização dessas novas possibilidades que surgem, certamente, serão de grande relevância para a economia do Brasil.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL, **Conab prevê aumento de 15,3% na safra de grãos 2016/2017**, <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2016-10/conab-preve-aumento-de-153-na-safra-de-graos-20162017>. Brasília - DF, publicado em 06/10/2016. Acessado em 10/01/2018.

AMÉRICA LATINA LOGÍSTICA (ALL), palestra apresentada no Fórum Democrático de Desenvolvimento Regional em 2008.

ANDRADE, R. O. B.; ALYRIO, R. D.; MACEDO, M. A. S. **Princípios de negociação: ferramentas e gestão**. São Paulo: Atlas, 2004.

ÂNGELO, Livia B. **Custos Logísticos de Transferência de Produtos**. GELOG – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

A TRIBUNA.COM.BR. **Tecon amplia movimentação de contêineres em 15,5%**. <http://www.tribuna.com.br/noticias/noticias-detalle/porto%26mar/tecon-amplia-movimentacao-de-containers-em-155/?cHash=84b689e19d4bd7d5337116bad75953ec>. Guarujá – SP. Publicado em 14/11/2016.

BACHA, C. J. C. **Economia e Política Agrícola no Brasil** - São Paulo: Atlas, 2004.

BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial**. São Paulo: Atlas, 1993.

BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial**. São Paulo: Atlas, 2008.

BELLMAN, R. E., & ZADEH, L. A. *Decision-making in a fuzzy environment*. *Management Science*, 1970, 141–164.

BIODIESELBR.COM. **Granol de Anápolis começa a transportar farelo por ferrovia**. <https://www.biodieselbr.com/noticias/usinas/info/granol-anapolis-comeca-transportar-farelo-ferrovia-091215.htm>. São Paulo, publicado em: 09 Dez 2015 11:19h

CAIXETA FILHO, J. V.; MARTINS, R. S. **Gestão Logística do Transporte de Cargas**. São Paulo: Atlas, 2001.

CARIDADE, José Carlos. **Vem aí o OTM**. Sem Fronteiras, São Paulo, n. 44 p.8, 30 de março de 1998.

CARRERA, Marcelo A. **Logística de transportes: modais logísticos e sua importância**. <http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/logistica-de-transportes-modais-logisticos-e-sua-importancia/87264/>. Publicado em: 18 de maio de 2015.

CHAO, Wisley. **Identificação de Gargalos na Cadeia Logística Utilizando Técnicas de Simulação: Avaliação da Malha de Distribuição de GLP em São Paulo**. Tese submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção. Florianópolis: 2001.

CHEN, Chen T. *Extensions of the Topsis for group decision-making under Fuzzy environment. Fuzzy Sets and Systems*, v. 114, n. 1 p. 1-9, 2000.

CHRISTOPHER, Martin. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. 1ª ed. São Paulo: Pioneira, 1997.

COOPER, R. G.; EDGETT, S. J. *Ideation for product innovation: what are the best methods? PDMA Visions*, v. 32, n. 1, p. 12-17, 2008.

COOPER, R. G.; KLEINSCHMIDT, E. J. *Stage gate systems for new product success. Marketing Management*, v. 1, n. 4, p. 20-24, 1990.

CORRAR, L., THEÓPHILO, C. **Pesquisa Operacional para Decisão em Contabilidade e Administração**. São Paulo: Atlas, 2004.

COSKUN, H; YILMAZ, O. *A new dynamical model of brainstorming: Linear, nonlinear, continuous (simultaneous) and impulsive (sequential) cases. Journal of Mathematical Psychology*, v. 53, p. 253-264, 2009.

CRUZ, Eduardo P. e OLIVEIRA, Thyago T. **Medição de custos em transportes rodoviário - o estudo de caso de uma distribuidora multinacional de combustíveis líquidos**.

DALTO, Edson J. **Ferramenta de Simulação para Auxiliar o Produtor Brasileiro de Soja no Desenvolvimento de Estratégia Logística e Financeira de comercialização de uma Safra do Produto a Granel**. Rio de Janeiro, 2003. Tese (Doutorado) – Instituto COPPEAD de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), 230 p.

DEMARIA, Marjory. **O operador de transporte multimodal como fator de otimização da logística**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

DETONI, Mônica M. M. L. **A evolução das empresas prestadoras de serviços logísticos no Brasil: uma análise de mercado**. Projeto de Qualificação. Florianópolis:UFSC, 2002.

DUGOSH, K. L.; PAULUS, P. B.; ROLAND, E. J.; YANG, H.C. *Cognitive Stimulation in Brainstorming. Journal of Personality and Social Psychology*, v. 79, n. 5, p. 722- 735, 2000.

FARAH, Marta Ferreira Santos. **Tecnologia, Processo de Trabalho e Construção Habitacional**. São Paulo, 1992. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 297 p.

FARIA, A.C.; COSTA, M.F.G. **Gestão de Custos Logísticos**. São Paulo: Atlas, 2005.

FELIPE JUNIOR, N. F.; SILVEIRA, Márcio R. **A Intermodalidade na Europa e no Brasil: O Porto de Pederneiras SP como Ponto Nodal**. Geografia em Atos, n. 7, v.2. Presidente Prudente-SP, 2007.

FERREIRA, V.R.M. **Psicologia econômica: estudo do comportamento econômico e da tomada de decisão**. Rio de Janeiro: Campus, 2008.

FIGUEIREDO, Kleber F.; FLEURY, Paulo Fernando; WANKE, Peter. **Logística Empresarial**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2006.

FLEURY, Paulo. **Intermodalidade: importância para a Logística e estágio atual no Brasil**. Disponível em <www.coppead.ufrj.br>, 2003.

FUMHAM, A.; YAZDANPANAHI, T. *Personality Differences and Group Versus Individual Brainstorming*. *Person. Individ. Diff.*, v. 19, n. 1, p. 73-80, 1995.

FUNDAÇÃO DOM CABRAL. **Custos logísticos no Brasil: 2017/2018**. Edição do dia 02/05/2018. Disponível em: <http://www.logisticanapratca.com.br/index.php/2018/05/02/custos-logisticos-no-brasil-2017/2018>

G1.GLOBO.COM.BR. **Falta de cuidados no transporte e na colheita causa desperdício de grãos**. Edição do dia 17/09/2014. Disponível em: <http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2014/09/falta-de-cuidados-no-transporte-e-na-colheita-causam-desperdicio-de-graos.html>.

GERACAOEMPREENDE.COM.BR. **Os 5 fatores para você vencer qualquer coisa**. Edição do dia 05/02/2016. Disponível em: <http://geracaoempreende.com.br/v2/colunas/veneravel-estrategista/os-5-fatores-para-voce-vencer-qualquer-coisa/>

GOMES, Carlos F. S. e RIBEIRO, Priscilla Cristina C. **Gestão da Cadeia de Suprimentos integrada à Tecnologia da Informação**. São Paulo: Thomson, 2004.

HARREL, Charles R., GHOSH, Biman K. e BOWDEN, Royce – *Simulation Using Promodel*. McGraw-Hill Serções in Industrial Engineering and Management Science, 2000.

HESLIN, P. A. *Better than brainstorming? Potential contextual boundary conditions to brainwriting for idea generation in organizations*. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, v. 82, n. 1, p. 129-145, 2009.

HIDALGO, A.; ALBORS, J. *Innovation management techniques and tools: a review from theory and practice*. *R&D Management*, v. 38, n. 2, p. 113-127, 2008.

HOLT, Knut. *The role of the user in product innovation*. *Technovation*. v. 7, p. 219-258, 1988.

JOHNSON, James C. e WOOD, Donald F. – *Contemporary Logistics*. Prentice Hall, New Jersey, U.S.A., 6th ed., 1996.

KAHNEMAN, D. P., SLOVIC, P. e TVERSKY, A. *Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.

KAHNEMAN, D.; RIEPE, M.W. *Aspects of Investor Psychology*. *Journal of Portfolio Management*, v. 24, n. 4, p. 52-65, summer 1998.

KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. *Judgement under uncertainty: heuristics and biases*. *Science*, v. 185, n. 4157, p. 1124-1131, Sept.1974.

KAVADIAS, S.; SOMMER, S. C. *The Effects of problem Structure and Team Diversity on Brainstorming Effectiveness*, 2007.

KING, Bob; SCHLICKSUPP, Helmut. **Criatividade: uma vantagem competitiva**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2002.

KOHN, N. H.; PAULUS, P. B. CHOI, Y. *Building on the ideas of others: An examination of the idea combination process*. *Journal of Experimental Social Psychology*, v. 47, p. 554–561, 2011.

KROHLING, Renato A.; CAMPANHARO Vinicius C. **Fuzzy Topsis para tomada de decisão multicritério: uma aplicação para o caso de acidentes com derramamento de óleo no mar**. XLI SBPO, Vitória – ES, 2009.

LANG, Rodrigo A. S. e FREDERICO, Vanessa K. S. **Inventário da infraestrutura logística brasileira**. Revista Mundo Logístico, edição 10, SP, mai-jun 2009.

LIMA, Erikson Teixeira; PASIN, Jorge Antônio B. **Regulação no Brasil: colocando a competitividade nos trilhos**. Revista do BNDES, Rio de Janeiro v. 6 n. 12, dez. 1999.

LIMA, Maurício. **Custos Logísticos no Brasil**. Edição do dia 10/11/2014. Disponível em: <http://www.ilos.com.br/web/tag/matriz-de-transportes/>.

LOBO, Alexandre. **Modal ferroviário registra maior resultado da história**. Edição do dia 06/04/2018. Acessado em: 30/04/2018. Disponível em: <http://www.ilos.com.br/web/tag/matriz-de-transportes/>

LOPEZ, José Manoel Cortiñas. **Os custos logísticos do comércio exterior brasileiro**. São Paulo: Aduaneiras, 2000.

MENDONÇA, Paulo C.C.; KEEDI, Samir. **Transportes e seguros no comércio exterior**. São Paulo: Aduaneiras Ltda., 1997.

Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento. **Plano Agrícola e Pecuário 2009/2010**. Site <http://www.arroz.agr.br/site/arrozemfoco/090703.php>, acessado em 17/10/2009.

NETO, C. R. e NASCENTE, A. S. **O agronegócio da fruticultura na Amazônia: um estudo exploratório**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA. ISSN 0103-9865), Porto Velho, RO; 2005.

NIJSTAD, B. A.; DE DREU, C. K. W. *Creativity and Group Innovation. International Association for Applied Psychology*, p. 400-4006, 2002.

NIJSTAD, B.; STROEBE, W.; LODEWIJKX, H. F. *Production blocking and idea generation: Does blocking interfere with cognitive processes?*. *Journal of Experimental Social Psychology*, v. 39, p. 531-548, 2003.

NOVAES, Antonio Galvão. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

PAULUS, P. B.; BROWN, V. R. **Toward more creative and innovative group idea generation: a cognitive-social-motivational perspective of brainstorming**. *Social and Personality Psychology Compass*, v. 1, n. 1, p. 248-265, 2007.

PAULUS, P. B.; DZINDOLET, M. T. **Social Influence Processes in Group Brainstorming**. *Journal of Personality and Social Psychology*, v. 64, n. 4, p. 575-586, 1993.

RHPORTAL.COM.BR. **A arte da Guerra**. Edição do dia 02/09/2015. Disponível em: <https://www.rhportal.com.br/artigos-rh/a-arte-da-guerra/>

RIBEIRO, Luís Otavio de M; BOUZADA, Marco Aurélio C. **A Intermodalidade compensa? Um estudo sobre o escoamento de arroz no corredor Vale do Jacuí (RS) - Região dos Lagos (RJ)**. Dissertação de Mestrado – UNESA – Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro, 2010.

RIBEIRO, Luís Otavio de M. **O transporte de carga no Brasil: uma questão emergencial**. SIMPOI - FGV, São Paulo (SP), 2014.

RIBEIRO, Luís Otavio de M; BOUZADA, Marco Aurélio C. **Logística Operacional Interna**. Ed. Ciência Moderna, Rio de Janeiro, 2017.

RIETZSCHEL, E. F.; NIJSTAD, B.; STROEBE, W. *Productivity is not enough: a comparison of interactive and nominal brainstorming groups on idea generation and selection*. *Journal of Experimental Social Psychology*, v. 42, p. 244-251, 2006.

RODRIGUES, Paulo Roberto Ambrosio. **Introdução aos Sistemas de Transporte no Brasil a à Logística Internacional**. Ed. Aduaneiras, São Paulo, 2011.

SCHROEDER, Élcio Mário, CASTRO, José Carlos de. **Transporte Rodoviário de Carga: Situação Atual e Perspectivas**. Rio de Janeiro: Revista do BNDES, dezembro 1996.

SENADO.LEG.BR. **Comissão debate investimentos em infraestrutura para escoamento da produção agrícola**. Edição do dia 02/04/2018. Acessado em 16/08/2018. Disponível em:

<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2018/04/02/comissao-debate-investimentos-em-infraestrutura-para-escoamento-da-producao-agricola>

TODAMATERIA.COM.BR. **Transporte Lacustre**. Revisado 03/06/5. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/transporte-lacustre/>. Acesso em 08/05/2018

VALEC.GOV.BR. **Ferrovia Norte-Sul (FNS)**. <http://www.valec.gov.br/ferrovias/ferrovia-norte-sul>. Acesso em: 04/05/2018.

VERGARA, Sylvia C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. São Paulo: Atlas, 1997.

VIEIRA, W. C. (Ed.). **Agricultura na virada do milênio: velhos e novos desafios**. Viçosa, pág. 93-116, 2000.

WANKE, P.; NAZÁRIO, P.; FLEURY, P.F. **O papel do transporte na estratégia logística**. Grupo Ilos. Editado em: 10 dez. 2000. Disponível em: <<http://www.ilos.com.br/web/o-papel-do-transporte-na-estrategia-logistica/>> Acesso em: 19 de janeiro de 2018.

ZADEH L.A. *Fuzzy sets, Information and Control*, 1965, v. 8, p. 338-353.

APÊNDICES

APÊNDICE 1: Instrumento de coleta de dados através do consenso entre os especialistas no Brainstorming.

Características para a definição dos critérios								
Custo Variável	Custo Fixo	Velocidade	Disponibilidade	Dependência	Capabilidade	Frequência	Share Brasil	Share EUA

Definição dos critérios de custos e dos critérios de benefícios					
Benefícios	Benefício	Velocidade	Disponibilidade	Capabilidade	Capilaridade
Custos	Custo Variável	Dependência	Frequência		

Definição das alternativas	
Alternativas	Modelos de Transportes
Alternativa 1	Unimodalidade (modal rodoviário)
Alternativa 2	Intermodalidade (modal rodoviário + modal ferroviário)
Alternativa 3	Intermodalidade (modal rodoviário + modal hidroviário)
Alternativa 4	Intermodalidade (modal rodoviário + modal ferroviário + modal hidroviário)

Definição dos termos linguísticos
Muito Baixo
Baixo
Médio
Alto
Muito Alto

Atribuição dos valores <i>Fuzzy</i> triangulares nos termos linguísticos			
Termos Linguísticos	Valores <i>Fuzzy Triangulares</i>		
Muito Baixo	0	0,10	0,25
Baixo	0,10	0,25	0,50
Médio	0,25	0,50	0,75
Alto	0,50	0,75	1,00
Muito Alto	0,75	1,00	1,00

Alternativas vs. Critérios com os termos linguísticos atribuídos								
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6	C 7	C 8
	Custo Variável	Benefício	Velocidade	Disponibilidade	Dependência	Capabilidade	Frequência	Capilaridade
A 1	Muito Baixo	Muito Baixo	Alto	Muito Alto	Baixo	Baixo	Alto	Muito Alto
A 2	Baixo/Médio	Muito Baixo/Muito Alto	Alto/Médio	Muito Alto/Alto	Baixo/Alto	Baixo/Alto	Alto/Baixo	Muito Alto/Alto
A 3	Baixo/Alto	Muito Baixo/Alto	Alto/Baixo	Muito Alto/Baixo	Médio/Baixo	Baixo/Muito Alto	Alto/Muito Baixo	Muito Alto/Médio
A 4	Alto/Médio / Muito Alto	Muito Alto/Muito Alto/Muito Alto	Alto/Médio/Baixo	Muito Alto/Alto/Médio	Médio/Médio/Alto	Baixo/Alto/Muito Alto	Alto/Baixo/Muito Baixo	Muito Alto/Médio/Médio

APÊNDICE 2: Planilhas utilizadas para o tratamento dos dados no *Fuzzy* Topsis.

Excel interface showing a table for 'Alternativa 1' with the following data:

		Percurso (km)		% Participação
Alternativa 1	Rodoviário	1922	km	100%
	Total Percurso	1922	km	100%

Excel interface showing a table for 'Alternativa 2' with the following data:

		Percurso (km)		% Participação
Alternativa 2	Rodoviário	1172	km	60,98%
	Ferroviário	750	Km	39,02%
	Total Percurso	1922	km	100%

Pasta1.xlsx - Microsoft Excel

Arquivo | Página Inicial | Inserir | Layout da Página | Fórmulas | Dados | Revisão | Exibição

Calibri | 11 | A | A | Quebrar Texto Automaticamente | Geral | % 000 | 00 | 00 | Formatação Condicional | Formatar como Tabela | Estilos de Célula | Inserir | Excluir | Formatar | AutoSoma | Preencher | Limpar | Classificar e Filtrar | Localizar e Selecionar | Edição

Área de Tran... | Fonte | Alinhamento | Número

B25 | Alternativa 4

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1													
2				Percurso	% Participação								
3	Alternativa 3	Rodoviário	1032	km	53,69%								
4		Hidroviário	890	Km	46,31%								
5		Total Percurso	1922	km	100%								
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													

Plan1 | Plan2 | Plan3

Média: 490,75 | Contagem: 19 | Soma: 3846 | 130%

22:21 | 05/09/2018

Pasta1.xlsx - Microsoft Excel

Arquivo | Página Inicial | Inserir | Layout da Página | Fórmulas | Dados | Revisão | Exibição

Calibri | 11 | A | A | Quebrar Texto Automaticamente | Porcentagem | % 000 | 00 | 00 | Formatação Condicional | Formatar como Tabela | Estilos de Célula | Inserir | Excluir | Formatar | AutoSoma | Preencher | Limpar | Classificar e Filtrar | Localizar e Selecionar | Edição

Área de Tran... | Fonte | Alinhamento | Número

F26 | =D26/\$D\$29

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25				Percurso	% Participação								
26	Alternativa 4	Rodoviário	282	km	14,67%								
27		Ferrovário	750	km	39,02%								
28		Hidroviário	890	Km	46,31%								
29		Total Percurso	1922	km	100%								
30													
31													

Plan1 | Plan2 | Plan3

130%

22:22 | 05/09/2018

Pasta1.xlsx - Microsoft Excel

Arquivo Página Inicial Inserir Layout da Página Fórmulas Dados Revisão Exibição

Calibri 11

Área de Trans... Fonte Alinhamento Número

E22 $=((\$H\$9*E7)+(\$I\$9*E7)+(\$J\$9*E8))$

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
A1	0,00	0,10	0,25	0,00	0,10	0,25	0,50	0,75
A2	0,16	0,35	0,60	0,29	0,45	0,54	0,40	0,65
A3	0,29	0,48	0,73	0,23	0,40	0,60	0,31	0,52
A4	0,62	0,87	1,00	0,75	1,00	1,00	0,21	0,42

Plan1 / Plan2 / Plan3 / Plan4

Pasta1.xlsx - Microsoft Excel

Arquivo Página Inicial Inserir Layout da Página Fórmulas Dados Revisão Exibição

Calibri 11

Área de Trans... Fonte Alinhamento Número

H34 $=P20$

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
A1	0,00	0,10	0,25	0,00	0,10	0,25	0,50	0,75
A2	0,16	0,35	0,60	0,29	0,45	0,54	0,40	0,65
A3	0,29	0,48	0,73	0,23	0,40	0,60	0,31	0,52
A4	0,62	0,87	1,00	0,75	1,00	1,00	0,21	0,42

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
A1	0,10	0,10	0,75	1,00	0,25	0,25	0,75	1,00
A2	0,48	0,40	0,52	0,65	0,38	0,60	0,45	0,77
A4	0,87	1,00	0,42	0,67	0,62	0,79	0,25	0,57

Plan1 / Plan2 / Plan3 / Plan4

Comparação TOPSIS_1.xlsx - Microsoft Excel

Arquivo Página Inicial Inserir Layout da Página Fórmulas Dados Revisão Exibição

Calibri 11

Área de Trans... Fonte Alinhamento Número

D20 $=1/\sqrt{LN(4)^*(D15*LN(D15)+D16*LN(D16)+D17*LN(D17)+D18*LN(D18))}$

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
A1 Alternativa 1	0,90	0,30	0,37	1,00	0,75	0,25	0,17	1,00
A2 Alternativa 2	0,35	0,45	0,65	0,30	0,45	0,45	0,65	0,30
A3 Alternativa 3	0,52	0,48	0,52	0,65	0,52	0,60	0,52	0,77
A4 Alternativa 4	0,30	0,69	0,42	0,55	0,35	0,19	0,25	0,57

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
A1	0,90	0,30	0,37	1,00	0,75	0,25	0,17	1,00
A2	0,35	0,45	0,65	0,30	0,45	0,45	0,65	0,30
A3	0,48	0,40	0,52	0,65	0,38	0,60	0,45	0,77
A4	0,87	1,00	0,42	0,67	0,62	0,79	0,25	0,57

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
A1	0,10	0,10	0,75	1,00	0,25	0,25	0,75	1,00
A2	0,48	0,40	0,52	0,65	0,38	0,60	0,45	0,77
A4	0,87	1,00	0,42	0,67	0,62	0,79	0,25	0,57

Unimodalidade / Intermodalidade / Dados Gerais