

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE – FURG
INSTITUTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS, ADMINISTRATIVAS E CONTÁBEIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO

**ESTUDO DA REPARTIÇÃO MODAL DO TRANSPORTE DE CONTÊINERS
UTILIZANDO O MODELO LOGIT MULTINOMIAL E A TÉCNICA DE
PREFERÊNCIA DECLARADA**

Aline Samá Pinto

Rio Grande, 2018

Aline Samá Pinto

**ESTUDO DA REPARTIÇÃO MODAL DO TRANSPORTE DE CONTÊINERS
UTILIZANDO O MODELO LOGIT MULTINOMIAL E A TÉCNICA DE
PREFERÊNCIA DECLARADA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração- PPGA da Universidade Federal do Rio Grande, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Administração.

Orientador: Milton Luiz Paiva de Lima

Rio Grande, 2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Aline Samá Pinto

**ESTUDO DA REPARTIÇÃO MODAL DO TRANSPORTE DE CONTÊINERS
UTILIZANDO O MODELO LOGIT MULTINOMIAL E A TÉCNICA DE
PREFERÊNCIA DECLARADA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Administração –
PPGA da Universidade Federal do Rio Grande – FURG como requisito parcial à
obtenção do grau de Mestre em Administração, aprovada pela comissão de
avaliação abaixo assinada:

Dr. Milton Luiz Paiva de Lima
Orientador – PPGA/FURG

Dr. André Andrade Longaray
PPGA/FURG

Dr^a. Fernanda David Weber
PPGA/UFPel

Rio Grande, 2018.

“A coisa mais indispensável a um homem é reconhecer o uso que deve fazer do seu próprio conhecimento” (PLATÃO).

AGRADECIMENTOS

Dedico essa conquista aos meus pais, Antônio Roberto e Suzi, pelo incentivo, apoio e compreensão ao longo de toda essa caminhada. Agradeço também os meus irmãos Roberto e Nicolás que acreditam e torcem pelo meu sucesso. Sou muito grata ao meu noivo pela paciência e companheirismo essenciais nesse momento da minha vida.

Agradeço aos professores do programa de pós-graduação em Administração – PPGA FURG pela troca de conhecimento. Em especial ao meu orientador prof. Dr. Milton Luiz Paiva de Lima tanto pela confiança depositada em mim e no meu potencial, mesmo sem ainda me conhecer, quanto pelo incentivo constante, sempre com uma palavra amiga nos momentos de apreensão e dificuldade. Enfim, por toda a parceria que desenvolvemos e pelo exemplo de profissional e de ética na pesquisa.

Ao Prof. Dr. André Longaray e a Profa. Fernanda Weber pelas contribuições para o enriquecimento da pesquisa desde à qualificação. À Universidade Federal do Rio Grande - FURG pela oportunidade de realização do curso de mestrado, como também, a CAPES, pelo suporte financeiro para a realização deste estudo.

A minha amiga e também parceira de estudos e artigos Muriel meu muito obrigada! A minha amiga Nicolle pela presença especial nos momentos certos. Vocês foram parte integrante de todo processo. Agradeço a colega de mestrado Cláudia e ao gerente de operações Paulo Henrique pela colaboração e disponibilização dos contatos junto às empresas para realização da pesquisa.

Agradeço a todos que de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente para que essa pesquisa se tornasse realidade. Compartilho essa conquista com vocês!

RESUMO

A divisão modal do transporte de cargas no Rio Grande do Sul, atualmente se concentra principalmente no transporte rodoviário. O desequilíbrio entre os diferentes modos de transporte sugere a necessidade de promover modalidades alternativas para fortalecer a competitividade e desenvolvimento econômico mais sustentável para as empresas. O objetivo deste estudo foi implementar uma ferramenta que auxilie na análise e escolha de alternativas de transporte em contêineres considerando aspectos comportamentais dos usuários em regiões portuárias. Metodologicamente a pesquisa consiste da aplicação de um processo de modelagem em transporte de carga utilizando o Modelo *Logit* Multinomial com probabilidade Condicional e a Técnica de Preferência Declarada para a coleta de dados. O experimento de preferência declarada contemplou quatro atributos: Tempo de Atendimento, Valor do frete, Tempo de Atraso e Chance de Perda e/ou Dano. A amostra foi constituída por quatro grandes empresas, compreendendo os setores de tabaco, polietileno, alimentos e celulose. Os dados foram analisados, primeiramente, através do software *Logit* Multinomial com Probabilidade Condicional (LMPC), onde as estimativas obtidas para os parâmetros da função utilidade linear mostraram-se coerentes e estatisticamente significantes. Em seguida foi desenvolvida uma ferramenta computacional para as previsões de escolha modal utilizando-se o Programa Visual *Studio Community*, com o objetivo de facilitar o processo de cálculo de probabilidades de escolha de alternativas de transporte com o modelo *Logit* Multinomial. Essa ferramenta computacional foi intitulada de Programa de Escolha Modal Logit – PEML. Adicionalmente foi identificado que o atributo Chance de Perda e/ou Dano obteve maior relevância na escolha dos tomadores de decisão das empresas dos segmentos estudados.

Palavras-chave: Preferência declarada; escolha modal; atributos; *Logit* Multinomial

ABSTRACT

The modal split of cargo transportation in Rio Grande do Sul is currently concentrated mainly in road transport. The imbalance between different modes of transport suggests the need to promote alternative ways of strengthening competitiveness and more sustainable economic development for businesses. The objective of this study was to implement tool that assists in the analysis and choice of transportation alternatives in containers considering the users in port regions. Methodologically, an application research of a modeling process in cargo transport, using Multinomial Logit Model with Conditional Probability and Stated Preference (SP). The stated preference experiment contemplated four attributes: Attendance Time, Freight Value, Delay Time and Chance of Loss and / or Damage. The sample consisted of four large companies, comprising tobacco, polyethylene, food and cellulose. The data are analyzed, first, through the Logit Multinomial software with Conditional Probability (LMPC), where as estimates obtained for the parameter of the linear utility function were shown to be coherent and statistically significant. A computational tool was developed for modal choice predictions, using the Visual Studio Community program, with the purpose of facilitating the process of calculating the probabilities of choosing transport alternatives with the Logit Multinomial model. This computational tool was titled Program of Choice Modal Logit - PEML. Additionally, the attribute Chance of Loss and / or Damage was identified as having more relevance in the choice of the decision makers of the companies in the studied segments.

Keywords: Stated Preference; Modal choice; Attributes; Logit Multinomial

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Fatores econômicos que influenciam os custos de transporte.....	43
Tabela 3.2 – Características Operacionais de cada Modal de transporte.....	44
Tabela 3.3 – Atributos considerados nas pesquisas internacionais.....	47
Tabela 4.1 – Estudos Desenvolvidos na área de Transporte de cargas.....	67
Tabela 5.1 – Resultado da empresa do setor de Tabaco.....	83
Tabela 5.2 – Comparação das alternativas da empresa de Tabaco.....	84
Tabela 5.3 – Valores do tempo da empresa de Tabaco.....	84
Tabela 5.4 – Resultado da empresa do setor de Polietileno.....	85
Tabela 5.5 – Comparação das alternativas da empresa de Polietileno.....	86
Tabela 5.6 – Valores do tempo da empresa de Polietileno.....	86
Tabela 5.7 – Resultado empresa do setor de Frango congelado.....	87
Tabela 5.8 – Comparação das alternativas da empresa de Frango congelado...	88
Tabela 5.9 – Valores do tempo da empresa de Frango Congelado.....	88
Tabela 5.10 – Resultado da empresa do setor de Celulose.....	89
Tabela 5.11 – Comparação das alternativas da empresa de Celulose.....	90
Tabela 5.12 – Valores do tempo da empresa de Celulose.....	90
Tabela 5.13 – Resultados obtidos considerando todas as empresas.....	91
Tabela 5.14 – Comparação das alternativas considerando todas as empresas..	92
Tabela 5.15 – Valores do tempo considerando todas as empresas.....	92

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – A cadeia produtiva no âmbito da logística.....	21
Figura 2.2 – Matriz Modal do Rio Grande do Sul – 2014.....	28
Figura 2.3 – Sistema de Transporte do Rio grande do Sul.....	29
Figura 2.4 – Rodovias do Rio Grande do Sul.....	30
Figura 2.5 – Ferrovias do Rio Grande do Sul.....	31
Figura 2.6 – Hidrovias, Portos e Principais aeroportos do RS.....	33
Figura 2.7 – Custo logístico no RS, 2006 – 2015.....	36
Figura 3.1 – Fluxograma dos agentes econômicos no transporte de cargas.....	41
Figura 3.2 – O processo de escolha dos consumidores.....	48
Figura 3.3 – Estágios de decisão da escolha de modalidade.....	51
Figura 4.1 – Gráfico da curva <i>Logit</i>	57
Figura 5.1 – Visão panorâmica do Porto do Rio Grande.....	70
Figura 5.2 – Zoneamento Porto do Rio Grande.....	71
Figura 5.3 – Movimentação Total no Porto do Rio Grande segundo a Natureza da Carga - 2010 - 2015 (toneladas).....	72
Figura 5.4 – Movimentação de Contêineres em 2016.....	73
Figura 5.5 – Tecon Rio Grande.....	73
Figura 5.6 – Alternativa 1 do bloco 1.....	81
Figura 5.7 – Simulador de dados do <i>software</i> LMPC.....	82
Figura 5.8 – Tela de execução inicial do Programa PEML.....	93
Figura 5.9 – Resultados obtidos considerando todas as empresas de forma conjunta.....	94
Figura 5.10 – Atributos Normalizados.....	95
Figura 5.11 – Comparação entre os valores dos coeficientes das Funções Utilidade considerando as empresas por setor de atuação.....	96
Figura 5.12 – Comparação entre os valores dos coeficientes das Funções Utilidade considerando as quatro empresas conjuntamente.....	97

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Características do transporte rodoviário de carga no Brasil.....	24
Quadro 2.2 – Características do transporte ferroviário de carga no Brasil.....	25
Quadro 2.3 – Características do transporte hidroviário de carga no Brasil.....	26
Quadro 3.1 – Classificação das Regras de Decisão.....	50
Quadro 5.1 – Atributos usados e seus respectivos níveis.....	78
Quadro 5.2 – Fatorial reduzido para 18 alternativas com o arranjo ortogonal L18 de Taguchi.....	79
Quadro 5.3 – Configuração obtida com a retirada de alternativas.....	79
Quadro 5.4 – Uma visão dos blocos e suas alternativas.....	80
Quadro 5.5 – Alternativas Normalizadas	95

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 4.1 – Função Utilidade.....	54
Equação 4.2 – Utilidade Aleatória.....	55
Equação 4.3 – Modelo <i>Logit</i> Multinomial.....	56
Equação 4.4 – O número de combinações de um projeto fatorial completo.....	62
Equação 4.5 – Modelo <i>Logit</i> Explodido.....	63
Equação 4.6 – O modelo <i>Logit</i> Multinomial com Probabilidade Condicional.....	64
Equação 4.7 – Ajuste por máxima verossimilhança dos Modelos <i>Logit</i>	65
Equação 4.8 – Teste da Razão da Verossimilhança.....	65
Equação 5.1 – Número total de alternativas.....	78
Equação 5.2 – Função Utilidade Tabaco.....	83
Equação 5.3 – Função Utilidade Polietileno.....	85
Equação 5.4 – Função Utilidade Frango Congelado.....	87
Equação 5.5 – Função Utilidade Celulose.....	89
Equação 5.6 – Função Utilidade Todas as empresas.....	91

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALL - América Latina Logística

ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquaviários

ANTT - Agência Nacional de Transportes Terrestres

PD - Preferência Declarada

PELTs - Planos Estaduais de Logística e Transporte

PNLT - Plano Nacional de Logística e Transportes

PR - Preferência Revelada

RFFSA - Rede Ferroviária Federal Sociedade Anônima

TRUP - Terminais de Uso Privativo

UNCTAD - Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento

Sumário

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Objetivo Geral	17
1.2	Objetivos Específicos	17
1.3	Justificativa	17
1.4	Método e estrutura do trabalho	18
2	VISÃO GERAL DA LOGÍSTICA	20
2.1	O Papel dos Transportes na Cadeia Logística	22
2.2	Sistema de Transporte de Cargas	22
2.2.1	Modal Rodoviário	23
2.2.2	Modal Ferroviário	24
2.2.3	Modal Hidroviário	25
2.3	Intermodalidade e Multimodalidade	26
2.4	Panorama da Infraestrutura de Transportes no Rio Grande do Sul-RS	27
2.4.1	Rodovias	29
2.4.2	Ferrovias	31
2.4.3	Hidrovias e Portos	33
2.5	Impacto do Sistema de Transporte sobre a Economia Gaúcha	35
2.6	Planejamento Estratégico em Transportes	36
2.6.1	Planos em Transportes	37
2.6.2	Plano Nacional de Logística e Transportes – PNLT e Plano Estadual de Logística de Transportes – PELT	38
3	ASPECTOS DA ESCOLHA MODAL DE TRANSPORTES	40
3.1	Fatores que Afetam a Escolha Modal do Transporte de Cargas	42
3.2	Custo Logístico	42
3.3	Atributos e Nível de Serviço Logístico	43
3.4	Estimativa da Demanda por Transportes: Estrutura do Processo de Escolha do usuário	48
4	MODELOS AGREGADOS E DESAGREGADOS	52
4.1	Teoria Microeconômica do Consumidor	53
4.2	Função Utilidade e Teoria da Utilidade Aleatória	54
4.3	Principais Modelos	55
4.4	O Modelo <i>Logit</i> Multinomial	56
4.4.1	Propriedades do Modelo Logit	57

4.5	Técnicas de Coleta de Dados: Preferência Revelada e Preferência Declarada	58
4.5.1	Técnicas de Preferência Revelada (PR).....	58
4.5.2	Técnicas de Preferência Declarada (PD)	59
4.5.3	Etapas de um Experimento de Preferência Declarada	61
4.5.4	Ajuste dos Dados de PD	63
4.5.4.1	Modelo <i>Logit</i> Explodido	63
4.5.5	O modelo <i>Logit</i> Multinomial com Probabilidade Condicional	64
4.5.6	Ajuste por Máxima Verossimilhança dos Modelos <i>Logit</i>	64
5	APLICAÇÃO DE UM MODELO COMPORTAMENTAL DESAGREGADO AO TRANSPORTE DE CARGAS EM CONTÊINER NO PORTO DO RIO GRANDE.....	69
5.1	Porto do Rio Grande	69
5.1.1	Localização do Porto do Rio Grande.....	70
5.1.2	Infraestrutura da Região Portuária.....	71
5.1.3	Dados sobre Movimentação do Porto.....	71
5.2	Caracterização da Pesquisa Realizada	75
5.3	Desenvolvimento do Experimento de Preferência Declarada	76
5.3.1	Etapa inicial para identificação dos atributos importantes para os usuários.....	76
5.3.2	Montagem do Experimento de Preferência Declarada.....	77
5.4	Aplicação do Experimento de Preferência Declarada e seus Resultados	81
5.5	Elaboração de uma ferramenta computacional para previsões de escolha modal	93
5.6	Relevância dos atributos	94
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO FASE 1.....	112
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO FASE	113
	APÊNDICE C - FATORIAL COMPLETO COM 54 ALTERNATIVAS.....	114
	APÊNDICE D – CARTÕES APRESENTADOS PARA ORDENAÇÃO	116
	APÊNDICE E - RESULTADOS DAS ORDENAÇÕES	125
	APÊNDICE F – ARQUIVO DE ENTRADA DE DADOS DO PROGRAMA LMPC.....	126
	ANEXO 1 – PROGRAMA LMPC.....	127
	ANEXO 2 – PROGRAMA VISUAL STUDIO COMMUNITY 2017	129

1 INTRODUÇÃO

O sistema de transportes brasileiro passa por um momento que exige muita atenção das organizações, demandando serviços logísticos com sofisticação, eficiência e confiabilidade, particularmente no setor de transportes de mercadorias. Este setor é um elemento-chave na estrutura produtiva do país, tanto em termos de processo logístico quanto de desenvolvimento econômico (ROMÁN; ARENCIBIA; FEO, 2016).

Fatores como atrasos e incertezas no transporte de cargas traduzem-se diretamente em custos adicionais e menor competitividade (SHAMS; ASGARI; JIN, 2017). Um conjunto de problemas estruturais ajuda a agravar ainda mais essa situação, distorcendo a matriz de transportes. Hoje, a divisão modal em nível nacional concentra-se principalmente no modal rodoviário e no estado do Rio Grande do Sul, este cenário não é diferente (LARRANAGA; ARELLANA; SENNA, 2016).

Nos últimos anos têm-se acentuado ainda mais a polarização da divisão modal (FEO et al, 2010), o que contribui para o comprometimento da qualidade dos serviços e saúde financeira das empresas. Deste modo, surge então a necessidade de um olhar estratégico dos embarcadores na obtenção de soluções intermodais e/ou multimodais, a fim de promover modalidades alternativas em seus canais de distribuição para fortalecer a competitividade e proporcionar um desenvolvimento econômico mais sustentável (LARRANAGA; ARELLANA; SENNA, 2016).

Independentemente do tipo de produto, o processo logístico deve ser entendido como o gerenciamento estratégico dos fluxos de materiais e de informações correlatas para levar, de forma eficiente e eficaz, os produtos de uma origem a um destino (ALBARELLO; ALBARELLO, 2013). O objetivo da logística, portanto, é proporcionar ao cliente os níveis de serviços por ele requeridos, com a entrega do produto certo, no lugar certo, no tempo exato, nas condições adequadas ao menor custo possível (BALLOU, 2006). Muitas empresas, com o intuito de alcançar tal objetivo em suas operações, buscam na logística, e mais precisamente na função transporte, uma forma de conseguir diferencial competitivo (FLEURY; WANKE; FIGUEIREDO, 2009), tornando esta uma área chave de decisão dentro do contexto logístico.

Neste cenário, o Porto do Rio Grande evidencia-se por sua privilegiada posição geográfica e relevante infraestrutura operacional, sendo considerado um porto de atuação destacado e de suma importância para o Brasil (SUPRG, 2017). A possibilidade de uma melhor utilização dos diversos modos de transporte, incluindo o uso de alternativas intermodais e multimodais no Porto do Rio Grande é um importante fator que pode vir a ser considerado na redução de custos e no aumento da eficiência logística, agregando maior valor às mercadorias que passam por suas instalações.

O contexto acima descrito instigou o presente estudo que tem o seguinte problema de pesquisa: (a) Quais as principais variáveis que influenciam a escolha modal? e (b) Qual a probabilidade de escolha das alternativas modais oferecidas por parte dos usuários?

1.1 Objetivo Geral

Implementar uma ferramenta que auxilie na análise e escolha de alternativas de transporte em contêineres considerando aspectos comportamentais dos usuários em regiões portuárias.

1.2 Objetivos Específicos

- (a) Apurar junto aos usuários (decisores) as variáveis mais relevantes no processo de decisão na escolha dos modos de transporte;
- (b) Estabelecer a relevância relativa de cada uma das variáveis consideradas através da montagem de uma função utilidade, usando dados obtidos com a técnica de Preferência Declarada e ajuste de um Modelo *Logit* Multinomial.

1.3 Justificativa

A relevância da elaboração e execução do presente estudo se justifica em decorrência do papel fundamental dos transportes dentro do processo logístico, uma vez que os bens normalmente não são consumidos no mesmo local em que são

produzidos, exigindo tomadas de decisões inter-relacionadas para garantir que eles cheguem ao seu destino (ROMÁN; ARENCIBIA; FEO, 2016). A escolha do modo de transporte apropriado é um dos fatores mais importante nessas decisões. Dessa forma, o conhecimento dos fatores que afetam essa escolha é essencial para a avaliação de alternativas de transporte disponíveis, bem como de outras que puderem vir a serem oferecidas.

Assim, definir os arranjos modais mais adequados à demanda da empresa e aos critérios exigidos pelo cliente, oportuniza a entrega da mercadoria a um custo e tempo relativamente menores, além de proporcionar equilíbrio entre o preço e o serviço oferecido. A escolha da aplicação da pesquisa voltada ao sistema portuário gaúcho, especificamente no setor de transporte de contêineres, deve-se ao fato do Porto do Rio Grande estar consolidado nos três últimos anos como o terceiro maior porto brasileiro em movimentação de contêineres (ANUÁRIO CNT, 2017).

Sob esta perspectiva, torna-se fundamental apurar as variáveis mais relevantes no processo de decisão na escolha de alternativas de transporte oferecidas na movimentação de cargas em contêineres, bem como o conhecimento das vantagens e desvantagens presente em cada modal de transporte. Este estudo também se justifica, à medida que contribui como material acadêmico na área de logística e transporte de cargas, podendo auxiliar pesquisadores a desenvolver novos estudos que venham a colaborar com futuros avanços para a microrregião.

1.4 Método e estrutura do trabalho

O método de pesquisa no qual se baseia o presente estudo é o indutivo. Segundo define Lakatos; Marconi (2007), o método indutivo é um processo no qual, a partir de uma amostra, infere-se uma verdade geral ou universal, que se aplica a outros casos não pertencentes àquela amostra. A natureza da pesquisa é classificada como exploratória. Segundo Gil (2007), pesquisas desta natureza objetivam proporcionar maior familiaridade com o problema com o intuito de torná-lo mais explícito.

A pesquisa está estruturada em seis capítulos. Esse capítulo refere-se à introdução que apresenta os objetivos, justificativa como o método e estruturação da pesquisa. No capítulo 2 é feita uma análise da visão geral da logística

contextualizando temas como: O Papel dos Transportes na Cadeia Logística, Sistema de Transporte de Cargas, Intermodalidade e Multimodalidade, Panorama da Infraestrutura de Transportes no Rio Grande do Sul-RS, Impacto do sistema de transporte sobre a economia gaúcha e Planejamento Estratégico em Transportes.

O capítulo 3 descreve os aspectos da escolha modal de transportes de cargas, incluindo os fatores que afetam a referida escolha, o custo logístico, os atributos e nível de serviço logístico e a estimativa de demanda por transportes apresentando a estrutura do processo de escolha do usuário. No capítulo 4 é descrito os modelos agregados e desagregados, como também as técnicas de preferência revelada e declarada. O capítulo 5 aborda os métodos e procedimentos utilizados e descreve como foram obtidos e analisados os resultados encontrados. O capítulo 6, traz as conclusões dos capítulos anteriores, sugestão de trabalhos futuros e limitações do estudo.

2 VISÃO GERAL DA LOGÍSTICA

A logística teve origem militar com objetivo de designar suprimentos como: alimentos, a troca de informações e munições às tropas em operação (SOUZA; MARKOSKI, 2013). Na II Guerra Mundial a logística efetivamente ganhou importância e despontou como um exercício logístico altamente planejado e eficaz (PEREIRA, 2015). As batalhas nem sempre ocorriam próximas às cidades ou centros de abastecimento e na maioria das vezes demandavam um longo período de tempo. Por esse motivo era necessário que as tropas carregassem tudo o que iriam precisar e ainda se deslocassem por grandes distâncias (OLÍVIO, 2013).

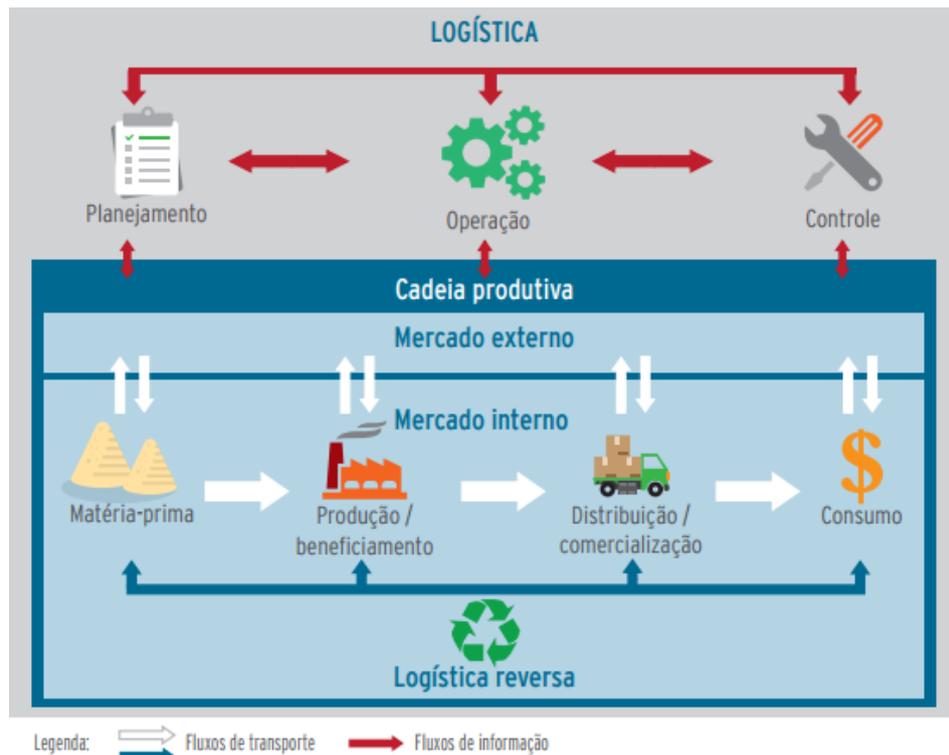
Com o passar dos anos a logística evoluiu para o contexto empresarial, onde contribuiu para o sucesso das empresas em um ambiente extremamente concorrido e em constante mudança. Isso se deve ao fato das atividades relacionadas à logística possuírem um alto impacto na composição final dos custos dos produtos e serviços, além das diversas decisões tomadas em relação às atividades da rede de suprimentos impactarem os diferentes níveis de serviço aos consumidores.

De acordo com Fleury, Wanke e Figueiredo (2012), um grupo de mudanças econômicas vem transformando a visão empresarial sobre logística, que passou a ser vista não mais como uma simples atividade operacional, mas sim como uma atividade estratégica, uma ferramenta gerencial, fonte potencial de vantagem competitiva. Percebe-se, então, que a logística vai além de simplesmente movimentar materiais, informações e valores monetários, mas é tida como uma ferramenta de aproximação entre os elos da cadeia de modo a criar valor e agregar vantagens. Com base nesta percepção, tem-se na logística uma grande possibilidade de diferencial ou um gargalo que poderá trazer desvantagens (SOUZA; MARKOSKI, 2013).

A logística, atualmente, constitui um verdadeiro paradoxo, pois retrata sobre conceitos gerenciais modernos, apesar de ser uma das atividades econômicas mais antigas da civilização (BOWERSOX; CLOSS, 2010; FLEURY; WANKE; FIGUEIREDO, 2009). Dois conjuntos de mudanças têm contribuído para tornar a logística um dos conceitos gerenciais mais modernos: o primeiro, de ordem econômica, criando novas exigências competitivas; o segundo, de ordem tecnológica, tornando possível o gerenciamento eficiente e eficaz de operações logísticas cada dia mais complexas (FLEURY, 2000).

Neste sentido, segundo Ballou (2010), a Logística, pode ser compreendida como o processo que facilita o planejamento, a implementação e o controle do fluxo e da armazenagem de produtos, informações e serviços, de modo que as mercadorias possam ser transportadas, desde a origem até o destino, em tempo hábil e em conformidade com as necessidades de quem as demanda (Figura 2.1).

Figura 2.1 – A cadeia produtiva no âmbito da logística



Fonte: Plano CNT de transporte e logística 2014.

De acordo com Cruz (2011) a logística faz parte de toda a cadeia de suprimentos “e, por sua vez, o transporte faz parte da logística, no abastecimento, na movimentação interna, na distribuição física e na entrega ao destino final” (p.10). O consumidor seja interno, ou externo, não quer apenas receber o produto ou serviço, e sim, garantir a integridade da carga, bem como a confiabilidade dos prazos a um menor custo. Desta forma, constata-se que o produto da logística está na eficiência e eficácia de seu serviço (CAXITO, 2011).

2.1 O Papel dos Transportes na Cadeia Logística

A atividade de transporte é a principal responsável pela distribuição dos materiais que irão suprir a sociedade nas mais diversas regiões. Neste caso o transporte exerce um papel essencial na logística de distribuição, uma vez que os produtos raramente são fabricados e consumidos no mesmo local (ROMÁN; ARENCIBIA; FEO, 2016; CHOPRA, MEINDL, 2010). Além disso, o transporte exerce uma variedade de funções importantes sobre a sociedade, como a expansão de mercados, rompe isolamentos geográficos ao disponibilizar os bens nas diversas localidades, por último, cumpre importante papel social, ao permitir a mobilidade das pessoas (CAIXETA FILHO; GAMEIRO, 2005).

Desta forma, pode-se dizer que a atividade de transporte gera os fluxos físicos de bens ou serviços ao longo dos canais de distribuição, sendo responsável pelos movimentos de produtos. Envolve ainda a escolha do melhor modal, para transportar o maior número de mercadorias, com o mínimo custo e o menor tempo possível até o cliente final (RAZZOLINI FILHO, 2011; BERTAGLIA, 2010; BOWERSOX; CLOSS, 2010).

2.2 Sistema de Transporte de Cargas

O sistema de transporte é composto por modalidade (meio e via de transporte), multimodalidade (utilização integrada de modais), intermodalidade (utilização de mais de um modal, contratados de forma independente) e embarcadores (fornecedor de serviços integrados). Entre as opções de modais que a logística utiliza para desenvolver suas atividades estão os modais rodoviário, ferroviário, hidroviário, aéreo e o dutoviário. Cada um desses modais possuem particularidades, de acordo com suas características operacionais, dimensões estruturais e composição de custos que os tornam mais adequados para determinados tipos de produtos e operações (BERTAGLIA, 2010). Em consonância com a proposta do presente estudo, a seguir serão tratados apenas os modais rodoviário, ferroviário e hidroviário.

2.2.1 Modal rodoviário

O modal rodoviário, segundo Bertaglia (2010), é o mais independente dos transportes, uma vez que possibilita movimentar uma grande variedade de materiais para qualquer destino. Além disso, também é responsável pela conexão entre os diferentes modos de transporte e os seus respectivos pontos de embarque e desembarque.

Em relação aos custos desta modalidade, estes ocorrem de maneira independente quanto ao deslocamento do caminhão; são os chamados custos fixos. Já os que variam de acordo com a distância percorrida, são considerados os custos variáveis. Lima (2001), caracteriza como itens de custo fixo: funcionário (motorista), depreciação, seguro do veículo, IPVA/seguro obrigatório; e itens de custo variável: pedágio, pneus, manutenção e combustível.

Caixeta Filho e Gameiro (2005) destacam que o transporte rodoviário por caminhão possibilita ajustar mais facilmente às variações da demanda, o que torna o custo fixo, razoavelmente estável se tratando do volume de carga. Os autores apontam algumas variáveis que podem influenciar no estabelecimento do preço do frete, tais como: distância percorrida, custo operacional, sazonalidade do produto transportado, perdas, avarias, vias utilizadas, pedágios, fiscalização, prazo de entrega e aspectos geográficos.

Um dos grandes benefícios do transporte rodoviário é a facilidade de alcançar praticamente qualquer ponto do território devido sua flexibilidade de operar em todos os tipos de estradas e com o serviço porta a porta entre praticamente qualquer combinação de origem-destino (NOVAES, 2007; BOWERSOX; CLOSS, 2010; BALLOU, 2011). Em contrapartida, para Ballou (2010), as principais dificuldades estão relacionadas ao custo crescente da substituição dos equipamentos, da manutenção dos salários e dos gastos com plataformas e pátios. No Quadro 2.1 são listadas algumas vantagens e desvantagens desse modal.

Quadro 2.1 – Características do transporte rodoviário de carga no Brasil

- Possui a maior representatividade entre os modais existentes
- Adequado para curtas e médias distâncias
- Baixo custo inicial de implantação
- Serviço de entrega porta a porta
- Alto custo de manutenção
- Transporte com velocidade moderada
- Tempo de entrega confiável
- Muito poluente com forte impacto ambiental
- Segurança no transporte comprometida devido a roubos de cargas
- Baixa capacidade de carga com limitação de volume e peso

Fonte: BRASIL (2018)

2.2.2 Modal Ferroviário

O modal ferroviário possibilita transportar grandes volumes de cargas homogêneas por longas distâncias, sendo adequado para a condução de mercadorias de baixo valor agregado como: agrícolas, minérios de ferro, produtos siderúrgicos, fertilizantes, derivados de petróleo, entre outros (Ballou, 2010). Como exemplos de meios de transporte ferroviário, pode-se citar o transporte com vagões, contêineres ferroviários (1 a 5 toneladas) e transporte ferroviário de semi-reboques rodoviário (*piggyback*). O transporte de contêiner destaca-se como uma das principais tendências para maior participação da ferrovia no segmento de carga geral. Este é um ponto favorável, dada a possibilidade de uma logística verde, a qual busca a inibição dos processos causadores de dano ao ambiente e a eliminação de desperdícios na movimentação de cargas.

Por outro lado, a operação da ferrovia incorre altos custos fixos em equipamentos, parques de manobras e terminais. Porém, seu custo variável é baixo. Uma das vantagens desta modalidade consiste no custo do frete, cobrado pelas operadoras das ferrovias, sendo este 50% mais barato em relação ao transporte rodoviário (DNIT, 2018). Apesar desta modalidade ser mais barata, ela não é tão flexível quanto os demais modais, uma vez que fica restrita à existência de linhas férreas, o que acaba causando grande necessidade de transbordo, sendo esta uma de suas limitações. No Quadro 2.2 são apresentadas as características do transporte ferroviário de carga no Brasil.

Quadro 2.2 – Características do transporte ferroviário de carga no Brasil

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grande capacidade de carga ▪ Adequado para grandes distâncias ▪ Elevada eficiência energética ▪ Baixo custo de transporte ▪ Baixo custo de manutenção ▪ Maior segurança, visto que ocorrem poucos acidentes, furtos e roubos ▪ Pouco poluente ▪ Alto custo de implantação ▪ Transporte lento devido às suas operações de carga e descarga ▪ Baixa flexibilidade com pequena extensão da malha ▪ Baixa integração entre os estados

Fonte: BRASIL (2018)

2.2.3 Modal Hidroviário

O modal hidroviário é um dos meios de transporte mais antigos que existe na história da humanidade (BERTAGLIA, 2010). Neste modal são transportados produtos de mineração e *commodities* básicas a granel, como produtos químicos, produtos agrícolas e bens de alto valor transportados em contêineres (BALLOU, 2010; BOWERSOX; CLOSS, 2010).

Este tipo de transporte pode ser dividido em três formas de navegação: a navegação interior que é realizada ao longo dos rios, canais, lagos e lagoas, entre os portos brasileiros; a navegação de longo curso, realizada entre os portos brasileiros e os portos estrangeiros, ou entre esses, utilizando apenas a via marítima ou a via marítima e as vias navegáveis interiores; e por fim, a cabotagem que é a navegação realizada entre portos ou pontos do território brasileiro, utilizando exclusivamente a via marítima ou sua combinação com vias interiores (RIBEIRO; FERREIRA, 2002).

Por sua natureza, este modal é especialmente indicado para produtos a granel e cargas containerizadas de distâncias longas e para volumes substanciais (FLORENTINO, 2010). Apresenta como vantagens o baixo consumo de combustível; segurança; capacidade de carga e manutenção mais barata e é pouco poluente (CAIXETA FILHO; GAMEIRO, 2005; BOWERSOX; CLOSS, 2010). Segundo Pereira (2015), esta modalidade ainda apresenta o menor custo de implantação e manutenção dentre os demais modais. Outra vantagem é o baixo custo operacional,

pois como os navios têm uma capacidade relativamente grande, os custos fixos são absorvidos pelos grandes volumes. No entanto, apresenta limitações quanto à velocidade e flexibilidade limitada, principalmente no hidroviário interior, que depende da navegabilidade de rios, lagoas e lagos e a sua disponibilidade e confiabilidade são afetadas pelas condições meteorológicas. No Quadro 2.3, são apresentadas as características do transporte hidroviário de carga no Brasil.

Quadro 2.3 – Características do transporte hidroviário de carga no Brasil

- Grande capacidade de carga
- Baixo custo de transporte
- Baixo custo de manutenção
- Baixa flexibilidade
- Transporte lento
- Influenciado pelas condições climáticas
- Baixo custo de implantação quando se analisa uma via de leito natural, mas pode ser elevado se existir necessidade de construção de infraestruturas especiais como: eclusas, barragens, canais, etc.

Fonte: BRASIL (2018)

Conforme Ballou (2011), a maior parte da movimentação de carga é manipulada por estes modais e pelas agências de transporte (agentes de transporte, transportadoras, associações de exportadores, etc.) que facilitam e coordenam as operações. Mas existe ainda a possibilidade de se utilizar a intermodalidade e/ou a multimodalidade, como uma forma de melhorar o aproveitamento da malha de transportes através da combinação e utilização de diferentes modais ao longo da cadeia de transportes. A partir disso, recorre-se a Messias (2017) a qual enfatiza ser uma valiosa jogada estratégica manter o modal rodoviário para pequenas e médias distâncias na interligação com portos e utilizar as hidrovias e ferrovias para grandes distâncias, a fim dessa nova configuração proporcionar redução de custos, aumento de eficiência do sistema e melhoria da competitividade.

2.3 Intermodalidade e Multimodalidade

A intermodalidade consiste na combinação de duas ou mais modalidades de transportes, existindo mais de uma emissão de documentos, um para cada transportador (NOVAES, 2007). Normalmente, o trecho inicial e o trecho final do

fluxo são realizados pelo modal rodoviário, ao passo que o transporte principal pode ser feito, por outros meios de transporte.

De acordo com a Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT - (2011), o Ministério dos Transportes define a multimodalidade como a articulação de pelo menos dois modos de transporte diferentes, desde um local no país de onde a carga é enviada sobre a responsabilidade de um único agente (operador logístico) para um lugar designado para entrega, o destino. Sendo assim, não é apenas uma simples inter-relação física, como também envolve a integração de responsabilidades quanto a integridade da carga e seguro, conhecimento (documento único com resumo do contrato de transporte, geralmente, emitido pelo embarcador), programação, cobrança do frete e as demais despesas.

No comércio internacional, o operador logístico é chamado de Operador do Transporte Multimodal, conceito introduzido pela Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD) – ONU. No Brasil, apesar de se utilizar a multimodalidade, os embarcadores não possuem grandes opções de escolhas modais, devido à questão de acessos limitados. Faria e Gameiro (2010) consideram de suma importância que todas as restrições existentes nas origens e nos destinos sejam conhecidas pelos tomadores de decisão, tendo em vista a necessidade do ganho de escala e a otimização no processo de transporte.

Todas as formas de transporte, como o transporte unimodal, a intermodalidade e a multimodalidade têm suas vantagens e desvantagens. A escolha de uma alternativa de transporte geralmente está atrelada a disponibilidade de infraestrutura para sua operação, principalmente quando se trata da movimentação de cargas.

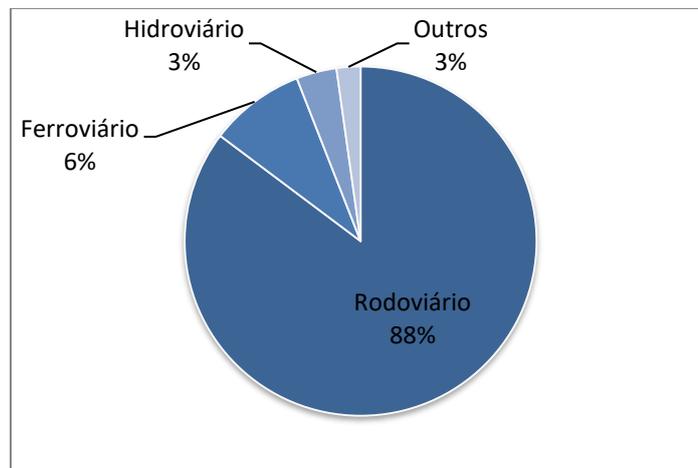
2.4 Panorama da Infraestrutura de Transportes no Rio Grande do Sul-RS

A Matriz Modal Gaúcha de transporte de carga é composta por cinco diferentes modalidades: rodoviária, ferroviária, hidroviária, dutoviária e aeroviária (PELT-RS, 2012). Isso contribui para uma rede multimodal de transportes relativamente bem estruturada e capilarizada. Entretanto, ainda é significativa a matriz de transportes excessivamente centrada no transporte rodoviário (SEPLAN RS, DEPLAN, 2017). A adequação dessa infraestrutura às necessidades de

transporte de mercadorias é importante para o bom funcionamento da economia (PELT-RS, 2012).

Segundo dados publicados pelo Plano Estadual de Logística de Transportes do Rio Grande do Sul (PELT-RS), a matriz de transporte do RS está concentrada no modal rodoviário, com 88% da movimentação de cargas. Quantidade bem superior à brasileira que em 2014, obteve 61,1% de participação na matriz rodoviária (CNT, 2016). A Figura 2.2 demonstra o cenário do sistema multimodal gaúcho.

Figura 2.2 - Matriz Modal do Rio Grande do Sul – 2014



Fonte: PELT-RS, (2014).

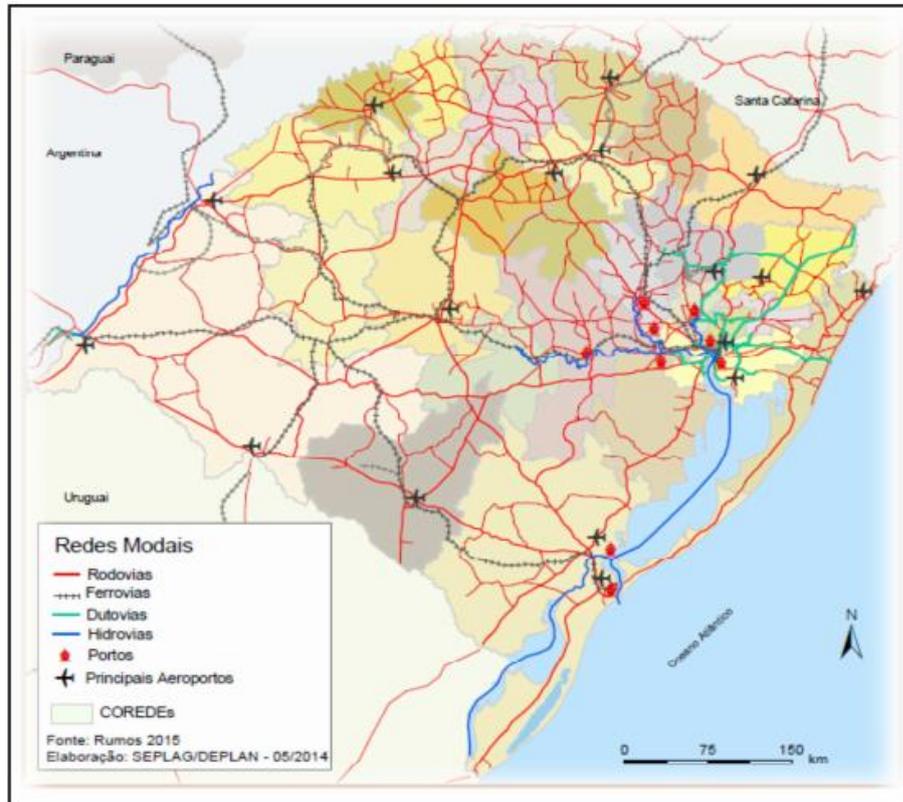
O estado do Rio Grande do Sul possui sua posição geográfica distante dos principais mercados consumidores do Brasil e Exterior, pois está localizado ao mesmo tempo no extremo Sul do Brasil e no Centro do Mercosul. Isso faz com que os custos de transporte e logística sejam fundamentais para manter a competitividade do Estado (PELT-RS, 2012).

Além dos fluxos de mercadorias produzidas e consumidas no estado, trafegam por sua infraestrutura de transportes mercadorias entre o restante do Brasil, o Uruguai e a Argentina. Na cidade de Uruguaiana está localizada a ligação ferroviária com a Argentina, única ligação internacional dessa modalidade que está ativa no estado (PELT-RS 2012).

A Figura 2.3 demonstra o sistema multimodal gaúcho. Percebe-se que a falta de ligação inter-regional de hidrovias e ferrovias favorece a dependência das rodovias. Ademais, o estado tem características geográficas heterogêneas, as quais

proporcionam disparidades regionais na utilização dos diversos modais de transporte.

Figura 2.3 – Sistema de Transporte do Rio grande do Sul



Fonte: SEPLAG/DEPLAN, (2013).

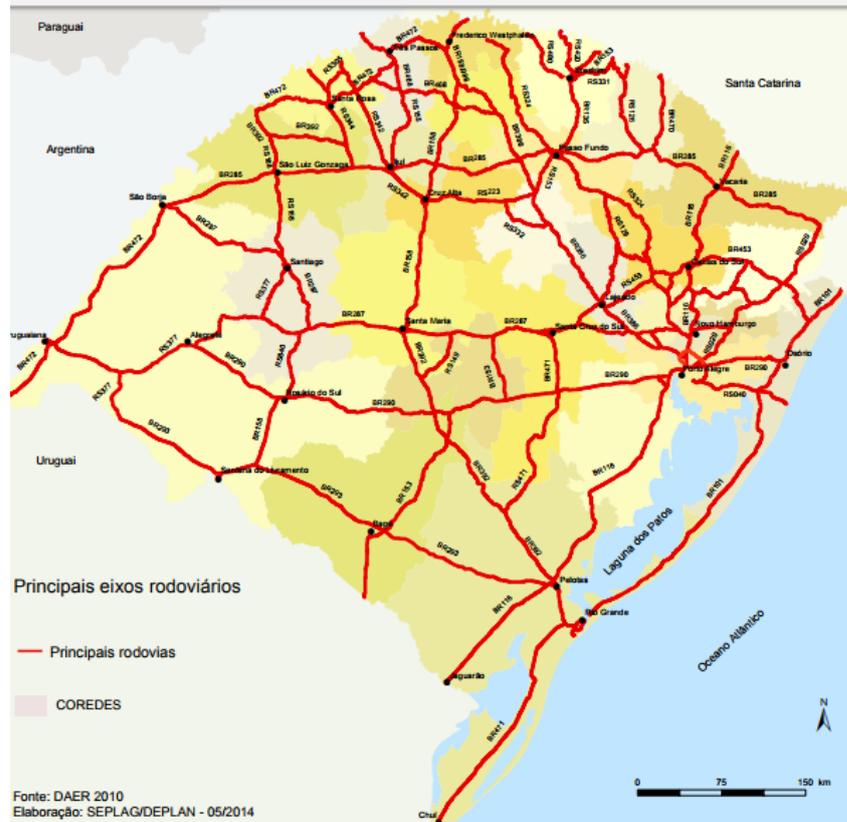
2.4.1 Rodovias

Conforme exposto anteriormente, a rede rodoviária é a principal modalidade de transporte no estado, responsável pela movimentação da maior parte da carga transportada. Por meio de duas rodovias principais (BR-116 e a BR-101) o Rio Grande do Sul se integra aos demais estados brasileiros. Pela BR-101 trafegam cargas oriundas ou destinadas à Região Metropolitana de Porto Alegre e região sul do estado. Pela BR-116 trafegam as cargas da região da Serra Gaúcha e da região Nordeste do estado (PELT-RS 2012).

Segundo o Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem - DAER, a malha do RS possui aproximadamente 155 mil km de rodovias federais e estaduais, além das municipais (Figura 2.4). A malha federal estrutura a rede de transporte com rodovias longitudinais, diagonais, transversais e de ligação. A rede estadual articula-

se à federal, sendo mais densa e capilarizada nas regiões norte e nordeste do estado em função do maior número de municípios e núcleos urbanos (SEPLAN RS, DEPLAN, 2017).

Figura 2.4 - Rodovias do Rio Grande do Sul



Fonte: SEPLAG/DEPLAN, 2014

O sistema rodoviário conta com uma extensão aproximada de 11.357 km de malha pavimentada, sendo que destes, cerca de 5.757 km estão sob jurisdição federal e 4.902 km sob jurisdição estadual (CNT, 2016). Contudo, a distribuição não é homogênea, pois as sedes de alguns municípios ainda não possuem acesso pavimentado. Cerca de aproximadamente 3.800 km de estradas federais e estaduais encontram-se nestas condições, e dentre as quais 1.300 km estão em obras de pavimentação (PELT-RS 2012; SEPLAN RS/DEPLAN, 2017).

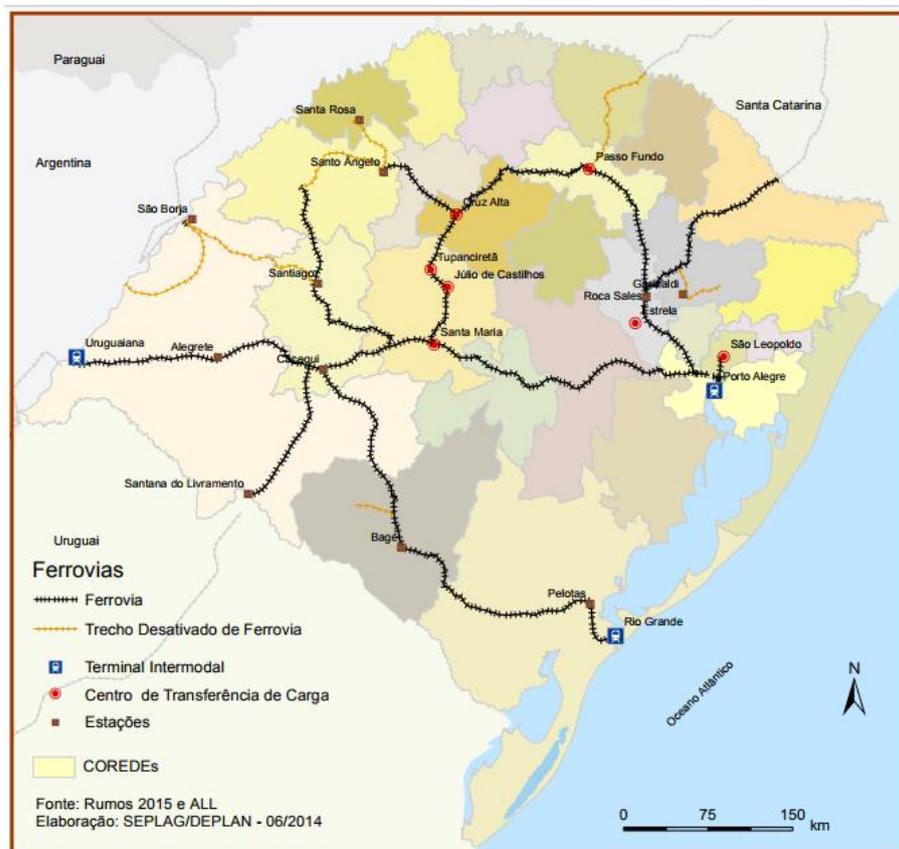
Ainda, segundo pesquisa realizada no ano de 2016, o pavimento das rodovias federais foi classificado em extensão por quilômetro (km) como: Ótimo (396); Bom (2.828); Regular (4.017); Ruim (1.083) e Péssimo (333). Tal situação vislumbra maior necessidade de investimento em melhorias e manutenção das vias federais, uma vez que apenas 396 km apresentou condições ótimas na pavimentação da rodovia (CNT, 2016).

O modal rodoviário, apesar do custo alto do frete, é aquele que oferece maior flexibilidade e extensão de malha (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2014). A relativa facilidade de implantação é caracterizada por sua estrutura barata e mais simples de construir.

2.4.2 Ferrovias

A malha ferroviária do Rio Grande do Sul (Figura 2.5), possui aproximadamente 3.259 km de linhas e ramais e é utilizada somente para o transporte de cargas, cuja fiscalização é realizada pela ANTT. O transporte ferroviário é o segundo em importância dentro do estado. No entanto, é considerado por planejadores e técnicos do setor de transportes um importante elo da cadeia logística para o transporte de cargas com grande potencial para crescimento, desde que conectado adequadamente por centros de transferência de cargas aos modais rodoviário e hidroviário (SEPLAN RS/DEPLAN, 2017).

Figura 2.5 - Ferrovias do Rio Grande do Sul



Fonte: SEPLAG/DEPLAN, 2014

Os centros de transferência de cargas que apresentam maior movimentação localizam-se nas proximidades da Região Metropolitana de Porto Alegre, Passo Fundo, Cruz Alta, Uruguaiana e Porto do Rio Grande. A rede é denominada corredor do Rio Grande com início no município de Cruz Alta, seu traçado possibilita o acesso a duas outras cidades do estado do Rio Grande do Sul, Cacequi e Santa Maria. O trajeto segue até o Porto de Rio Grande, totalizando 778,8 km de extensão. Os principais produtos transportados são: combustíveis, fertilizantes, *commodities*, agrícolas, farelo e óleos vegetais, produtos florestais e contêineres. Os maiores terminais intermodais encontram-se em Porto Alegre, Uruguaiana e Rio Grande, junto ao Porto (SEPLAN RS, DEPLAN, 2017).

O sistema ferroviário do estado do Rio Grande do Sul faz parte da Malha Regional Sul, controlada por longo período pela Rede Ferroviária Federal - RFFSA, e foi concedida para a iniciativa privada em 1997 à América Latina Logística – ALL. A operação atual é da empresa Rumo, nova companhia resultante da fusão Rumo - América Latina Logística - ALL, com concessão para o período de 1997 a 2027 e operação das malhas das Regiões Sul e Sudeste (PELT-RS 2012; SEPLAN RS/DEPLAN, 2017).

A diferença de bitolas entre as ferrovias brasileiras, argentinas e uruguaias é o principal gargalo para a integração entre os sistemas ferroviários, pois obriga a necessidade de transferência de carga entre composições (PELT-RS 2012). De acordo com a ANTT a maior parte apresenta bitola de 1 metro, sendo que apenas 5 km apresentam bitola mista (1,435 m), com objetivo de realizar a integração com as malhas argentinas e uruguaias. Atualmente vários trechos ferroviários do estado estão desativados ou só operam em época de safra. Operacionalmente, verificam-se insuficiências no sistema de manutenção, necessidade de adequação da malha, recuperação de ramais e “gargalos logísticos” referentes a contornos urbanos, acesso aos portos e construção de variantes de acesso a centros de produção.

Junto com as condições de conservação, a configuração da rede ferroviária apresenta deficiências que limitam a sua utilização. Observa-se uma carência de investimentos pontuais na construção, remodelação e ampliação maior com outros modais como a melhoria da ligação com os portos hidroviários do estado (PELT-RS 2012; SEPLAN RS/DEPLAN, 2017; GONÇALVES; BRAATZ; MORAES, 2016).

Apesar das deficiências de traçado, existem boas possibilidades para o uso de ferrovias, pois 80% da atividade industrial gaúcha e 52% da atividade

agropecuária em termos de valor agregado estão localizadas a menos de uma hora de viagem por rodovia de um terminal ferroviário. Praticamente toda atividade industrial e 93% da atividade agropecuária estão a menos de duas horas de um terminal ferroviário (PELT-RS 2012).

2.4.3 Hidrovias e Portos

De acordo com Cunha (2014) o Rio Grande do Sul apresenta uma das maiores redes hidroviárias do interior do Brasil (Figura 2.6). A chamada hidrovia do Sul concentra sua navegação comercial nos seguintes corpos de água: Lagoa dos Patos e Mirim, Canal de São Gonçalo, Lago Guaíba e os Rios Jacuí, Taquari, Caí, Sinos e Gravataí, que formam o Rio Guaíba. Os principais portos públicos são os Portos do Rio Grande, Pelotas, Porto Alegre e Estrela, onde operam também Terminais de Uso Privativo – TUPs (SEPLAN/RS, DEPLAN, 2017).

Figura 2.6 – Hidrovias, Portos e Principais aeroportos do RS



Fonte: SEPLAG/DEPLAN, 2014

Conforme o Plano Hidroviário Estratégico, do Ministério dos Transportes (PHE/MT, 2013), o estado possui um grande potencial para a navegação interior devido à extensão de sua rede hidrográfica de quase 2.200 km. Porém, atualmente, apenas 930 km são navegáveis (SPH/RS, 2006). As três principais rotas hidroviárias do estado são as de: Porto Alegre – Rio Grande, Cachoeira do Sul – Rio Grande e Estrela – Rio Grande, todas usam o Lago Guaíba e a Laguna dos Patos como trecho hidroviário (SILVA, 2010; CUNHA, 2014).

Como limitação há de se levar em consideração que as condições de navegabilidade das hidrovias interiores diferem ao longo do ano, ao contrário da navegação marítima que proporcionam condições operacionais praticamente permanentes (COSTA, 2004). Geralmente, aparecem restrições de profundidade, trechos estreitos, meandros, curvas fechadas e diferenças de níveis a transpor, que exigem intervenções para torná-las efetivamente navegáveis (CUNHA, 2014). Mas, embora o calado da hidrovia impeça a operação de grandes navios oceânicos, existe um potencial de utilização desses portos principalmente para transporte de produtos industrializados, pois cerca de 70% da atividade industrial gaúcha se encontra a menos de 60 minutos desses portos (PELT-RS, 2012).

Segundo dados da Agência Nacional dos Transportes Aquaviários – ANTAQ - (2011) a navegação no interior do Rio Grande do Sul representou mais de 50% do total transportado pelas hidrovias gaúchas. Merecem destaque nesse montante as linhas Canoas-Rio Grande, Triunfo-Rio Grande, Guaíba-Rio Grande e Porto Alegre-Rio Grande com 90% na participação no total de cargas transportadas. Cunha (2014) menciona ainda que o sistema hidroviário é de importância estratégica para o estado, seja pelo potencial das vias navegáveis, pelo menor custo de frete comparado com outros modais ou também pelo perfil produtivo.

A principal rota hidroviária do estado encontra-se entre Porto Alegre e Rio Grande com extensão de 315 km e um calado de 5,2 metros. As cargas mais significativas transportadas em direção ao Porto do Rio Grande são os produtos petroquímicos, farelo e óleo de soja e a celulose. Em direção ao Porto de Porto Alegre destacam-se os fertilizantes, sal, clínquer e bobinas de papel. A rota de Estrela, Taquari em direção ao Porto de Porto Alegre possui 452 Km de extensão e destaca-se o transporte de grãos (farelo e óleo de soja). Já a rota Cachoeira do Sul, Charqueadas, Porto Alegre, Rio Pardo, Santa Clara e Rio Grande possui 543 Km de extensão e transporta na sua maioria carvão (SEPLAN/RS, DEPLAN, 2017).

Apesar do espaço que o transporte hidroviário vem ganhando nos últimos anos no Rio Grande do Sul, é grande a limitação do seu desenvolvimento em decorrência da necessidade de estações de transbordo, portos e terminais, cujos custos de construção são elevados (POMPERMAYER; CAMPOS NETO; DE PAULA, 2014). Percebe-se com isso a importância do fortalecimento da política da construção naval na Região Sul do estado. Por essa razão, foram investidos R\$ 85,5 milhões, visando o balizamento e sinalização na Lagoa dos Patos e nos canais do terminal Santa Clara e no acesso ao Porto do Rio Grande e também na implementação da hidrovía do Mercosul (PNLT, 2012).

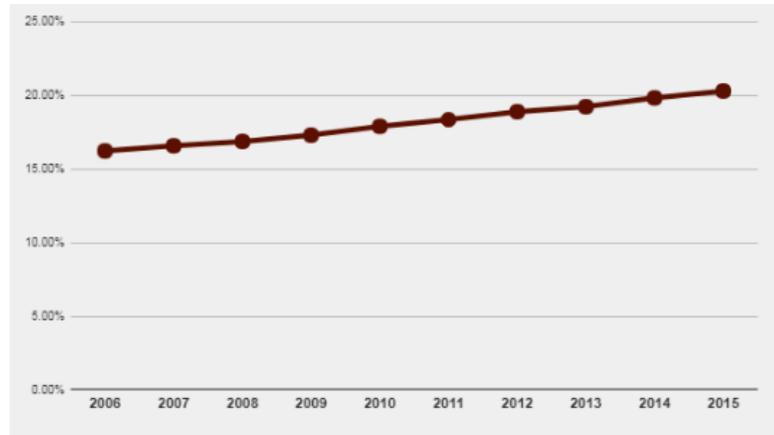
2.5 Impacto do sistema de transporte sobre a economia gaúcha

Não se concebe uma política de desenvolvimento regional e nacional sem a adequação da infraestrutura de transportes de qualidade e de agentes de mercado que prestem serviços confiáveis (PEREIRA, 2015; BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2006). A Agenda 2020 a partir da análise do Fórum Temático de Infraestrutura compreende que o Rio Grande do Sul necessita, com urgência, resolver os problemas estruturais e operacionais que vem penalizando sua infraestrutura, comprometendo substancialmente a competitividade do estado e limitando o seu desenvolvimento.

O transporte de carga, em particular, tem sua importância associada não apenas na participação da composição do produto interno bruto do estado, mas também pela crescente influência que a transferência, coleta e distribuição de carga têm no desempenho dos segmentos econômicos produtivos e no bem estar da sociedade (SOUZA; D'AGOSTO, 2013). O transporte como dito anteriormente é uma das principais funções logísticas e representa o elemento mais importante do custo logístico para inúmeras empresas, nas quais isso significa mais de 50% do lucro da mesma (FIGUEIREDO; FLEURY; WANKE, 2009).

O Rio Grande do Sul devido à posição geográfica em relação aos mercados consumidores e a uma grande dependência do modal rodoviário tem custo logístico equivalente a 19,8% do PIB (AGENDA 2020, 2014). Como consequência, o RS opera com custos significativamente menos competitivos que outros estados da Federação e que o Brasil (12%), por exemplo. Ou seja, além de muito alto, o custo de logística não para de crescer, como pode-se observar na Figura 2.7.

Figura 2.7 – Custo logístico no RS, 2006-2015



Fonte: AGENDA 2020 – Fórum de Infraestrutura. 2014.

Infelizmente, observa-se um cenário dispendioso em relação ao mau aproveitamento dos recursos em transporte no estado gaúcho, resultado da falta de planejamento e descontinuidade administrativa. Segundo Araújo e Guilhoto (2008) para uma adequada provisão de recursos na infraestrutura de transporte é necessário elaborar uma estratégia de planejamento de longo prazo.

2.6 Planejamento Estratégico em Transportes

De acordo com Senna (2014), a valorização do planejamento de logística e transporte se faz necessária frente às mudanças macroeconômicas e análises que consideram um novo papel das administrações públicas, face aos desafios da globalização. Como qualquer outro subsistema organizacional, o logístico exige um planejamento detalhado, derivado do planejamento estratégico da organização e que se desdobre até a atividade de transportes (RAZZOLINI FILHO, 2011).

No enfoque organizacional, para Chiavenato (2014), o planejamento determina antecipadamente quais objetivos devem ser atingidos e o melhor curso de ação para alcançá-los. Não se trata de adivinhar o futuro, mas de reconhecer que, como as ações presentes refletem necessariamente antecipações e presunções sobre o futuro, estas devem ser feitas explicitamente, e não subjetivamente.

Crucial para o desenvolvimento econômico e aumento da competitividade, o planejamento estratégico do setor de transportes indica as principais diretrizes para investimentos em infraestrutura. De maneira a reduzir os custos e outras

ineficiências relacionadas à ausência de planejamento e investimentos no setor (CAMARA et al, 2016). Parafraseando CAMPOS (2013), o planejamento de transportes é uma área de estudo que visa adequar as necessidades de transporte de uma região ao seu desenvolvimento de acordo com suas características estruturais. Isto significa implantar novos sistemas ou melhorar os existentes. Por isso, é necessário um planejamento contínuo, para evitar deficiências no sistema logístico e para que esse sistema possa ser constantemente adaptado às novas características de uso. Sendo assim, a seguir são apresentados os principais planos em transporte lançados pelo governo.

2.6.1 Planos em Transportes

Como medida paliativa o governo lança mão de estudos desenvolvidos sobre a análise da infraestrutura em função dos componentes logísticos, tanto na esfera Nacional quanto na Estadual. Como exemplo, mencionam-se os que objetivam a demanda de transporte e logística no País como é o caso do Plano CNT de Transporte e Logística (2007, 2010, 2014) e o Estudo de Transporte de Cargas no Brasil (CNT, 2016); e os que tratam da análise da oferta de infraestrutura de transporte, como a Pesquisa CNT Ferrovias (2006, 2009, 2011; 2015), Pesquisa CNT de Rodovias 2000-2016 e Pesquisa Aquaviária CNT (2006; 2013) (LUNA et al, 2011).

Concomitante, nos últimos anos, têm sido desenvolvidos também planos estratégicos de transportes, tanto em nível federal (Plano Nacional de Logística e Transportes – PNLT) como em nível estadual (Plano Estadual de Logística e Transporte – PELT) (VIEIRA; GONÇALVES; DORION, 2015).

2.6.2 Plano Nacional de Logística e Transportes – PNLT e Plano Estadual de Logística de Transportes – PELT

Repensar o Rio Grande do Sul para o novo século significa situá-lo em novos paradigmas e descobrir que o velho modelo de planejamento orientado essencialmente para o setor público, já não é capaz de mobilizar as energias da sociedade na construção do futuro, pois o setor estatal já não possui a capacidade de alavancagem que apresentou no passado. Um dos marcos desse paradigma está registrado tanto nos PELTs desenvolvidos a partir do ano 2000, como no seu marco mais significativo o PNLT publicado em sua primeira versão em 2007 (RUMOS, 2005; COSTA, 2014).

Dito isso, no ano de 2003, em função dos gargalos na logística nacional de transportes quanto a deterioração da infraestrutura e a retração da capacidade de investimentos públicos, o Ministério dos Transportes iniciou estudos de forma a buscar novas estratégias que permitissem a melhoria do desempenho logístico e de transporte. Estes estudos culminaram, em meados de 2007, na divulgação do PNLT, com objetivo de orientar as ações do Governo Federal para equilibrar a matriz de transporte e desconcentrá-la das rodovias, de modo a permitir que as empresas privadas também participem da infraestrutura logística (MOORI; RIQUETTI, 2014; MESSIAS, 2017).

Seguindo este movimento, o estado do Rio Grande do Sul desenvolveu o Plano Estadual de Logística de Transportes (PELT/RS) e encontra-se em fase de conclusão. O PELT/RS tem como objetivos principais: definir a visão de futuro e as estratégias de intervenção pública e privada, no setor dos transportes e da logística, a fim de fomentar, nos próximos 25 anos, o crescimento da economia estadual; e fornecer ao estado as ferramentas de planejamento no setor de transportes e da logística, visando torná-lo autossuficiente no diagnóstico de suas demandas e no planejamento de seu próprio sistema logístico. Com o aporte na ordem de R\$ 8 milhões, financiados com recursos do Banco Mundial, o estudo visa orientar o desenvolvimento logístico do estado no horizonte temporal de 25 anos, ou seja, de 2012 a 2037 (SEINFRA/RS, 2013).

Uma análise inicial do sistema logístico do estado, levando-se em consideração a movimentação de bens e de mobilidade até 2039, indicou uma necessidade de

investimentos na ordem de R\$ 24,3 bilhões, dos quais R\$ 14,5 bilhões são obras multimodais, e o restante em programas adicionais, a partir de novos gargalos provocados pelo incremento da economia (PELT-RS, 2012).

Além do planejamento em transportes, outro aspecto que deve ser considerado nessa temática são os aspectos da escolha modal, ou seja, as preferências e escolhas realizadas pelos embarcadores logísticos (SOUZA; D'AGOSTO, 2013), de acordo com o tipo de carga, via a ser transportada, e necessidades da demanda.

3 ASPECTOS DA ESCOLHA MODAL DE TRANSPORTES

Muitos dos esforços de pesquisa nas últimas décadas se concentraram no comportamento da escolha modal e fatores de influência no transporte de passageiros; ou seja, escolhas que as pessoas realizam no seu deslocamento do dia a dia (SHAMS; ASGARI; JIN, 2017). Pesquisas relacionadas à escolha do modo de transporte de mercadorias é mais recente, desde que a mudança na divisão modal de frete tornou-se um importante objetivo político no final dos anos 90 (MOSCHOVOU; GIANNOPOULOS, 2010).

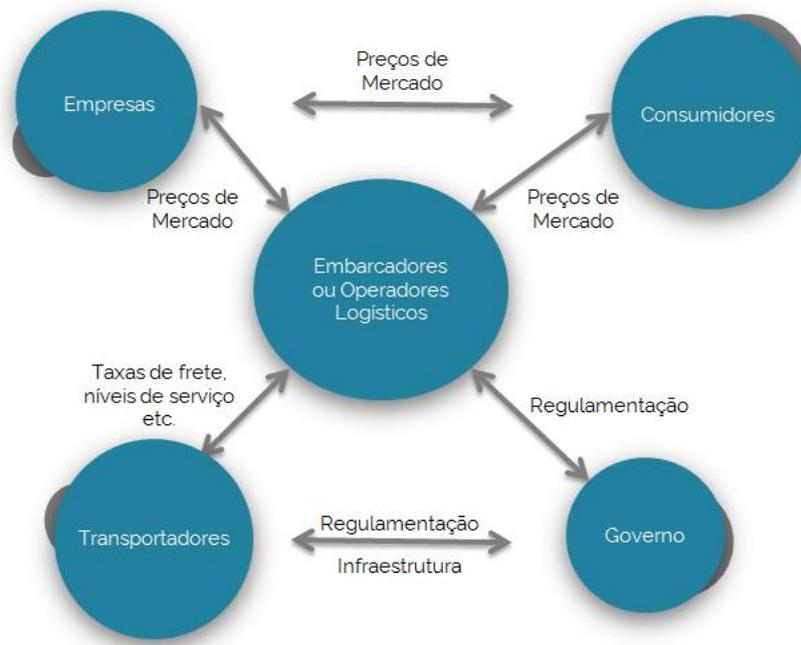
A complexidade e heterogeneidade envolvidas no transporte de bens torna muito mais difícil de analisar do que o transporte de passageiros (ROMÁN; ARENCIBIA; FEO, 2016). Esta é uma das principais razões pelas quais o setor de transporte de mercadorias foi estudado muito menos extensivamente e porque muitos dos estudos realizados concentraram suas análises nas quantidades de demanda realmente exigidas ao invés de examinar os fatores que a determinam. Além disso, a disponibilidade limitada de dados nesta área (ROMÁN; ARENCIBIA; FEO, 2016), limita o alcance das aplicações empíricas como também o debate metodológico (ARENCIBIA et al., 2015), evidenciando assim, o quão difícil se torna essa tarefa.

Devido a natural complexidade dos sistemas de transporte de carga, os esforços de modelagem feitos até hoje aparecem sob uma extensa variedade de formas (LIMA, 2001). A maioria dos modelos tem como característica principal a tentativa de previsão do comportamento dos chamados agentes econômicos envolvidos na movimentação de cargas. A Figura 3.1 apresenta as relações existentes entre os vários agentes econômicos envolvidos no transporte de carga. São eles:

- Empresas: responsáveis pela produção de mercadorias e/ou produtos.
- Consumidores: consomem as mercadorias e/ou produtos produzidos pelos produtores.
- Embarcadores (*operadores logísticos*): tomam as decisões sobre a geração de viagens das origens, a distribuição dessas viagens ao conjunto de destinos possíveis e a escolha sobre quem irá executar o transporte de uma determinada carga das origens aos destinos.

- Transportadores: inclui as empresas e/ou transportadores individuais de carga e todos os modos de transporte disponíveis.
- Governo: abrange os órgãos municipais, estaduais e federais, envolvidos de alguma maneira com o transporte de carga, e que atuam principalmente na regulamentação, manutenção e fornecimento de infraestrutura de transportes.

Figura 3.1: Fluxograma dos agentes econômicos no transporte de cargas.



Fonte:

Adaptado de LIMA (2001).

A indústria do transporte de mercadorias é a espinha dorsal para o comércio nacional e internacional, uma vez que os bens normalmente não são consumidos no mesmo local em que são produzidos, exigindo um processo em que devem ser tomadas decisões inter-relacionadas para garantir que esses bens alcancem seu destino (ROMÁN; ARENCIBIA; FEO, 2016). Assim, um bom conhecimento dos fatores que afetam a escolha modal é talvez a mais importante nas decisões do apropriado modo de transporte.

3.1 Fatores que afetam a escolha modal do transporte de cargas

A escolha do modal consiste na decisão de qual ou quais modos irão ser empregados no transporte da mercadoria, seja ela matéria-prima ou produto acabado (OLIVEIRA; CURY, 2004). Algumas características como o volume, o valor e o peso do produto possuem alta influência nesta escolha podendo excluir alguns modos da gama de alternativas. Bem como os custos que diferenciados, tornam-se mais adequados para determinados tipos de operações e mercadorias (FLORENTINO, 2010).

3.2 Custo Logístico

Os custos logísticos podem ser classificados em Fixos e Variáveis. O modal rodoviário apresenta custos fixos baixos porque as rodovias são construídas com verbas públicas e a aquisição de veículos depende dos profissionais de transporte e das empresas transportadoras. Já seus custos variáveis (combustíveis, óleo e manutenção) são medianos, pois variam de acordo com a quilometragem percorrida. O modal ferroviário, apesar de apresentar custos variáveis baixos, possui custos fixos elevados em face dos altos investimentos para implementação de linhas férreas, terminais, locomotivas e vagões. Por sua vez, o modal hidroviário possui investimentos considerados médios em face dos altos preços dos navios e equipamentos na sua infraestrutura, porém seus custos variáveis são relativamente baixos, em razão da alta capacidade de transportar grandes volumes e toneladas, além da diversidade de cargas que podem ser transportadas (FLEURY, 2003; FLORENTINO, 2010).

Uma vez que o custo de transporte é o mais representativo entre todos os custos logísticos; é importante considerar todas as variáveis que afetam diretamente a movimentação dos produtos transportados, não somente o frete do produto (BOZOKY et al., 2014). Para Bowersox; Closs, (2010) existem sete fatores que influenciam os custos de transporte, conforme pode-se observar na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Fatores econômicos que influenciam os custos de transporte

FATOR	INFLUÊNCIA
Distância	O fator distância possui maior influência nos custos de transporte, uma vez que contribui diretamente nas despesas variáveis, como a manutenção e o combustível.
Volume	O custo de transporte unitário diminui à medida que o volume de carga aumenta. Pois uma carga completa da capacidade do modal de transporte possibilita a diluição dos custos por unidade transportada.
Densidade	Constitui na relação entre peso e espaço. O modal normalmente tem maior restrição de espaço do que de peso. Portanto, quanto maior for a densidade, melhor aproveitamento da relação peso/volume e menor o custo de transporte.
Facilidade de Acondicionamento	Depende das dimensões das unidades de carga e da forma como elas afetam a utilização de espaço no veículo.
Facilidade de Manuseio	Refere-se aos equipamentos utilizados para movimentar a carga durante o processo de carregamento e descarga.
Responsabilidade	Corresponde as características dos produtos que podem resultar em danos, reclamações potenciais e eventuais avarias.
Mercado	Fatores que podem afetar os valores dos fretes, tais como a intensidade, facilidade de tráfego, sazonalidade entre outros.

Fonte: Bowersox; Closs, (2010).

Porém, a escolha do modal não se objetiva, exclusivamente, a minimizar os custos. Alguns aspectos logísticos têm se incorporado nesse processo de escolha. Assim, os atributos que expressam variáveis temporais e níveis de serviço são muito relevantes na escolha do modo de transporte (GRANEMANN; GARTNER, 2000).

3.3 Atributos e nível de serviço logístico

Oliveira e Cury (2004) exemplificam alguns atributos além dos custos de transporte que influenciam diretamente a escolha modal como: a confiabilidade, a acessibilidade do modo, o tempo de deslocamento, a segurança da carga, entre outros. Já Ballou (2006) lista seis atributos além do valor do frete: confiabilidade, tempo em trânsito, perdas e danos, considerações de mercado do embarcador, e considerações relativas aos transportadores. O autor ainda reforça que entre todos os atributos que influenciam a escolha modal, os referentes ao serviço são os de maior peso, afirmando o seguinte: “Levando em conta que não se pode escolher um serviço que não esteja disponível, ficam necessariamente o tempo em trânsito

(agilidade) e a variabilidade do tempo em trânsito (confiabilidade) como os atributos principais na escolha de um serviço, seguidos pelo custo” (Ballou, 2006, p. 188). Os dois últimos pontos apresentados pelo autor fazem referência a uma esfera importante na decisão modal: as características do mercado. O mercado pode impor requisitos de velocidade, atendimento, volume, distância, entre outros, bem como se trata de um fator relevante na formação dos preços. Oliveira e Cury (2004) citam o impacto das infraestruturas e tecnologias de transporte disponíveis e o local da tomada de decisão sobre o modo de transporte a ser utilizado.

Na Tabela 3.2 Wanke e Figueiredo (2000) apresentam as características operacionais relativas de cada modal de transporte, sendo que a menor pontuação indica a melhor classificação. A definição de cada característica da tabela, na percepção compilada pelos autores pode ser verificada a seguir:

- Velocidade: corresponde ao tempo transcorrido de movimentação em uma determinada rota, sendo conhecido também como *transit time*.
- Disponibilidade: refere-se à capacidade do modal em atender diretamente a origem-destino entre as localidades.
- Confiabilidade: é variabilidade potencial das programações de entrega esperadas e divulgadas.
- Capacidade: corresponde à possibilidade que um modal tem de atender os requisitos de transporte, como tamanho e tipos de carga.
- Frequência: refere-se à quantidade de movimentações programadas que o modal possui.

Tabela 3.2 - Características Operacionais de cada Modal de Transporte.

Características Operacionais	Rodoviário	Ferrovário	Hidroviário
Velocidade	1	2	3
Disponibilidade	1	2	3
Confiabilidade	1	2	3
Capacidade	3	2	1
Frequência	1	2	3
Resultados	7	10	13

Fonte: Adaptado de Fleury; Wanke; Figueiredo (2000) p.130.

Analisando os dados da tabela, no que diz respeito à velocidade, os modais rodoviário e ferroviário se destacam. Porém, vale ressaltar que, a velocidade destes

modais depende do estado de conservação das vias e do nível de congestionamento das mesmas. As transportadoras rodoviárias apresentam a maior disponibilidade, em função do serviço porta a porta, uma vez que conseguem dirigir-se diretamente para os pontos de origem e destino. O transporte rodoviário também se destaca em termos de confiabilidade, devido a seu serviço contínuo e à possibilidade restrita de interferência pelas condições climáticas e de congestionamento, seguido pelo ferroviário e hidroviário. Teoricamente este último possui baixo desempenho em função de sua grande sensibilidade a questões climáticas, o que torna bastante comum atraso nas chegadas e partidas. Referindo-se à capacidade, o modal hidroviário ganha destaque em relação aos demais, tendo em vista que ele pode transportar praticamente todo o tipo de produto e de volume, podendo atingir centenas de milhares de toneladas. No geral, têm-se que o transporte rodoviário lidera a classificação por apresentar destaque em quase todas as características, deixando a desejar apenas na capacidade.

A identificação de potenciais melhorias no transporte de mercadorias depende de uma avaliação de como os usuários percebem a qualidade dos serviços e o que eles acham que são atributos importantes. Normalmente, essas percepções e as preferências variam entre os tipos de usuários (por exemplo, embarcadores, transportadores) e tipos de mercadorias, por exemplo, carga geral e contêineres (DUAN et al., 2016). Assim, as preferências dos usuários devem ser estudadas, não apenas sobre suas preferências de modo, mas sobre suas preferências dos atributos considerados em cada modal (DUAN et al., 2016). Ainda, para cada modo de transporte os atributos podem ser mensurados de forma distinta de acordo com a percepção e processo de escolha do usuário (HASHIBA, 2012).

Vários são os estudos científicos internacionais que se dedicaram a identificar os atributos relevantes utilizados nos modelos de escolha modal de transporte. A maioria destes artigos optou por considerar os atributos do ponto de vista do embarcador no momento da tomada de decisão em nível estratégico. As principais obras e respectivos atributos podem ser observados na Tabela 3.3.

No esforço de avançar na compreensão da utilização dos atributos constatou-se que do total dos dezesseis trabalhos analisados, apenas cinco apresentam maior sensibilidade da demanda para as políticas que afetam os custos de transporte, são eles: Danielis; Marcucci, 2006; Brooks et al., 2012; Arencibia et al., 2015; De Jong et al., 2015; Feo; Menéndez; Salazar, 2016. Enquanto que o restante das pesquisas,

ou seja, onze, apresentam maior sensibilidade quanto ao nível de serviço: Danielis, Marcucci; Rotaris, 2004; Beuthe; Bouffioux, 2008; Moschovou; Giannopoulos, 2010; Zamparini, Layaa; Dullaert, 2011; Feo et al.,2010; Li e Hensher, 2012; Bergantino et al.,2013; Duan et al., 2016; Larranaga, Arellana e Senna, 2016; Román, Arencibia e Feo, 2016; Meers et al., 2017.

Tabela 3.3 – Atributos considerados nas pesquisas internacionais

Atributos /Autor	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
Custo de transporte	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Tempo de transporte	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Frequência serviço		x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x		x
Confiabilidade			x	x	x	x							x		x	x
Pontualidade	x						x		x	x					x	
Atraso		x								x	x	x		x		
Risco e danos	x	x				x			x							
Flexibilidade		x	x			x										
Segurança			x										x			
Taxa de frete							x									
Qualidade Serviço				x												
Tamanho da remessa				x												

Nota: 1 = Danielis, Marcucci e Rotaris, 2004; 2= Danielis e Marcucci ,2006; 3= Beuthe; e Bouffioux,2008; 4= Moschovou e Giannopoulos, 2010; 5= Feo et al.,2010; 6= Zamparini, Layaa; Dullaert, 2011; 7= Li e Hensher, 2012; 8= Brooks et al., 2012; 9= Bergantino et al.,2013; 10= Arencibia et al., 2015; 11= De Jong et al., 2015; 12= Feo, Menéndez e Salazar, 2016; 13= Duan et al., 2016; 14= Román, Arencibia e Feo, 2016; 15= Larranaga, Arellana e Senna, 2016; 16= Meers et al., 2017. **Fonte: Elaborado pelo autor**

3.4 Estimativa da Demanda por Transportes: Estrutura do Processo de Escolha do Usuário

Alguns problemas de transportes vieram à tona devido ao crescimento econômico, o qual tem causado uma demanda que excede a capacidade da maioria dos modais, posto que os investimentos na infraestrutura não aumentaram na mesma proporção. Um fator importante na tentativa de solucionar esse impasse é estimar a demanda por transportes. Posto dessa forma é necessário conhecer o comportamento dos usuários e compreender de que modo eles tomam suas decisões.

O importante nesse processo é que a probabilidade de escolha do modo de transporte é tanto maior, quanto maior a satisfação do usuário, e investimentos em modos de transportes mais sustentáveis poderão condicionar ou motivar a escolha do usuário. Louviere, Hensher e Swait, (2000) estruturaram o processo de decisão do consumidor em seis fases (Figura 3.2).

Figura 3.2 - O processo de escolha dos consumidores



Fonte: Adaptação de Louviere, Hensher e Swait (2000, p. 8)

Ao se deparar com um problema, o indivíduo conscientiza-se da necessidade de obter algum serviço. Desse modo, o consumidor passa por um processo de definição de atributos e alternativas sobre os serviços que podem satisfazer suas necessidades. Na sequência, as alternativas disponíveis são avaliadas e comparadas, a partir da importância relativa das variáveis na escolha. Ben-Akiva e

Lerman (1985) citam duas categorias de escolhas: a binária e a multinomial. A primeira consiste de um conjunto com apenas duas alternativas. Esse é o tipo de estrutura mais simples de escolha. A segunda, por sua vez, expressa um conjunto de k alternativas, o que exige do pesquisador maior empenho a fim de conhecer todas as alternativas possíveis dentre o conjunto de escolhas.

Ainda segundo os autores, o conjunto de escolha inclui as alternativas possíveis e conhecidas pelo tomador de decisão. A viabilidade de uma alternativa é definida pelos seguintes elementos: Tomador de Decisão, Alternativas, Atributos das Alternativas e as Regras de Decisão.

O **Tomador de Decisão** pode ser uma única pessoa ou um grupo de indivíduos. As **Alternativas** podem representar diferentes produtos, tipos de ações ou qualquer outra opção considerada no momento que a escolha é feita (CIARLINI, 2008; TRAIN, 2003). A viabilidade de uma alternativa é definida por uma variedade de restrições, tais como: disponibilidade da alternativa, disponibilidade de recursos monetários e de tempo.

Por sua vez os **Atributos das Alternativas** correspondem às variáveis consideradas importantes para um determinado processo de decisão. Para cada alternativa avaliada, estes são medidos em uma escala de atratividade que pode ser cardinal (custo de viagem, tempo e atrasos) ou ordinal (segurança, conforto e confiabilidade).

Neste processo de escolha, quando é necessário optar por uma, entre duas ou mais alternativas, se faz necessária, também, uma Regra de Decisão. Esta descreve de que maneira o tomador de decisão processa as informações e escolhe uma única alternativa dentre as disponíveis. As regras são classificadas em quatro grupos conforme Quadro 3.1.

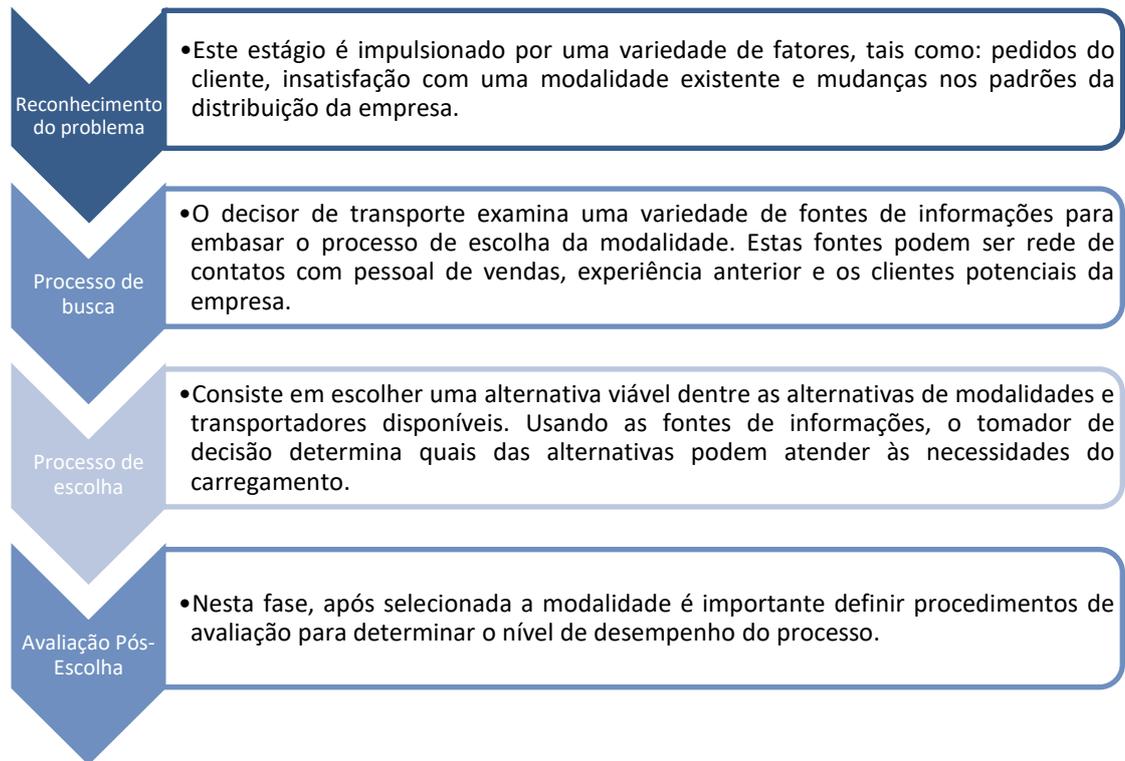
Quadro 3.1 – Classificação das Regras de Decisão

Domínio	Para uma alternativa ser dominante em relação às demais ela deve ser melhor em pelo menos um atributo e não pior nos outros atributos.
Satisfação	Os atributos de cada alternativa carregam consigo um nível de satisfação baseada nas expectativas que os tomadores de decisão têm em cada alternativa. Essas expectativas derivam de informações recebidas ou experiências anteriores.
Lexicografia	Também denominada escolha por eliminação (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2001). Neste processo o decisor opta pela alternativa mais atrativa para o atributo que considera mais importante. As alternativas que possuírem o atributo classificado no topo desta lista serão consideradas válidas e as outras serão descartadas.
Utilidade	Define uma função matemática que expressa a atratividade de cada alternativa através de seus atributos, que terão pesos diferentes na equação. É utilizada para dar mensurabilidade aos atributos, de forma que cada indivíduo realize compensações entre os atributos de cada alternativa, ou <i>trade offs</i> , para a escolha de uma na qual seu benefício seja o maior possível, e obtenha a máxima utilidade.

Fonte: Adaptação de Ben-Akiva e Lerman (1985, p. 35, tradução nossa)

Conforme defende Lambert (1993), estratégias de decisões eficazes e eficientes são de fundamental importância, tanto para o sucesso dos transportadores, os quais fornecem os serviços, quanto para os embarcadores que os utilizam. Limitações econômicas e de recursos demandam por decisões de escolha de modalidade de transporte mais eficientes e produtivas por parte das empresas. Ainda de acordo com o autor supracitado, ocorrem quatro estágios distintos de decisão da escolha de modalidade: Reconhecimento do problema, Processo de busca, Processo de escolha e Avaliação pós-escolha (Figura 3.3).

Figura 3.3 - Estágios de decisão da escolha de modalidade



Fonte: Adaptação Lambert (1993)

Conhecendo os fatores que interferem na escolha modal e de que maneira os indivíduos tomam suas decisões, é necessário escolher um modelo que represente a realidade de forma confiável. No que diz respeito aos diversos tipos de modelos comportamentais, Ortúzar e Willumsen (2001) dividem tais modelos em Agregados e Desagregados, tratados no próximo capítulo.

4 MODELOS AGREGADOS E DESAGREGADOS

Segundo SENNA (2014), até o final da década de 1990 os modelos de demanda de transporte tiveram a forma de modelagem de sistemas mais tradicionais através do denominado modelo quatro etapas. Neste, quatro submodelos são aplicados sequencialmente sobre uma base de dados. São elas: Geração de Viagens, Distribuição, Divisão Modal e Alocação.

O objetivo da aplicação de modelos de **Geração de Viagens** é permitir a estimativa, para cada zona de tráfego da área de estudo, e seu entorno em um dado período de tempo (SENNA, 2014). Os dados são obtidos através das relações observadas entre as características das viagens e informações sobre a situação socioeconômica da população (PAIVA, 2010). O segundo estágio, **Distribuição de Viagens**, do processo de projeção da demanda, é a determinação da origem e do destino dos movimentos interzonais futuros (PAIVA, 2010).

A **Divisão Modal** atribui a cada modalidade de transporte a parcela provável da demanda que irá absorver (SENNA, 2014). O objetivo é destinar aos diferentes modos de transporte as viagens com origem na zona i e destino da zona j , sem considerar as rotas existentes (PAIVA, 2010).

A **Alocação de Viagens** fornece estimativas de fluxos de tráfego em vias estratégicas, a fim de disponibilizar uma base de comparação de sistemas de transportes a médio e longo prazo (PAIVA, 2010). Assim, o objetivo é conhecer as estimativas de fluxo de veículos associadas à condição de desempenho, em cada ligação da rede de transportes (SENNA, 2014).

Esses modelos, chamados modelos agregados ou de primeira geração, são baseados nas relações observadas entre um grupo de pessoas ou nas relações médias observadas em um grande grupo de indivíduos. Ainda segundo Ortúzar e Willumsen (2001), estes são muito criticados por sua inflexibilidade, falta de precisão e altos custos. Com o intuito de sanar as limitações de modelos agregados surgiram os modelos desagregados, oferecendo vantagens sobre o enfoque clássico, que ainda era utilizado em muitos estudos. Os modelos comportamentais desagregados (MCD), também conhecidos como modelos de escolha discreta, são baseados na preferência do tomador de decisão, o qual, segundo Ciarlini (2008), escolhe a alternativa que lhe proporciona um maior ganho ou satisfação. Nesse caso, assume-

se que o usuário, ao realizar uma escolha, a faz seguindo sempre o princípio da racionalidade.

Ao contrário do enfoque tradicional, os modelos desagregados não estão baseados em uma visão descritiva da demanda, e sim tentam representar explicitamente o comportamento dos indivíduos refletindo a demanda desagregada ou em nível individual. É importante salientar que, apesar do desenvolvimento dos modelos desagregados estar calcado em teorias originárias do comportamento dos usuários, suas aplicações podem ser ampliadas para o contexto de transporte de cargas. Neste caso, o usuário responde pela empresa, no que se refere às decisões de escolha do serviço de transporte a ser utilizado para transportar as suas mercadorias.

Segundo Kotler (1976), o comportamento pode ser entendido como um mecanismo que o indivíduo utiliza para dar resposta a um determinado evento na busca de satisfazer seus desejos e necessidades. No caso do comportamento do usuário dos modos de transportes, o estímulo que impulsiona o indivíduo a uma ação (ou escolha do modo de transporte) é a necessidade de deslocar a sua carga, de um ponto de origem ao ponto de destino, condicionada pelas características socioeconômicas do usuário e dos modos de transportes.

4.1 Teoria Microeconômica do Consumidor

Modelos comportamentais aplicados na análise entre modos de transporte baseiam-se na Teoria Microeconômica do Consumidor, onde associa ao indivíduo ou tomador de decisão, um conjunto de necessidades básicas (MASSLER; STRAMBI, 1999; SENNA; LINDAU; AZAMBUJA, 1995). Esta teoria está apoiada na hipótese de que um indivíduo escolhe um serviço pelo conjunto de atributos que possui, obedecendo a uma escala subjetiva de valores para cada atributo em relação ao custo, escolhendo dentre várias alternativas possíveis aquela cujos atributos lhe propiciam o maior nível relativo de satisfação dentro de sua restrição orçamentária (CALDEIRA; ROCHA, 2015; COSTA, 2014; SILVA, 2010; GRANEMANN; GARTNER, 2000; LIMA; GONÇALVES, 1999; NOVAES et al., 1996).

Por fim, para que se possa especificar modelos comportamentais desagregados, inicialmente é preciso medir quantitativamente as preferências dos

usuários de transporte, o que pode ser realizado por meio do uso do conceito de utilidade e da montagem de funções utilidade (LIMA, 2001).

4.2 Função Utilidade e Teoria da Utilidade Aleatória

Segundo Varian (2012), o conceito de utilidade, inicialmente, foi definido como uma medida numérica da satisfação de um indivíduo. Ainda de acordo com o autor, a função utilidade é uma forma de atribuir um número a cada “possível pacote de consumo” de modo que se atribuem aos “pacotes” selecionados valores maiores quando comparados aos “pacotes” de menor preferência na concepção do indivíduo. Assim, as funções utilidade representam a atratividade de cada alternativa, na percepção dos tomadores de decisão (RODRIGUES, 2012).

Para Novaes et al. (2006), a função utilidade (Equação 4.1) geralmente assume a forma de modelos aditivos compensatórios, em razão do fato que se pode melhorar um atributo piorando outro, e assim, manter o mesmo nível de utilidade. Ben-Akiva e Lerman (1985) afirmam que um indivíduo tenta maximizar a utilidade (U) de acordo com os bens ou serviços oferecidos (X_i), os preços de mercado (p_i) e as restrições de orçamento (i), considerando um determinado período de tempo. Matematicamente, isso pode ser escrito como:

$$V_n = \sum_{k=1}^K \beta_k X_{ink} \quad (4.1)$$

Onde:

V_n é a utilidade da alternativa i para o indivíduo n ;

X_{ink} é o valor do atributo k para a alternativa i para o indivíduo n ;

β_k é o coeficiente do modelo para o atributo k ;

K é a quantidade de atributos de cada alternativa.

Em alguns experimentos de pesquisa é possível observar uma inconsistência no comportamento dos indivíduos, uma vez que estes escolhem alternativas diferentes para cenários análogos. Nesse caso, a Teoria da Escolha Probabilística é utilizada para compreender os efeitos dos comportamentos aleatórios dos indivíduos (RODRIGUES, 2012). Essa teoria possui duas abordagens: a Utilidade Constante e

a Utilidade Aleatória. A primeira alude à utilidade de cada alternativa como fixa. Já a segunda abordagem aponta que a utilidade retém uma componente aleatória. Logo a teoria da utilidade aleatória representa uma ferramenta estatística que permite abordar de forma empírica o problema de modelagem da demanda em um contexto de escolhas discretas (LARRANAGA; NODARI, 2006).

Importante frisar aqui que esta teoria veio superar o problema de inconsistência na conduta dos usuários. Dessa forma, o conceito de utilidade aleatória supera esta limitação mediante um termo associado ao erro na função utilidade, que reflete os elementos não observáveis (LIMA, 2001). A função utilidade é representada como sendo a soma do termo determinístico (V_i) com a perturbação aleatória (ε_i) (VIEIRA et al, 2017) conforme observada na equação 4.2. A utilidade final passa a ser uma variável aleatória dada por:

$$V_{in} = U_{in} + \varepsilon_{in} \quad (4.2)$$

Onde:

V_{in} = utilidade aleatória, para o indivíduo “n”, da alternativa “i”;

U_{in} = utilidade determinística, para o indivíduo “n”, da alternativa “i”;

ε_{in} = termo de erro associado à alternativa “i” (parcela aleatória).

4.3 Principais Modelos

Há na literatura uma gama de modelos desenvolvidos e testados em vários ambientes de escolha (TRAIN, 2003; BROWNSTONE et al, 2000; LOUVIERE; HENSHER e SWAIT, 2000; BEN-AKIVA; LERMAN, 1985; MCFADDEN, 1978; WILLIAMS, 1977), sendo os mais citados pela literatura o Modelo Linear de Probabilidade, o Modelo *Probit* e o Modelo *Logit*. A diferença dos modelos anteriormente citados está na distribuição de probabilidade que é empregada para especificar o termo de erro (ε).

O Modelo Linear assume que a parcela aleatória (ε) apresenta distribuição linear. O Modelo *Probit* por sua vez é baseado na ideia de que os fatores não-observáveis possuem distribuição normal. A limitação deste modelo está no fato de apresentar dificuldades de aplicação, em termos de programação computacional

(CIARLINI, 2008). Já o Modelo *Logit* é derivado a partir da ideia de que os fatores não observáveis, não são correlacionados, onde o erro de cada alternativa é independente um do outro, mas têm a mesma variância para todas as demais alternativas (CIARLINI, 2008). O Modelo *Logit* é o mais difundido em análise de escolha discreta, pois geralmente fornece resultados satisfatórios com manipulação computacional simples. No presente estudo será abordado o Modelo *Logit*, mais especificamente o Modelo *Logit* Multinomial, detalhado a seguir.

4.4 O Modelo *Logit* Multinomial

O *Logit* Multinomial (*Multinomial Logit - MNL*) proposto por McFadden (1974) é um dos modelos mais utilizados para as estimativas de repartição modal. Os modelos do tipo *logit* tornaram-se um instrumento comum e eficiente de análise da demanda de transporte ao apresentarem uma base teórica simples (LARRANAGA; ARELLANA; SENNA, 2016). Além de possuir uma história de resultados práticos e satisfatórios (MASSLER E STRAMBI, 1999).

Essa notoriedade se dá, principalmente, pelo fato da expressão matemática das probabilidades de escolha ser uma equação de fácil interpretação. Ele se baseia na hipótese que o termo aleatório (ε) da função utilidade é independente e identicamente distribuído (MEDEIROS, 2007). A distribuição que é usada para expressar a parcela aleatória é denominada de distribuição de *Gumbel* ou *Weibull* (LUCCHESI et al, 2015; CIARLINI, 2008).

Nesse modelo, um dos aspectos mais discutidos é a propriedade chamada Independência de Alternativas Irrelevantes (I.A.I.). De acordo com esta propriedade, para um determinado indivíduo, o quociente das probabilidades de escolha entre duas alternativas não é afetado pelas utilidades determinísticas das outras alternativas. Isso significa que o quociente das probabilidades de duas alternativas é independente de todas as demais alternativas que se encontram no conjunto (LIMA, 2001). O Modelo *Logit* Multinomial pode ser escrito de acordo com a equação 4.3:

$$P_n(i) = \frac{e^{U_{in}}}{\sum_{j \in C_n} e^{U_{jn}}} \quad (4.3)$$

Onde

U_{in} = utilidade determinística da alternativa “i” para o usuário “n”;

U_{jn} = utilidade determinística da alternativa “j” para o usuário “n”;

C_n = conjunto de escolhas com “n” alternativas

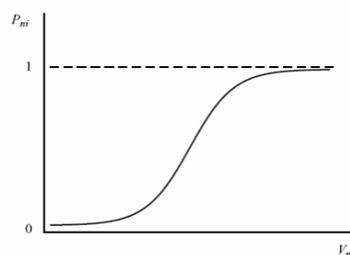
4.4.1 Propriedades do Modelo Logit

De acordo com Ciarlini (2008), o modelo *Logit* apresenta diversas propriedades importantes:

- $P_n(i)$ é necessariamente um valor entre 0 e 1.
- Se U_{in} aumenta e U_{jn} se mantém constante, $P_n(i)$ se aproxima de 1.
- O denominador da equação de probabilidade mostra que a soma das probabilidades de todas as alternativas de escolha é 1.
- O relacionamento entre a probabilidade calculada pela equação Logit, representada graficamente, apresenta a forma aproximada de um “s”.

Conforme a Figura 4.1, se a utilidade de uma alternativa é muito baixa em relação às outras, um pequeno aumento na utilidade desta tem pouco efeito sobre sua probabilidade de escolha. Algo similar acontece se uma alternativa já é bastante superior às outras. O ponto em que um aumento na utilidade tem maior efeito na probabilidade de escolha é perto de $P_n(i) = 0,5$, ou seja, quando a alternativa tem aproximadamente 50% de chance de ser escolhida. Nesse caso, uma pequena melhora induz uma representativa mudança nas escolhas, levando a um grande aumento na probabilidade (CIARLINI, 2008).

Figura 4.1 – Gráfico da curva *Logit*



Fonte: TRAIN (2003)

Vale aqui destacar que o modelo *Logit* pode ser utilizado para capturar as variações de preferência entre indivíduos, dentro de certos limites. Muitas são as aplicações em pesquisas de marketing, transportes e meio ambiente que utilizam o Modelo *Logit* Multinomial (SOUZA, 1999). Uma questão fundamental para a efetivação desse referido modelo é a adequada coleta de dados. Dentre as técnicas para a coleta de dados, destaca-se a técnica de Preferência Revelada (PR) e Preferência Declarada (PD).

4.5 Técnicas de Coleta de Dados: Preferência Revelada e Preferência Declarada

Os Modelos de Preferência Revelada (PR) visam estimar a demanda (MEERS et al., 2017). Para isso levam em conta as informações sobre seleções ou escolhas feitas por diferentes indivíduos em um ponto no tempo (LIMA, 2001), sobre situações reais observadas (LIMA, 2001; CAMARGO, 2000). Já a técnica de Preferência Declarada (PD) é muito apropriada para criar cenários hipotéticos com novas alternativas, além de garantir que se obtenha mais dados com uma amostra menor (WEBER et al, 2015). Os dois métodos são complementares, e a realização de uma pesquisa que possa abranger essas duas técnicas, resultará em um modelo mais preciso e confiável.

4.5.1 Técnicas de Preferência Revelada (PR)

A técnica de Preferência Revelada é utilizada quando se deseja capturar efetivamente o comportamento do usuário. A coleta de dados, em geral, é realizada através de questionários com questões diretas sobre a situação em que o indivíduo se encontra no momento do estudo. Esta técnica também pode ser avaliada por dados estatísticos provenientes de observação direta do comportamento decisório, sem a necessidade de questionários (MURÇA; CORREIA, 2013).

Uma desvantagem reside na necessidade de um grande número de pessoas entrevistadas para aumentar a robustez estatística do modelo, o que acaba por elevar o custo da pesquisa (GONÇALVES, 2013; RODRIGUES, 2012). Ortúzar e Román (2003) assinalam ainda outras limitações como: a presença de correlação entre algumas variáveis; pouca variabilidade entre os valores dos atributos da amostra (o que leva a aparição de problemas na fase de estimação), existência de

erros de medida nas variáveis e dificuldade de avaliar o impacto de variáveis qualitativas. Nesse sentido, o preenchimento das lacunas existentes em estudos com dados de PR pode ser solucionado ou minimizado com a aplicação da Técnica de PD, que será apresentada na próxima seção.

4.5.2 Técnicas de Preferência Declarada (PD)

Os Métodos de Preferência Declarada foram originalmente desenvolvidos na década de setenta por pesquisadores da área de marketing. O uso da Preferência Declarada é frequentemente denominado de análise experimental, escolha declarada, análise conjunta - *conjoint analysis* ou análise de *trade-off* (CAMARGO, 2000; LOUVIERE; HENSHER; SWAIT, 2000; GUSTAFSSON; EHDAHL; BERGMAN, 1999).

Para Kroes e Sheldon (1988); Larranaga e Nodari (2006) e Leroy (2008), "métodos de preferência declarada" referem-se a uma família de técnicas que utiliza respostas individuais a respeito da preferência em um conjunto de opções, com a finalidade de estimar funções utilidade. Estes métodos permitem obter informações em escolhas de preferências que não podem ser diretamente observadas ou medidas. Segundo Camargo, (2000) esta técnica lida fundamentalmente com situações hipotéticas, porém viáveis, sobre um serviço a ser ofertado ou possíveis alterações e modificações em um serviço existente.

A técnica de Preferência Declarada tem superado o problema da previsão de demanda na observação das reações do consumidor no que se refere a opções que ainda não estão disponíveis em seu cotidiano através de alternativas hipotéticas sobre um novo produto ou serviço (RAMOS et al, 2016; HOLZ, 2008). Desta forma, fica possível conhecer não apenas as escolhas dos usuários diante de alternativas existentes, como também diante de alternativas que o planejador queira testar, mesmo que estas não façam parte do conjunto de alternativas atualmente disponíveis para os usuários (LEROY, 2008). Uma das principais razões pelas quais o experimento de PD se tornou tão popular é por sua capacidade de imitar as decisões que os indivíduos têm em mercados reais, que de outra forma, seriam difíceis de observar (ARENCEBIA et al., 2015).

A técnica de PD é realizada por meio de entrevistas nas quais se apresenta ao entrevistado uma situação hipotética construída pelo pesquisador (FEO et al., 2010). O entrevistado, mediante uma variedade de opções, registra suas preferências. Tais técnicas são uma forma adequada para investigar as prováveis mudanças na demanda que poderiam ocorrer seguidas de desenvolvimento de alternativas de transportes ainda não disponíveis ao tomador de decisão (SILVA, 2010; IPEA, 2017).

Em transportes, as técnicas de Preferências Declaradas são empregadas na realização de pesquisas sobre escolhas de alternativas de transportes, as quais fornecem informações sobre o comportamento do tomador de decisão (SILVA, 2010). O uso relativamente recente neste campo teve algumas das suas primeiras publicações sobre o assunto datadas do início dos anos 80, por Steer e Willumsen, em 1981, e Sheldon e Steer, em 1982 (BRITO, 2007; SILVA, 2010).

Assim, ao longo da década de 1980, o método de preferência declarada passou a ser utilizado de forma significativa em pesquisas na área de transportes, mais particularmente em pesquisas sobre o comportamento de viagens (RAMOS et al, 2016; MAGALHÃES e PALHARES, 2013; BRANDÃO FILHO, 2005) com predomínio da estratégia denominada “*choice*” (ISLER; PITOMBO, 2014).

Segundo Medeiros (2007) e Brandão Filho (2005), as técnicas de PD têm sido úteis para uma variedade de contextos de pesquisa em transportes, incluindo: a) avaliação das prioridades dos passageiros para o desenvolvimento de várias características dos sistemas de transporte público, com ênfase especial nos fatores qualitativos; b) estimativa da elasticidade da demanda para vários atributos do serviço, incluindo tarifa, frequência e tempo de viagem; c) desenvolvimento de análise de mercado e previsão para os operadores e para gerentes de terminais; d) estudos de escolha de rota.

Resultados a partir das pesquisas de PD mostraram-se adequados para prever o comportamento de escolha dos tomadores de decisão na área de transportes. A principal vantagem desses projetos é que eles maximizam a eficiência estatística dos resultados em modelos não lineares. Isto é particularmente interessante no caso de aplicações de transporte de mercadorias, onde o tamanho das amostras é normalmente limitado (FEO; MENÉNDEZ; SALAZAR, 2016). No entanto, para que a referida técnica conduza a resultados adequados é preciso garantir a qualidade da coleta de dados através da realização de um projeto

experimental capaz de apresentar, para diferentes cenários, situações reais e/ou hipotéticas.

4.5.3 Etapas de um experimento de preferência declarada

Na construção de um projeto experimental é importante seguir alguns passos para se alcançar um resultado fidedigno ao final do processo. A seguir, estão resumidos os principais procedimentos a serem seguidos na realização da montagem de um experimento usando a Técnica de Preferência Declarada (PD).

I) **Definição do método de entrevistas (são três os métodos):**

- Entrevista face a face: as entrevistas são realizadas pessoalmente junto ao entrevistado, o que permite sanar as dúvidas que ocorram durante a entrevista. A desvantagem reside da necessidade de entrevistado experiente e o possível alto custo de deslocamento por parte do entrevistador (ALMEIDA, 1999).
- Questionários autoexplicativos: as pesquisas são enviadas aos entrevistados via correio, e-mail, etc. A desvantagem corresponde a baixa taxa de retorno dos questionários por parte dos entrevistados (ALMEIDA, 1999).
- Método híbrido: os questionários também são enviados para os entrevistados via correio ou e-mail, mas, posteriormente, as entrevistas são conduzidas por telefone (ALMEIDA, 1999).

II) **Definição da amostra:** Em termos qualitativos deve-se definir a quem entrevistar dependendo de quais atributos estão sendo estudados e quais tipos de alternativas serão oferecidas (LARRANAGA; NODARI, 2006). Além disso, é importante que possibilite um abundante e representativo conjunto de dados (ORTÚZAR; WILLUNSEM, 2001).

III) **Contexto de decisão:** As situações hipotéticas precisam parecer possíveis aos entrevistados. Do contrário, resultará em respostas pouco confiáveis. Em segundo lugar, a forma e complexidade do experimento deve ser adequada ao público respondente (LARRANAGA; NODARI, 2006).

IV) **Escolha dos atributos:** É uma etapa decisiva no sucesso do experimento de PD (LOUVIERE; HENSHER; SWAIT, 2000). Um maior número de atributos assegura um maior número de fatores presentes no experimento, e quanto mais níveis em cada um deles, melhor podem ser analisadas as respostas (LOUVIERE; HENSHER; SWAIT, 2000). Porém, a literatura recomenda que o número de atributos e níveis destes não seja muito elevado, não mais de quatro atributos de 2 ou 3 níveis (LARRANAGA; NODARI, 2006), para evitar a fadiga do entrevistado. Hair et al. (2010) sugere usar um máximo de seis atributos para não comprometer a clareza do experimento.

V) **Formação de alternativas:** Se faz uso de um ferramental que garante uma das principais exigências de um experimento de PD: a ortogonalidade dos atributos (BRANDÃO FILHO et al, 2006). De acordo com Louviere, Hensher e Swait (2000), a ortogonalidade que deve ser buscada refere-se à diferença entre os níveis de atributos de cada uma das alternativas consideradas. Ou seja, as alternativas devem ser combinadas de modo que as diferenças dos atributos tenham a menor correlação possível. Quando consideradas todas as combinações possíveis entre os níveis de todos os atributos, tem-se um Projeto Fatorial Completo (PFC). O número de combinações (Equação 4.4) é dado a seguir:

$$NC = n^a \quad (4.4)$$

Onde:

NC: número de combinações possíveis

n: número de níveis dos atributos

a: número de atributos

Uma vez que são comuns pesquisas com vários atributos, cada um com dois ou três níveis, a estrutura fatorial resultante pode tornar-se muito grande. O bloco de cartões a ser apresentado a um entrevistado deve ser então extraído aleatoriamente do conjunto de blocos disponíveis e distinguidos por cores (NOVAES et al, 1996).

Dando continuidade ao experimento, são fornecidos aos respondentes cartões que devem conter, sempre que possível, informações na forma de figuras ou fotos, complementadas com os números apropriados e informações qualitativas. Os cartões são apresentados em uma sequência aleatória ao entrevistado e este indica

a opção que mais lhe agrada de acordo com a estratégia de coleta de dados utilizada: avaliação, ordenação ou escolha discreta já mencionadas anteriormente (NOVAES et al, 1996).

VI) **Pré-teste:** Por fim, para que a pesquisa de PD possa ser realizada, essa fase é importante para verificar o entendimento e aceitação dos entrevistados, assim como ter uma avaliação preliminar dos resultados (BRANDLI; HEINECK, 2004). Esta última etapa tem como finalidade simular uma pesquisa de PD, mas em menor escala e, até mesmo apontar a necessidade de se redefinir o desenho experimental (BRANDLI; HEINECK, 2004).

4.5.4 Ajuste dos dados de PD

Os dados coletados em um experimento de preferência declarada são ajustados usando-se o Modelo *Logit* Multinomial Explodido calibrado através do procedimento estatístico de maximização de verossimilhança, conforme segue.

4.5.4.1 Modelo *Logit* Explodido

Para ajustar os dados coletados, quando o método de pesquisa de Preferência Declarada envolve a ordenação das alternativas, usa-se, em geral, o chamado Modelo *Logit* Multinomial Explodido. Na equação (4.5), $P_n(1, 2, \dots, j)$ expressa a probabilidade de observar uma ordem de classificação para a alternativa 1 ser preferida a 2, a alternativa 2 a 3 e assim por diante.

$$P_n(1, 2, \dots, j) = \prod_{i=1}^{j-1} \frac{e^{\beta' X_{jnb}}}{\sum_{i \in C_b} e^{\beta' X_{inb}}} \quad (4.5)$$

Onde:

C_b é o conjunto de escolha explodido;

β' = vetor de parâmetros (vetor transposto de β);

X_{jnb} = vetor dos valores dos atributos para o indivíduo "n", para a alternativa "j", no subconjunto (bloco) "b"

4.5.5 O modelo *Logit* Multinomial com Probabilidade Condicional

Este modelo matemático, apresentado por Souza (1999), tem por finalidade estimar os parâmetros da função utilidade (isto é, o vetor β) no caso de ordenação de alternativas em conjuntos de escolha, que tenham sido formados com o uso das técnicas de blocos balanceados incompletos. O referido modelo apresenta a seguinte formulação matemática da equação 4.6:

$$P_n(j/C_b \subset C) = \frac{\sum_{i=1}^J e^{\beta'X_{inb}}}{\sum_{b=1}^B \sum_{i=1}^J e^{\beta'X_{inb}}} * \frac{e^{\beta'X_{jnb}}}{\sum_{i \in C_b} e^{\beta'X_{inb}}} \quad (4.6)$$

Onde:

C_b = conjunto de alternativas apresentadas ao indivíduo n ;

B = total de subconjuntos em C ;

β' = vetor de parâmetros (vetor transposto de β);

X_{jnb} = vetor dos valores dos atributos para o indivíduo “ n ”, para a alternativa “ j ”, no subconjunto (bloco) “ b ”

Souza (1999) desenvolveu o *software* denominado LMPC (*Logit Multinomial com Probabilidade Condicional*). O referido programa permite calcular as estimativas dos parâmetros para o Modelo *Logit* Multinomial (LMN) e para o Modelo *Logit* Multinomial com Probabilidade Condicional (LMPC). Também permite identificar dados discrepantes, dimensionar o tamanho da amostra e determinar as elasticidades direta e cruzada. Além disso, o programa também executa uma série de testes estatísticos.

4.5.6 Ajuste por máxima verossimilhança dos Modelos *Logit*

O ajuste por máxima verossimilhança é um método de estimativa que tem por objetivo, a partir de uma amostra, estimar os parâmetros β_k ($k = 1, \dots, k$, onde k é o número total de atributos considerados). Este, no caso de uma variável discreta, maximiza a probabilidade de se obter o evento particular analisado ou, no caso de uma variável contínua, maximiza a probabilidade de se obter a densidade de

probabilidade no ponto considerado. Souza (1999) apresenta a seguinte função de log-verossimilhança conforme a equação 4.7:

$$L = \sum_{n=1}^N \left[\ln w_b + \sum_{j=1}^{J-1} \left(\beta^{X_{jnb}} - \ln \sum_{i=j}^J e^{\beta^{X_{inb}}} \right) \right] \quad (4.7)$$

Para Osmar (1999), Ortúzar (2000) e Brandli e Heineck (2005), os principais testes de validação do modelo PD são: Teste t, Teste da Razão da Verossimilhança, Teste da Estatística ρ^2 . O Teste t refere-se ao teste da hipótese nula dos coeficientes (significativamente diferente de zero). A verificação dos valores é feita comparando-se com os valores de referência tabelados de t de *Student* para diferentes níveis de significância e para $n > 120$ (onde n é o número de observações). Assim, se $t > 1,96$ para $(1 - \alpha) = 95\%$, rejeita-se a hipótese de nulidade dos coeficientes e se aceita que o atributo X_k possui um efeito significativo na utilidade.

O Teste da Razão da Verossimilhança ou estatística $LR = (-2[L(\beta_0) - L(\beta_1)])$ é utilizado para testar a hipótese nula de que todos os coeficientes são iguais a zero. Ela é considerada como assintoticamente distribuída de acordo com o χ^2 (Qui-quadrado), com K graus de liberdade, que são os coeficientes a ajustar. A estatística LR deve ser maior que χ^2 para se rejeitar a hipótese de nulidade de todos os coeficientes. Os valores $L(\beta_0)$ e $L(\beta_1)$ são, respectivamente, o valores da função log-verossimilhança quando todos os coeficientes forem nulos e o valor correspondente ao valor da mesma função no ponto máximo. O Teste da estatística ρ^2 (Equação 4.8) tem seu valor teórico limitado entre 0 e 1. Um ajuste considerado excelente, segundo Ortúzar (2000), pode ocorrer quando este valor aproxima-se de 0,4 (OSMAR 1999, ORTÚZAR 2000; BRANDLI; HEINECK 2005).

$$\rho^2 = 1 - \frac{L(\beta_1)}{L(\beta_0)} \quad (4.8)$$

4.6 Estudos Desenvolvidos na área de Transporte de Carga

Não obstante a grande variedade de abordagens, a modelagem da demanda de transporte de mercadorias evoluiu significativamente ao longo das décadas passadas. Passando do uso de modelos agregados baseados em dados globais de carregadores e embarques, para o uso de mais sofisticados modelos desagregados baseados em dados individuais (ARENCEBIA et al., 2015).

Os modelos desagregados de frete e estudos de escolha modal são cada vez mais difundidos. Entre as contribuições mais recentes, muitas delas usando as técnicas de preferência declarada (Tabela 4.1) podemos citar o trabalho de: Kurri et al. (2000), Shinghal; Fowkes (2002), Danielis; Marcucci; Rotaris, (2004), Daniellis; Marcucci (2006), Beuthe; Bouffioux (2008), Bergantino; Bolis (2008), Rich; Holmblad; Hansen, (2009), Moschovou; Giannopoulos, (2010), Feo et al. (2010), Arunotayanun; Polak (2011), Zamparini; Layaa; Dullaert, (2011), Li; Hensher, (2012), Masiero; Hensher (2012), Brooks et al., (2012), Bergantino et al. (2013), Arencibia et al., (2015), Larranaga, Arellana e Senna, (2016), Román, Arencibia e Feo, (2016), Feo, Menéndez e Salazar, (2016), De Jong et al., (2015), Nugroho; Whiteing; De Jong, (2016), Meers et al., (2017).

Tabela 4.1: Estudos Desenvolvidos na área de Transporte de cargas

AUTORES	PAÍS	MODELO	TÉCNICA	MODOS CONSIDERADOS	TÍTULO
Kurri; Sirkiä; Mikola (2000)	Finlândia	<i>Logit</i> Multinomial	PD	Rodoviário e Ferroviário	Valor do tempo no transporte de mercadorias na Finlândia.
Shinghal; Fowkes (2002)	Índia	<i>Logit</i> Multinomial	PD	Rodoviário e Ferroviário	Escolha de modo de frete e a técnica de preferência declarada.
Danielis; Marcucci ; Rotaris, (2004)	Itália	Análise conjunta	PD	Rodoviário e Ferroviário	Os gerentes de logística declararam preferências pelo frete e atributos de serviço.
Danielis; Marcucci, (2006)	Itália	<i>Logit</i> Multinomial	PD	Rodoviário e Ferroviário	Limites de atributos na seleção do serviço de frete.
Beuthe; Bouffieux, (2008)	Bélgica	<i>Logit</i> Multinomial	PD	Rodoviário, Ferroviário e Marítimo	Analisando atributos qualitativos do transporte de mercadorias a partir de demonstrações de provas de preferência.
Rich; Holmblad; Hansen, (2009)	Dinamarca e Suécia	<i>Logit</i> Hierárquico	PR	Rodoviário, Ferroviário e Marítimo	Um modelo de escolha de modo de frete do Logit ponderado.
Moschovou; Giannopoulos, (2010)	Grécia	<i>Logit</i> e Regressão logística	PD	Rodoviário, Ferroviário e Marítimo	Investigação da Escolha Modal de transporte de mercadorias no interior da Grécia: Parâmetros e atributos que influenciam a escolha do modo de frete.
Feo et al., (2010)	Espanha	Modelo <i>logit</i>	PD	Rodoviário e Ferroviário	A importância dos embarques marítimos em contentores: Uma análise dos determinantes da escolha modal na Espanha.
Arunotayanun; Polak, (2011)	Indonésia	<i>Logit</i> Multinomial e Hierárquico	PD	Rodoviário e Ferroviário	Provar heterogeneidade e segmentação de mercado no comportamento de escolha de modo dos carregadores de frete.
Zamparini; Layaa; Dullaert, (2011)	Tanzânia	Método Multicritério	PD	Rodoviário e Ferroviário	Valores monetários dos atributos de qualidade do transporte de mercadorias: uma amostra de empresas da Tanzânia.

Continuação da Tabela 4.1: Estudos Desenvolvidos na área de Transporte de cargas

Li; Hensher, (2012)	Austrália	<i>Logit</i> Multinomial e Hierárquico	PD	Rodoviário e Ferroviário	Acompanhamento de atitudes de risco na pesquisa de comportamento de transporte de mercadorias.
Brooks et al., (2012)	Austrália	<i>Logit</i> Multinomial	PD e PR	Rodoviário e Marítimo	Compreender as decisões de escolha do modo: um estudo sobre os carregadores australianos de frete.
Bergantino et al.,(2013)	Espanha e Grécia	<i>Logit</i> Multinomial e Hierárquico	PD e PR	Rodoviário, Ferroviário e Marítimo	Provar heterogeneidade e preferências latentes no comportamento de escolha dos operadores de transporte de mercadorias.
Arencibia et al., (2015)	Espanha e União Européia	<i>Logit</i> Multinomial	PD	Rodoviário, Ferroviário e Marítimo	Escolha do modo de modelagem para o transporte de mercadorias usando experimentos de escolha avançada.
De Jong et al., (2015)	Bélgica	<i>Logit</i> Multinomial	PD	Rodoviário, Ferroviário e Marítimo	Um modelo de escolha de tempo para o transporte rodoviário de mercadorias na Flandres com base em dados de preferência declarada.
Larranaga; Arellana; Senna, (2016)	Brasil	<i>Logit</i> Multinomial	PD e PR	Rodoviário, Ferroviário e Marítimo	Incentivar a intermodalidade: uma análise de preferência declarada de escolha no frete do Rio Grande do Sul.
Román; Arencibia; Feo, (2016)	Madrid	<i>Logit</i> Multinomial	PD	Rodoviário, Ferroviário e Marítimo	Um modelo de classe latente com limites de atributo para analisar a escolha modal para o transporte de mercadorias.
Feo; Menéndez; Salazar, (2016)	Espanha	<i>Logit</i> Multinomial	PD e PR	Rodoviário e Ferroviário	Transporte ferroviário de mercadorias e exigências da demanda: análise de limites de atributos através de um experimento de preferência declarada.
Nugroho; Whiteing; De Jong, (2016)	Indonésia	<i>Logit</i> Hierarquico	PD	Rodoviário, Ferroviário e Marítimo	Escolha de modo portuário e terrestre das perspectivas dos exportadores e encaminhadores: estudo de caso - Java, Indonésia.
Meers et al., (2017)	Bélgica	Abordagem Bayes (HB)	PD	Rodoviário e Marítimo	Preferências de escolha modal no transporte de contêineres de curta distância.

Fonte: Elaborado pelo autor.

5 APLICAÇÃO DE UM MODELO COMPORTAMENTAL DESAGREGADO AO TRANSPORTE DE CARGAS EM CONTÊINER NO PORTO DO RIO GRANDE

Esta pesquisa centra-se na abordagem da utilização aleatória e na aplicação de um modelo comportamental desagregado, qual seja o modelo *Logit* Multinomial. A escolha do modelo *Logit* Multinomial justifica-se pela sua ampla aplicação na modelagem da demanda por transportes e também por apresentar propriedades matemáticas que facilitam sua calibração.

Esta pesquisa caracteriza-se como quantitativa, do tipo estudo de multicasos. De acordo com Gil (2007, p. 139), os estudos de casos podem ser constituídos por um ou múltiplos casos. Ainda segundo o autor “a utilização de múltiplos casos proporciona evidências inseridas em diferentes contextos, concorrendo para a elaboração de uma pesquisa de melhor qualidade”. A população alvo da pesquisa inclui os operadores logísticos, de quatro empresas de setores distintos, envolvidos no processo de tomada de decisão do transporte de contêineres com destino ao Porto do Rio Grande. O fenômeno a ser investigado consiste no comportamento dos usuários de transporte diante de uma situação de escolha modal. Com base nesta investigação é realizada a determinação das variáveis principais que influenciam esta escolha e a elaboração de uma ferramenta capaz de estimar a probabilidade de escolha dos usuários.

Para tal, neste capítulo, inicialmente define-se as características, infraestrutura e movimentação de cargas do Porto do Rio Grande, onde será realizada a aplicação do modelo desenvolvido no presente estudo. Na sequência, apresenta-se o desenvolvimento e análise do experimento de preferência declarada.

5.1 Porto do Rio Grande

O Porto do Rio Grande é dotado de características naturais privilegiadas por seus aspectos geográficos. Consolidando-se assim, como o porto do Conesul com forte atuação no extremo Sul do Brasil.

5.1.1 Localização do Porto do Rio Grande

Quanto a sua localização, o Porto Gaúcho (Figura 5.1) situa-se no município de Rio Grande-RS-Brasil a 32°7'20" de latitude Sul e a 52°5'36" de longitude Oeste de Greenwich.

Figura 5.1 - Visão panorâmica do Porto do Rio Grande



Fonte: SUPRG, 2017

Tais características permitem nomeá-lo como o Porto de mar mais meridional do Brasil, localizado na margem Oeste do Canal do Norte, que é o escoadouro natural de toda a bacia hidrográfica da Laguna dos Patos. Além disso, possui uma profundidade de 40 pés (\cong 12 metros) em seus terminais de granéis e de contêineres, profundidade esta superior quando comparados aos portos argentinos, uruguaios e catarinenses (SUPRG, 2017).

O Porto se interliga às principais regiões do estado do Rio Grande do Sul, pela malha rodoferroviária e vias navegáveis interiores. Dessa maneira, o acesso ao Porto do Rio Grande pode ser realizado através da rodovia BR-392, alcançando as BR-471 e BR-116, e interligando-se à BR-293 pelo modal ferroviário através da malha da América Latina Logística; por via fluvial pelo Rio Guaíba; lacustre pela Lagoa dos Patos e marítimo pelos Molhes da Barra (FLORENTINO, 2010).

Características estas importantes para a multimodalidade do Porto do Rio Grande ao propiciar a redução de custos e aumento da eficiência logística (FLORENTINO, 2010; SUPRG, 2017).

5.1.2 Infraestrutura da Região Portuária

O complexo portuário está dividido em Porto Velho: dedicado à pesca e ao turismo; Porto Novo, que realiza a movimentação de veículos e cargas em geral, Superporto, onde estão localizados os terminais de uso privativo. O zoneamento do Porto pode ser visualizado com maior clareza na Figura 5.2.

Figura 5.2 - Zoneamento Porto do Rio Grande



Fonte: Macrologística, (2010).

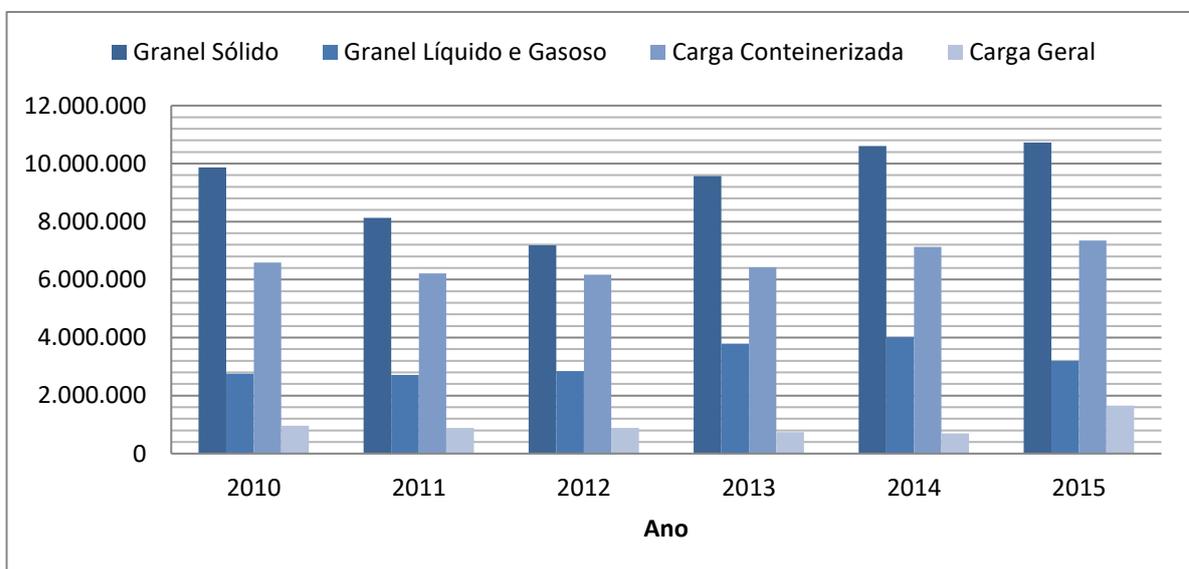
5.1.3 Dados sobre Movimentação do Porto

O sistema portuário gaúcho registrou um crescimento na movimentação de seus terminais no primeiro semestre de 2017. Somente pelo Porto do Rio Grande, no mesmo período, já passaram mais de 19,9 milhões de toneladas. No acumulado

do ano, o porto rio-grandino registra crescimento acima de 6% comparado ao mesmo período do ano de 2016 (SUPRG, 2017).

A movimentação de cargas no Porto do Rio Grande apresentou um crescimento significativo no período de 2010 a 2015 (FIGURA 5.3). Só no ano de 2015 o segmento de granel sólido acumulou 10.724.963,37t, a carga containerizada somou 7.349719,59 toneladas, o granel líquidos/gasoso compreenderam 3.197.540,52t e a carga geral movimentou 1.658.771,57t (Anuário CNT, 2016).

Figura 5.3 - Movimentação Total no Porto do Rio Grande segundo a Natureza da Carga (toneladas) – 2010/2015.

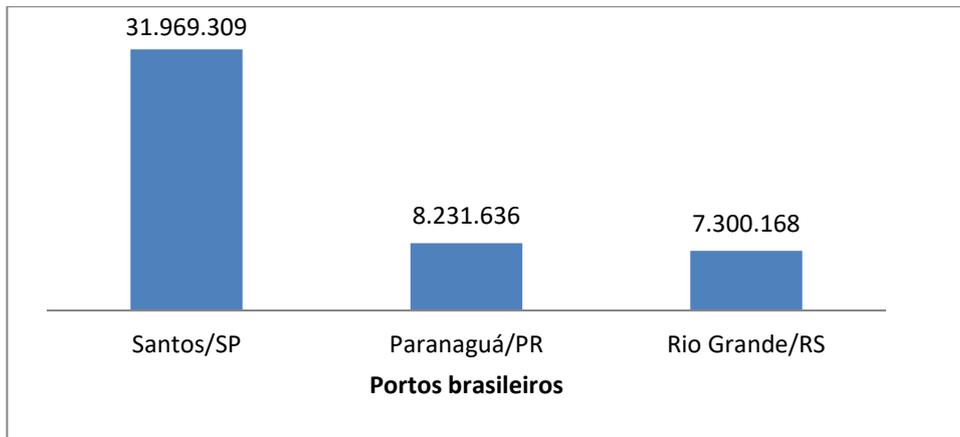


Fonte: Anuário CNT do transporte¹, (2016).

O estado gaúcho possui vocação exportadora e Rio Grande é o quarto porto brasileiro em toneladas movimentadas. O terminal de contêineres - Tecon Rio Grande ocupa o terceiro lugar no ranking brasileiro em movimentação de TEUs (unidades equivalentes a contêineres de vinte pés) movimentados conforme a Figura 5.4 (ANUÁRIO CNT, 2017).

¹ Disponível em: <<http://anuariodotransporte.cnt.org.br/2016/Aquaviario/3-3-2-2-1-/Portos-organizados>>. Acesso em: 12 de jul. 2017.

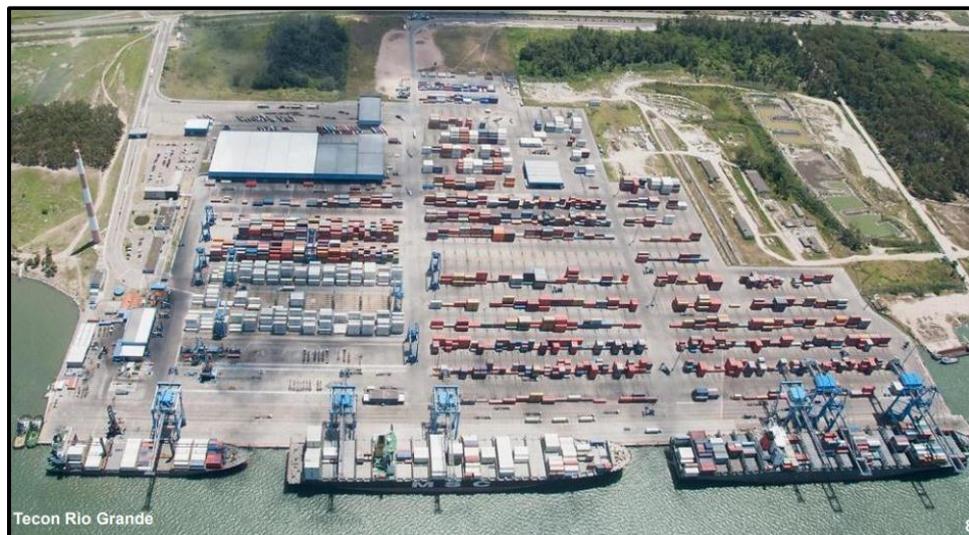
Figura 5.4 – Movimentação de Contêineres em 2016



Fonte: Anuário CNT do transporte², (2017).

O Tecon Rio Grande (Figura 5.5) é uma empresa constituída a partir de um único acionista, Wilson Sons de Comércio Ltda., o qual venceu a licitação do Terminal de Contêineres do Porto do Rio Grande e passou a administrá-lo a partir de 1997 por 25 anos.

Figura 5.5 – Tecon Rio Grande



Fonte: *Institutional Presentation* Wilson Sons, 2015.

O acesso a suas instalações acontece por modo rodoviário com pavimentação em asfalto, por meio ferroviário com bitola métrica, marítimo através

² Disponível em: <<http://anuariodotransporte.cnt.org.br/2017/File/PrincipaisDados.pdf>>. Acesso em: 20 de out. 2017.

da barra, fluvial pelo Rio Guaíba e lacustre através da Lagoa dos Patos (TECON RG, 2018).

O transporte de cargas por contêineres é uma tendência mundial, onde aproximadamente 95% do comércio exterior brasileiro é realizado por via marítima, principalmente por contêineres (RIOS; MAÇADA, 2006). Atualmente os contêineres mais utilizados são os de 20 e 40 pés. O contêiner de 20 pés tem capacidade cúbica média de 33,2 m³, sendo, por isso, o contêiner mais versátil para o transporte de carga geral. Já o contêiner de 40 pés, possui capacidade cúbica média de 66,8 m³, sendo adequado para o transporte de mercadorias volumosas (OLIVEIRA; AZAMBUJA e LIMA, 2013).

Os contêineres são modulares, constituindo um módulo denominado TEU (*Twenty Feet or Equivalent Unit*) – Unidade de Vinte Pés ou Equivalente. Os tipos de contêiner mais usados são: *General Purpose Container*, *Open Top* (Aberto em Cima); *Bulk* (para Carga a granel); *Insulate* (Isolado); *Reefer* (Frigorífico); *Tank* (Tanque); *Open Side* (com Aberturas Laterais) e *Flat Rack* (Sem Teto e sem Laterais) (MACHADO, 2014).

A utilização de contêineres é um fator fundamental para o manuseio das cargas, contribuindo significativamente para a economia de movimentação em navios, terminais e trens. Assim, as unidades de carga empregam aproximadamente um quinto do tempo necessário para carga ou descarga manual. O rastreamento e a verificação de cargas de chegada também são simplificados, em decorrência da disponibilidade de dispositivos portáteis de leitura óptica de códigos de barra (BOWERSOX; CLOSS, 2010; BALLOU, 2010). Diferentemente de outras formas de unitização, como o palete, o contêiner é um equipamento de transporte, e não apenas uma modalidade de acondicionamento de carga, uma vez que é parte integrante das unidades de transporte; quer sejam vagões ferroviários, veículos rodoviários ou navios. O seu uso, além de significar eficiência, flexibilidade e rapidez, favorece a intermodalidade e a multimodalidade, uma vez que facilita a movimentação de carga e transbordo, diminui as perdas, e provê, ainda, proteção contra danos e roubos (MESSIAS, 2017; BERETAGLIA, 2010).

Sob esta perspectiva, a unitização da carga em contêineres causou uma verdadeira revolução no transporte trazendo redução de custos, melhor acondicionamento da carga, unidade de transporte combinado/multimodal, maior segurança e padronização na sua movimentação. Junto com a evolução de outras

áreas tecnológicas, possibilitou a completa informatização dos processos de acompanhamento da carga, permitindo maior interação dos clientes com o armador assim como maior controle logístico da distribuição da carga transportada (FERNANDES, 2006). O rastreamento e a verificação de cargas também são simplificados, em decorrência da disponibilidade de dispositivos portáteis de leitura óptica de códigos de barra (BOWERSOX; CLOSS, 2010; BALLOU, 2010).

5.2 Caracterização da Pesquisa Realizada

No presente trabalho, optou-se por realizar a aplicação da metodologia desenvolvida nos setores com movimentação representativa de cargas containerizadas. Com o objetivo de delimitar as principais mercadorias transportadas em contêineres com destino ao Porto do Rio Grande, foi realizada entrevista junto ao supervisor operacional do Tecon Rio Grande. Por meio da entrevista foram identificadas as seguintes categorias de cargas com maior movimentação no terminal: tabaco, polietileno, frango congelado e celulose. A coleta de dados, explorando um estudo multicaso desenvolvido, foi realizada junto a quatro empresas que trabalham com as cargas supracitadas.

A empresa de Tabaco localiza-se na região conhecida como vale do Rio Pardo. Atualmente utiliza o modo rodoviário para transportar a sua mercadoria até o Porto do Rio Grande através da BR-116.

A unidade da empresa de Polietileno está localizada no Polo Petroquímico de Triunfo. A produção é focada em polipropileno (PP), polietileno (PE) e policloreto de vinila (PVC), assim como diversos produtos químicos e petroquímicos utilizados pelos mais variados segmentos da indústria. A mercadoria é embarcada no Terminal Santa Clara, localizado no Polo Petroquímico de Triunfo e enviada ao Porto através do Rio Jacuí por meio de barçaça.

A empresa de Frango congelado é uma das maiores companhias de alimentos do mundo com mais de 30 marcas em seu portfólio. No Rio Grande do Sul a empresa de alimentos opera na região metropolitana de Porto Alegre. Os modos rodoviário (BR-116) e hidroviário (Rio Caí) são utilizados para transportar a mercadoria ao Porto do Rio Grande.

Localizada a 30 km da Capital, Porto Alegre a empresa de Celulose é uma companhia gaúcha presente no mercado internacional de celulose de fibra curta de

eucalipto. A mesma envia seu produto através do Lago Guaíba e Lagoa dos Patos ao Porto do Rio Grande, onde é embarcada para o mercado consumidor. Um dos seus diferenciais é ter uma localização próxima à BR-290 e um porto próprio, que facilita o transporte para as mais variadas regiões.

5.3 Desenvolvimento do Experimento de Preferência Declarada

5.3.1 Etapa inicial para identificação dos atributos importantes para os usuários

A identificação do conjunto de atributos, considerados pelos usuários tomadores das decisões de transporte, foi realizada com base na revisão da literatura de artigos publicados em outros países (Tabela 3.3) e da aplicação de um questionário adaptado, do mesmo tipo proposto no trabalho de Lima (2001). O questionário foi enviado por e-mail para as empresas que se enquadravam no setor citado na seção anterior e foi preenchido por um funcionário da mesma, funcionário este responsável pela tomada de decisão quanto à escolha do modal de transporte. Um modelo do referido questionário é apresentado no Apêndice A.

Este instrumento consistia de uma lista de oito atributos. O entrevistado, se achasse pertinente, poderia acrescentar algum atributo que julgasse importante na relação. Posteriormente, os entrevistados ordenaram a lista de atributos resultante em ordem de importância (da maior para a menor). Abaixo segue a lista dos atributos mais relevantes levantados na pesquisa em ordem de preferência, bem como, uma breve descrição do significado de cada um:

- (1) Tempo de espera entre contratação e realização do transporte:** expressa o tempo que o contratante do transporte aguarda, desde a data da contratação do transportador até o recolhimento do produto para ser transportado.
- (2) Valor do frete:** é o valor pago ao transportador em R\$ / t.km.
- (3) Cumprimento do prazo estipulado para a entrega do produto no destino final:** expressa os possíveis valores de tempo de atraso em relação a data estabelecida para a entrega.

- (4) Preservação da Integridade da Carga:** expressa o desejo do produtor de que, durante o processo de transporte, o seu produto não será adulterado, danificado ou desviado.

Os quatro atributos listados acima foram fundamentais para a construção da próxima etapa do trabalho, qual seja a escolha dos atributos que foram utilizados na montagem do experimento de Preferência Declarada (PD) e, conseqüentemente, na obtenção de uma função utilidade.

Foi realizado um pré-teste em julho de 2017, com o responsável pelo envio do produto de uma empresa do ramo de resinas situada na cidade de Triunfo-RS, onde se verificou a dificuldade de compreensão e análise das alternativas disponíveis de transporte. Realizaram-se ajustes no instrumento de coleta com o objetivo de eliminar as falhas e ajustar a pesquisa ao vocabulário e à realidade dos entrevistados. A seguir é apresentada a montagem do experimento final.

5.3.2 Montagem do Experimento de Preferência Declarada

A montagem do experimento foi realizada considerando-se os quatro principais atributos (ou variáveis de serviço) apurados na pesquisa exploratória citada anteriormente. Com o auxílio de um segundo questionário (Apêndice B) enviado por e-mail para as empresas foram estabelecidos os diferentes valores que os referidos atributos poderiam vir a assumir, ou seja, foram estabelecidos os níveis para cada atributo (Quadro 5.1).

Quadro 5.1 - Atributos usados e seus respectivos níveis

ATRIBUTO		NÍVEIS
T.A	Tempo de Atendimento no Serviço	I. 1 dia
		II. 3 dias
		III. 7 dias
V.F	Valor do Frete	I. R\$ 1.400,00
		II. R\$ 840,00
		II. R\$ 560,00
A	Atraso de entrega no destino	I. Sem Atraso
		II. 1 dia
		III. 2 dias
C.P.D	Chance de Perda e/ou Dano (Integridade da carga)	I. Menos de 5%
		II. 20%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a realização do cálculo do número total de alternativas utilizou-se a expressão matemática apresentada na equação 5.1:

$$NTA = N^A \times N^A \quad (5.1)$$

Onde:

NTA= o número total de alternativas;

N= o número de níveis;

A= número de atributos com “N” níveis.

Neste caso, aplicando-se a Equação 5.1, tem-se: $3^3 \times 2^1 = 27 \times 2 = 54$ alternativas. Assim, o experimento fatorial completo resultou em 54 combinações possíveis, as quais estão apresentadas no Apêndice C.

O número de 54 alternativas é muito elevado para ser ordenado por um entrevistado no processo de escolha. Para diminuir o número de combinações, optou-se por usar um arranjo ortogonal desenvolvido por Taguchi (1988). O delineamento experimental utilizado foi o L18 apresentado em Souza (1999). Tal delineamento conduziu, inicialmente, a 18 alternativas (Quadro 5.2).

Quadro 5.2 – Fatorial reduzido para 18 alternativas com o arranjo ortogonal L18 de Taguchi.

Alternativas	Tempo de Atendimento no Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e/ou Dano
Alternativa 1	1	0,2	sem atraso	Menos de 5%
Alternativa 2	1	0,12	1d	Menos de 5%
Alternativa 3	1	0,08	2d	Menos de 5%
Alternativa 4	3	0,2	sem atraso	Menos de 5%
Alternativa 5	3	0,12	1d	Menos de 5%
Alternativa 6	3	0,08	2d	Menos de 5%
Alternativa 7	7	0,12	sem atraso	Menos de 5%
Alternativa 8	7	0,08	1d	Menos de 5%
Alternativa 9	7	0,2	2d	Menos de 5%
Alternativa 10	1	0,08	sem atraso	20%
Alternativa 11	1	0,2	1d	20%
Alternativa 12	1	0,12	2d	20%
Alternativa 13	3	0,12	sem atraso	20%
Alternativa 14	3	0,08	1d	20%
Alternativa 15	3	0,2	2d	20%
Alternativa 16	7	0,08	sem atraso	20%
Alternativa 17	7	0,2	1d	20%
Alternativa 18	7	0,12	2d	20%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Posteriormente, com a retirada das alternativas consideradas dominadas, dominantes e/ou que não se adequavam ao cenário proposto, chegou-se a 10 alternativas (Quadro 5.3).

Quadro 5.3 – Configuração obtida com a retirada de alternativas

Alternativas	Tempo de Atendimento no Serviço em dias	Valor do Frete R\$/t	Atraso de entrega no destino em dias	Chance de Perda e/ou Dano
Alternativa 1	1	0,2	Sem atraso	Menos de 5%
Alternativa 2	3	0,12	1	Menos de 5%
Alternativa 3	3	0,08	2	Menos de 5%
Alternativa 4	7	0,12	Sem atraso	Menos de 5%
Alternativa 5	7	0,08	1	Menos de 5%
Alternativa 6	1	0,2	1	20%
Alternativa 7	3	0,12	Sem atraso	20%
Alternativa 8	3	0,08	1	20%
Alternativa 9	7	0,08	Sem atraso	20%
Alternativa 10	7	0,12	2	20%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Mesmo com aplicação da técnica de fracionamento, o arranjo ortogonal L18, e exclusão de oito alternativas, o número de alternativas a serem ordenadas pelos usuários se manteve grande. Por isso, foi empregado um projeto de blocos incompletos parcialmente balanceados (BIPB) sugerido por Souza (1999). Cada alternativa é representada por um símbolo e cada bloco por uma cor para simplificar e não induzir as escolhas dos usuários no momento da entrevista (Quadro 5.4).

Quadro 5.4 – Uma visão dos blocos e suas alternativas

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
										
1 (VERMELHO)	X	X	X		X					
2 (AZUL)		X		X		X		X		
3 (AMARELO)			X	X			X		X	
4 (VERDE)	X			X		X				X
5 (CINZA)			X		X		X	X		
6 (ROSA)		X				X		X	X	
7 (VIOLETA)	X				X		X		X	
8 (LARANJA)		X					X	X		X
9 (AZUL ESCURO)	X		X						X	X
10 (PRETO)				X	X	X				X

Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, foram confeccionados os cartões (cada cartão correspondendo uma alternativa), as quais foram apresentadas aos usuários. A título de exemplo, apresenta-se o Bloco número 1 (Figura 5.6) com suas respectivas alternativas (cartões). Os demais 9 blocos estão apresentados no Apêndice D.

Figura 5.6 – Alternativa 1 do bloco 1

CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	
 1 dia	\$ R\$ 1.400,00/t	 Sem atraso	 Menos de 5%	Escolha Escolha 1 2 3 4
CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	
 3 dias	\$ R\$ 840,00/t	 1 dia	 Menos de 5%	Escolha Escolha 1 2 3 4
CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	
 3 dias	\$ R\$ 560,00/t	 2 dias	 Menos de 5%	Escolha Escolha 1 2 3 4
CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	
 7 dias	\$ R\$ 560,00/t	 1 dia	 Menos de 5%	Escolha Escolha 1 2 3 4

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.4 Aplicação do Experimento de Preferência Declarada e seus Resultados

O processo de entrevistas foi aplicado aos quatro funcionários que ocupavam cargo gerencial e possuíam grande conhecimento a respeito do assunto em questão. O procedimento utilizado para coleta de dados foi o envio dos cartões por meio de e-mail, onde os usuários tinham que ordenar segundo suas preferências um conjunto de quatro cartões presentes em 10 blocos. A técnica de ordenação adotada foi a ordenação das alternativas (“*ranking*”). Estas ordenações podem ser consultadas no Apêndice E.

As respostas obtidas serviram de dados de entrada para a calibração de um Modelo *Logit* Multinomial. No Apêndice F é apresentado o arquivo de entrada de dados e a listagem de execução do referido software. Para tanto, foi utilizado o *software Logit* Multinomial com Probabilidade Condicional (LMPC), desenvolvido por Souza (1999) ilustrado no Anexo 1.

Importante salientar que devido ao limitado número de entrevistados, foi necessário utilizar o simulador disponível no software LMPC, para obter o número mínimo de entrevistas necessário para compor a amostra. A tela do simulador pode ser visualizada na Figura 5.7. Dessa forma, foi inserida uma “amostra mãe”, composta por 10 entrevistas obtidas junto a cada tomador de decisão, e o programa de simulação gerou o número total de 70 entrevistas.

Figura 5.7 – Simulador de dados do *software* LMPC

70 Simulações	5 Colunas (Sociais - Rank)
0	5 3 2 1
0	4 2 8 6
0	3 4 9 7
0	4 1 10 6
0	3 5 8 7
0	2 9 8 6
0	5 1 9 7
0	2 8 7 10
0	3 1 9 10
0	5 4 10 6
0	5 3 1 2
0	4 2 8 6
0	3 4 9 7
0	4 1 10 6
0	3 8 5 7
0	2 8 9 6
0	5 1 9 7
0	2 8 7 10
0	3 1 9 10
0	5 10 4 6

Fonte: *Software* LMPC.

Os resultados obtidos são apresentados nas Tabelas 5.1, 5.4, 5.7 e 5.10 para cada tipo de organização.

Tabela 5.1 - Resultado da empresa do setor de Tabaco

Atributo	Coeficiente β	Teste t
Tempo de Atendimento (TA)	-0,5498	-6,1743
Valor do Frete (VF)	-17,6848	-3,9098
Atraso (A)	-0,5906	-2,6734
Chance de Perda e/ou Dano (CPD)	-5,0022	-7,3522

Outras Estatísticas:
Número de entrevistas: 70 Número de casos: 210
L(0)= -222,4638 L(β)= -84,7821
 $\chi^2 = (-2[F(\beta_0) - F(\beta_1)]) = 275,3634$ $r^2 = 0,6009$

Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando-se um nível de significância de 0,05 (ou seja, 95% de confiança) os valores obtidos para o teste t mostram que todos os coeficientes são significativos. No teste de Razão de Verossimilhança foi obtido $\chi^2 = 275,3634$, rejeitando-se a hipótese de nulidade de todos os parâmetros simultaneamente. Já o teste da estatística r^2 apresentou valor igual a 0,6009. Dentro, portanto, do intervalo aceitável que compreende valores entre 0,2 e 0,4, um ajuste considerado excelente para o modelo *logit* multinomial (SOUZA, 1999). Assim, de acordo com a Tabela 5.4, considerou-se calibrada estatisticamente a seguinte função utilidade representada na equação 5.2:

$$U = -0,5498TA - 17,6848VF - 0,5906A - 5,0022CPD \quad (5.2)$$

Os sinais negativos obtidos na função foram coerentes, uma vez que quanto maior o Valor do Frete, menor será a “utilidade” do transporte; por isto, seu valor expresso na função é negativo. O mesmo se aplica ao atributo Tempo de Atendimento, Atraso e Chance de Perda ou Dano.

Também foi obtida uma classificação das alternativas em ordem decrescente de preferência. Para as dez alternativas que foram consideradas nesta aplicação, os resultados estão expostos na Tabela 5.2.

Tabela 5.2 - Comparação das alternativas da empresa de Tabaco

Classificação	Alternativa	Utilidade	Atributos das Alternativas			
			Tempo de Atendimento em dias (TA)	Valor do Frete em R\$/t (VF)	Atraso em dias (A)	Chance de Perda e/ou Dano (CPD)
1 ^a	1	-4,09	1	0,2	Sem atraso	Menos de 5%
2 ^a	3	-4,24	3	0,08	2	Menos de 5%
3 ^a	2	-4,36	3	0,12	1	Menos de 5%
4 ^a	5	-5,85	7	0,08	1	Menos de 5%
5 ^a	4	-5,97	7	0,12	Sem atraso	Menos de 5%
6 ^a	8	-8,66	3	0,08	1	20%
7 ^a	7	-8,77	3	0,12	Sem atraso	20%
8 ^a	6	-9,68	1	0,2	1	20%
9 ^a	9	-10,27	7	0,08	Sem atraso	20%
10 ^a	10	-12,15	7	0,12	2	20%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Sob o ponto de vista econômico, utilizando os conceitos de Utilidade Marginal e Taxa Marginal de Substituição, segundo Varian (2012), foi determinado o valor atribuído pelos usuários, aos dois atributos de tempo presentes no modelo. O cálculo foi realizado dividindo-se o valor do coeficiente do Tempo de Atendimento e Tempo de Atraso pelo Valor do Frete, obtidos na função utilidade calibrada, apresentada na equação 5.2. Tais valores são apresentados na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 - Valores do tempo da empresa de Tabaco

Atributos de Tempo	Valor do Tempo (R\$/dia)
Tempo de Atendimento	0,031
Tempo de Atraso	0,033

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em consonância com a tabela 5.3 observa-se que o valor do Tempo de Atendimento obteve o valor de 0,031 R\$/dia, ou seja, o embarcador estaria disposto a pagar R\$ 0,031 no intuito de poupar um dia no Tempo de Atendimento. Quanto ao Tempo de Atraso o embarcador estaria disposto a pagar R\$ 0,033 no intuito de poupar um dia no Tempo de Atraso.

Foram aplicados os procedimentos vistos anteriormente para a empresa de polietileno, conforme Tabela 5.4.

Tabela 5.4 - Resultado da empresa do setor de Polietileno

Atributo	Coeficiente β	Teste t
Tempo de Atendimento (TA)	-0,3042	-4,9804
Valor do Frete (VF)	-16,8122	-4,5802
Atraso (A)	-0,4795	-2,8089
Chance de Perda e/ou Dano (CPD)	-2,1323	-7,6737
Outras Estatísticas:		
Número de entrevistas: 70	Número de casos: 210	
L(0)= -222,4638	L(β)= -155,9690	
$\chi^2 = (-2[F(\beta_0) - F(\beta_1)]) = 132,9896$	$r^2 = 0,2809$	
Fonte: Elaborado pelo autor.		

Considerando-se um nível de significância de 0,05 (ou seja, 95% de confiança) os valores obtidos para o teste t mostram que todos os coeficientes são significativos. No teste de Razão de Verossimilhança foi obtido $\chi^2 = 132,9896$, rejeitando-se a hipótese de nulidade de todos os parâmetros simultaneamente. Já o teste da estatística r^2 apresentou valor igual a 0,2809. Dentro, portanto, do intervalo aceitável que compreende valores entre 0,2 e 0,4, um ajuste considerado excelente para o modelo *logit* multinomial (SOUZA, 1999). Assim de acordo com a Tabela 5.4, considerou-se calibrada estatisticamente a função utilidade da equação 5.3:

$$U = -0,3042TA - 16,8122VF - 0,4795A - 2,1323CPD \quad (5.3)$$

Novamente pode-se considerar que os sinais negativos obtidos na função foram coerentes, uma vez que quanto maior o Valor do Frete, menor será a “utilidade” do transporte; por isto, seu valor expresso na função é negativo. O mesmo se aplica ao atributo Tempo de Atendimento, Atraso e Chance de Perda ou Dano.

Também foi obtida uma classificação das alternativas em ordem decrescente de preferência. Para as dez alternativas que foram consideradas nesta aplicação, os resultados estão expostos na Tabela 5.5.

Tabela 5.5 - Comparação das alternativas da empresa de Polietileno

Classificação	Alternativa	Utilidade	Atributos das Alternativas			
			Tempo de Atendimento em dias (TA)	Valor do Frete em R\$/t (VF)	Atraso em dias (A)	Chance de Perda e/ou Dano (CPD)
1 ^a	3	-3,21	3	0,12	1	Menos de 5%
2 ^a	2	-3,41	3	0,12	1	Menos de 5%
3 ^a	1	-3,66	1	0,2	Sem atraso	Menos de 5%
4 ^a	5	-3,95	7	0,08	1	Menos de 5%
5 ^a	4	-4,15	7	0,12	Sem atraso	Menos de 5%
6 ^a	8	-4,86	3	0,08	1	20%
7 ^a	7	-5,06	3	0,12	Sem atraso	20%
8 ^a	9	-5,60	7	0,08	Sem atraso	20%
9 ^a	6	-6,28	1	0,2	1	20%
10 ^a	10	-7,24	7	0,12	2	20%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Usando-se os conceitos de Utilidade Marginal e Taxa Marginal de Substituição, segundo Varian (2012) foi determinado o valor atribuído pelos usuários, aos dois atributos de tempo presentes no modelo. Tais valores são apresentados na Tabela 5.6.

Tabela 5.6 - Valores do tempo da empresa de Polietileno

Atributos de Tempo	Valor do Tempo (R\$/dia)
Tempo de Atendimento	0,018
Tempo de Atraso	0,029

Fonte: Elaborado pelo autor.

Constata-se aqui que os dois tempos não são significantes para o embarcador, uma vez que o valor do Tempo de Atendimento foi de 0,018 R\$/dia, significando que o embarcador estaria disposto a adicionar R\$ 0,018 a fim de poupar um dia no Tempo de Atendimento. Já em relação ao Tempo de Atraso, obteve-se o valor de 0,029 R\$/dia, ou seja, o embarcador estaria disposto a pagar R\$ 0,029 no intuito de poupar um dia de atraso.

Foram aplicados os procedimentos vistos anteriormente para a empresa de frango congelado, conforme Tabela 5.7.

Tabela 5.7 – Resultado da empresa do setor de Frango congelado

Atributo	Coeficiente β	Teste t
Tempo de Atendimento (TA)	-0,2440	-3,8606
Valor do Frete (VF)	-8,6097	-2,3037
Atraso (A)	-0,7750	-4,3045
Chance de Perda e/ou Dano (CPD)	-2,1844	-7,7426
Outras Estatísticas:		
Número de entrevistas: 70	Número de casos: 210	
L(0)= -222,4638	L(β)= -151,3244	
$\chi^2 = (-2[F(\beta_0) - F(\beta_1)]) = 142,2787$	$r^2 = 0,3018$	
Fonte: Elaborado pelo autor.		

Considerando-se um nível de significância de 0,05 (ou seja, 95% de confiança) os valores obtidos para o teste t mostram que todos os coeficientes são significativos. No teste de Razão de Verossimilhança foi obtido $\chi^2 = 142,2787$, rejeitando-se a hipótese de nulidade de todos os parâmetros simultaneamente.

Já o teste da estatística r^2 apresentou valor igual a 0,3018. Dentro, portanto, do intervalo aceitável que compreende valores entre 0,2 e 0,4, um ajuste considerado excelente para o modelo *logit* multinomial (SOUZA, 1999). Assim de acordo com a Tabela 5.4, considerou-se calibrada estatisticamente a função utilidade da equação 5.4:

$$U = -0,2440TA - 8,6097VF - 0,7750A - 2,1844CPD \quad (5.4)$$

Novamente pode-se considerar que os sinais negativos obtidos na função foram coerentes, uma vez que quanto maior o Valor do Frete, menor será a “utilidade” do transporte; por isto, seu valor expresso na função é negativo. O mesmo se aplica ao atributo Tempo de Atendimento, Atraso e Chance de Perda ou Dano.

Também foi obtida uma classificação das alternativas em ordem decrescente de preferência. Para as dez alternativas que foram consideradas nesta aplicação, os resultados estão expostos na Tabela 5.8.

Tabela 5.8 - Comparação das alternativas da empresa de Frango congelado

Classificação	Alternativa	Utilidade	Atributos das Alternativas			
			Tempo de Atendimento em dias (TA)	Valor do Frete em R\$/t (VF)	Atraso em dias (A)	Chance de Perda e/ou Dano (CPD)
1 ^a	1	-1,96	1	0,2	sem atraso	Menos de 5%
2 ^a	2	-2,53	3	0,12	1d	Menos de 5%
3 ^a	4	-2,74	7	0,12	sem atraso	Menos de 5%
4 ^a	3	-2,97	3	0,08	2d	Menos de 5%
5 ^a	5	-3,17	7	0,08	1d	Menos de 5%
6 ^a	7	-3,96	3	0,12	sem atraso	20%
7 ^a	8	-4,37	3	0,08	1d	20%
8 ^a	9	-4,58	7	0,08	sem atraso	20%
9 ^a	6	-4,91	1	0,2	1d	20%
10 ^a	10	-6,47	7	0,12	2d	20%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Sob o ponto de vista econômico, utilizando os conceitos de Utilidade Marginal e Taxa Marginal de Substituição, segundo Varian (2012) foi determinado o valor atribuído pelos usuários, aos dois atributos de tempo presentes no modelo. Tais valores são apresentados na Tabela 5.9.

Tabela 5.9 - Valores do tempo da empresa de Frango Congelado

Atributos de Tempo	Valor do Tempo (R\$/dia)
Tempo de Atendimento	0,028
Tempo de Atraso	0,090

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em consonância com a tabela anterior observa-se que o valor do Tempo de Atendimento foi de 0,028 R\$/dia, significando que o embarcador estaria disposto a adicionar R\$ 0,028 a fim de poupar um dia no Tempo de Atendimento. Já em relação ao Tempo de Atraso, obteve-se o valor de 0,090 R\$/dia, ou seja, o embarcador estaria disposto a pagar R\$ 0,090 no intuito de poupar um dia de atraso.

Foram aplicados os procedimentos vistos anteriormente para a empresa de Celulose, conforme Tabela 5.10.

Tabela 5.10 - Resultado da empresa do setor de Celulose

Atributo	Coeficiente β	Teste t
Tempo de Atendimento (TA)	-0,2353	-2,0553
Valor do Frete (VF)	-39,8826	-3,8677
Atraso (A)	-1,5285	-3,4957
Chance de Perda e/ou Dano (CPD)	-3,6050	-6,3045
Outras Estatísticas:		
Número de entrevistas: 70	Número de casos: 210	
L(0)= -222,4638	L(β)= -115,4630	
$\chi^2 = (-2[F(\beta_0) - F(\beta_1)]) = 214,0014$	$r^2 = 0,4630$	
Fonte: Elaborado pelo autor.		

Considerando-se um nível de significância de 0,05 (ou seja, 95% de confiança) os valores obtidos para o teste t mostram que todos os coeficientes são significativos. No teste de Razão de Verossimilhança foi obtido $\chi^2 = 214,0014$, rejeitando-se a hipótese de nulidade de todos os parâmetros simultaneamente.

Já o teste da estatística r^2 apresentou valor igual a 0,4630. Dentro, portanto, do intervalo aceitável que compreende valores entre 0,2 e 0,4, um ajuste considerado excelente para o modelo *logit* multinomial (SOUZA, 1999). Assim de acordo com a Tabela 5.4, considerou-se calibrada estatisticamente a seguinte função utilidade conforme a equação 5.5:

$$U = -0,2353TA - 39,8826VF - 1,5285A - 3,6050CPD \quad (5.5)$$

Novamente pode-se considerar que os sinais negativos obtidos na função foram coerentes, uma vez que quanto maior o Valor do Frete, menor será a “utilidade” do transporte; por isto, seu valor expresso na função é negativo. O mesmo se aplica ao atributo Tempo de Atendimento, Atraso e Chance de Perda ou Dano.

Também foi obtida uma classificação das alternativas em ordem decrescente de preferência. Para as dez alternativas que foram consideradas nesta aplicação, os resultados estão expostos na Tabela 5.11.

Tabela 5.11 - Comparação das alternativas da empresa de Celulose

Classificação	Alternativa	Utilidade	Atributos das Alternativas			
			Tempo de Atendimento em dias (TA)	Valor do Frete em R\$/t (VF)	Atraso em dias (A)	Chance de Perda e/ou Dano (CPD)
1 ^a	5	-6,37	7	0,08	1	Menos de 5%
2 ^a	4	-6,44	7	0,12	Sem atraso	Menos de 5%
3 ^a	3	-6,95	3	0,08	2	Menos de 5%
4 ^a	2	-7,03	3	0,12	1	Menos de 5%
5 ^a	1	-8,21	1	0,2	Sem atraso	Menos de 5%
6 ^a	9	-8,44	7	0,08	Sem atraso	20%
7 ^a	7	-9,1	3	0,12	Sem atraso	20%
8 ^a	8	-9,03	3	0,08	1	20%
9 ^a	10	-13,09	7	0,12	2	20%
10 ^a	6	-13,34	1	0,2	1	20%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Usando-se os conceitos de Utilidade Marginal e Taxa Marginal de Substituição, segundo Varian (2012) foi determinado o valor atribuído pelos usuários, aos dois atributos de tempo presentes no modelo. Tais valores são apresentados na Tabela 5.12.

Tabela 5.12 - Valores do tempo da empresa de Celulose

Atributos de Tempo	Valor do Tempo (R\$/dia)
Tempo de Atendimento	0,006
Tempo de Atraso	0,038

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com a tabela anterior observa-se que o valor do Tempo de Atendimento é extremamente baixo para o embarcador neste caso. Já em relação ao Tempo de Atraso, obteve-se o valor de 0,038 R\$/dia, ou seja, o embarcador estaria disposto a pagar R\$ 0,038 no intuito de poupar um dia de atraso. Adicionalmente, foram aplicados os procedimentos vistos anteriormente considerando o conjunto das quatro empresas, conforme Tabela 5.13.

Tabela 5.13 - Resultados obtidos considerando todas as empresas de forma conjunta

Atributo	Coeficiente β	Teste t
Tempo de Atendimento (TA)	-0,2630	-8,2143
Valor do Frete (VF)	-15,7629	-7,6552
Atraso (A)	-0,6700	-6,9257
Chance de Perda e/ou Dano (CPD)	-2,5678	-15,8059
Outras Estatísticas:		
Número de entrevistas: 280	Número de casos: 840	
L(0)= -889,8551	L(β)= -590,0545	
$\chi^2 = (-2[F(\beta_0) - F(\beta_1)]) = 599,6011$	$r^2 = 0,3324$	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando-se um nível de significância de 0,05 (ou seja, 95% de confiança) os valores obtidos para o teste t mostram que todos os coeficientes são significativos. No teste de Razão de Verossimilhança foi obtido $\chi^2 = 599,6011$, rejeitando-se a hipótese de nulidade de todos os parâmetros simultaneamente.

Já o teste da estatística r^2 apresentou valor igual a 0,3324. Dentro, portanto, do intervalo aceitável que compreende valores entre 0,2 e 0,4, um ajuste considerado excelente para o modelo *logit* multinomial (SOUZA, 1999). Assim de acordo com a Tabela 5.4, considerou-se calibrada estatisticamente a seguinte função utilidade da equação 5.6:

$$U = -0,2630TA - 15,7629VF - 0,6700A - 2,5678CPD \quad (5.6)$$

Novamente pode-se considerar que os sinais negativos obtidos na função foram coerentes, uma vez que quanto maior o Valor do Frete, menor será a “utilidade” do transporte; por isto, seu valor na função é expresso negativo. O mesmo se aplica ao atributo Tempo de Atendimento, Atraso e Chance de Perda ou Dano.

Também foi obtida uma classificação das alternativas em ordem decrescente de preferência. Para as dez alternativas que foram consideradas nesta aplicação, os resultados estão expostos na Tabela 5.14.

Tabela 5.14 - Comparação das alternativas considerando todas as empresas

Classificação	Alternativa	Utilidade	Atributos das Alternativas			
			Tempo de Atendimento em dias (TA)	Valor do Frete em R\$/t (VF)	Atraso em dias (A)	Chance de Perda e/ou Dano (CPD)
1 ^a	2	-3,35	3	0,12	1	Menos de 5%
2 ^a	3	-3,39	3	0,08	2	Menos de 5%
3 ^a	1	-3,42	1	0,2	Sem atraso	Menos de 5%
4 ^a	4	-3,73	7	0,12	Sem atraso	Menos de 5%
5 ^a	5	-3,77	7	0,08	1	Menos de 5%
6 ^a	7	-5,25	3	0,12	Sem atraso	20%
7 ^a	8	-5,29	3	0,08	1	20%
8 ^a	9	-5,67	7	0,08	Sem atraso	20%
9 ^a	6	-6,65	1	0,2	1	20%
10 ^a	10	-7,64	7	0,12	2	20%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Sob o ponto de vista econômico, usando-se os conceitos de Utilidade Marginal e Taxa Marginal de Substituição, segundo Varian (2012) foi determinado o valor atribuído pelos usuários, aos dois atributos de tempo presentes no modelo. Tais valores são apresentados na Tabela 5.15.

Tabela 5.15 - Valores do tempo considerando todas as empresas

Atributos de Tempo	Valor do Tempo (R\$/dia)
Tempo de Atendimento	0,017
Tempo de Atraso	0,043

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em consonância com a tabela anterior observa-se que o valor do Tempo de Atendimento foi de 0,017 R\$/dia, significando que o embarcador estaria disposto a adicionar R\$ 0,017 a fim de poupar um dia no Tempo de Atendimento. Já em relação ao Atraso, obteve-se o valor de 0,043 R\$/dia, ou seja, o embarcador estaria disposto a pagar R\$ 0,043 no intuito de poupar um dia de atraso.

Os coeficientes obtidos na calibração de cada empresa analisada anteriormente permitiram dar continuidade e alcançar o objetivo do trabalho proposto, qual seja, implementar uma ferramenta que auxilie na análise e escolha de alternativas de transporte em contêineres considerando aspectos comportamentais dos usuários em regiões portuárias. A ferramenta é apresentada na próxima seção.

5.5 Elaboração de uma ferramenta computacional para previsões de escolha modal

Na etapa de elaboração de uma ferramenta computacional para as previsões de escolha modal utilizou-se o Programa Visual *Studio Community* e a linguagem de programação Visual Basic, a qual é capaz de oferecer ao desenvolvedor suporte completo para a criação de *software* para *Windows*.

A proposta da elaboração da ferramenta supracitada teve como principal objetivo facilitar o processo de cálculo de probabilidades de escolha de alternativas de transporte com o modelo *Logit* Multinomial. Essa ferramenta computacional foi intitulada de Programa de Escolha Modal Logit – PEML. A tela de execução da mesma está apresentada na Figura 5.8.

Figura 5.8 – Tela de execução inicial do Programa PEML

Programa de Escolha Modal Logit (PEML)

Número de Alternativas: Número de Atributos da Função Utilidade: Observações:

Inserir Alternativas

Inserir Atributos

Inserir dados das Alternativas consideradas

Cálculo das Utilidades e Probabilidades de Escolha das Alternativas

Fonte: Programa Visual *Studio Community* (2017).

A tela de execução permite ao usuário, tomador de decisão, inserir no cabeçalho superior o número de alternativas disponíveis e o número de atributos da função utilidade. Em seguida na tabela abaixo é possível inserir o nome das alternativas a serem analisadas. Na tabela ao lado é necessário inserir o número de

atributos, seu nome e o coeficiente obtido na calibração respectivamente. A terceira tabela permite ao usuário inserir os dados das alternativas consideradas na análise. Tem-se na quarta tabela o cálculo das utilidades e probabilidades de escolha das alternativas de transporte geradas a partir dos dados inseridos nas etapas anteriores.

Um exemplo, dos cálculos realizados, a partir desta ferramenta, pode ser visualizado na Figura 5.9. Os demais cálculos estão apresentados no Anexo 2.

Figura 5.9 – Resultados obtidos considerando todas as empresas de forma conjunta.

Programa de Escolha Modal Logit (PEML)

Número de Alternativas: 10 Número de Atributos da Função Utilidade: 4 Observações: Tabela 6.13: Resultados obtidos considerando todas as empresas de forma conjunta

ALTERNATIVA	Nome
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10

ATRIBUTO	Nome	Coef. Obtido na Calibração
1	TA	-0,2630
2	VF	-15,7629
3	A	-0,6700
4	CPD	-2,5678

ALTERNATIVA	Nome	Valor de TA	Valor de VF	Valor de A	Valor de CPD
6	6	1	0,2	1	1
7	7	3	0,12	0	1
8	8	3	0,08	1	1
9	9	7	0,08	0	1
10	10	7	0,12	2	1

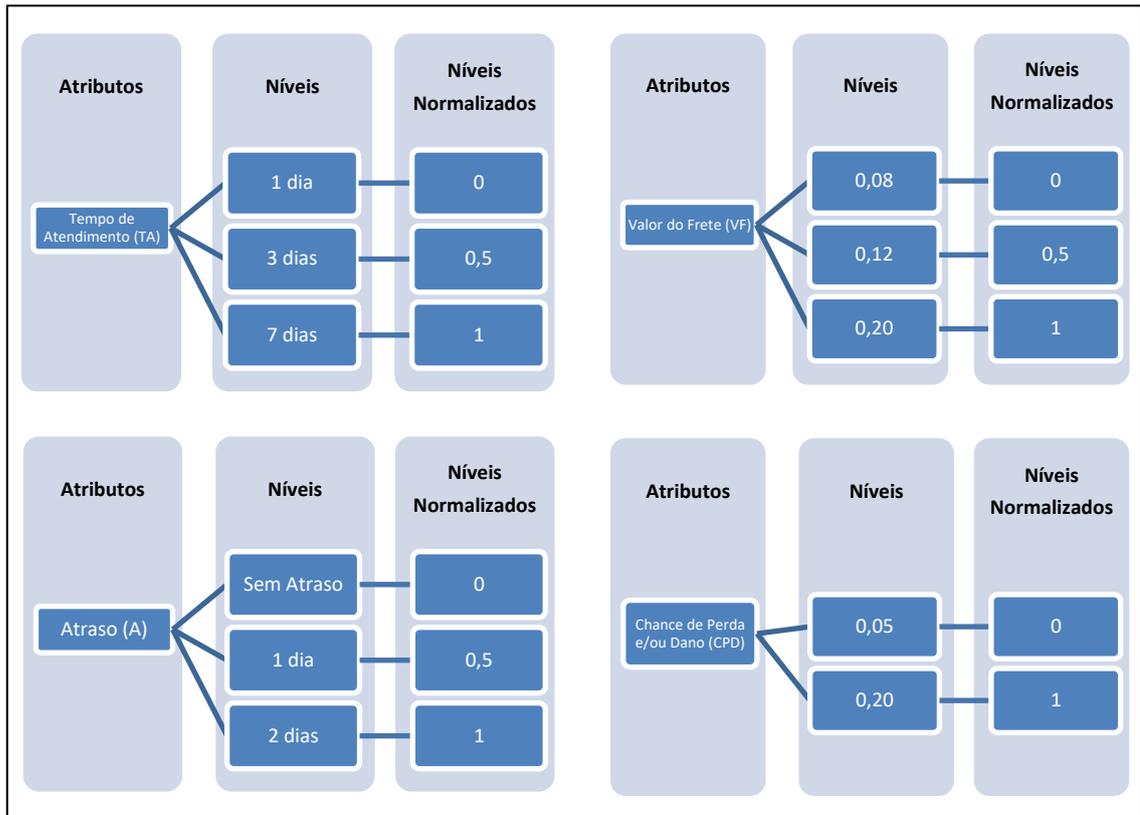
ALTERNATIVA	NOME	VALOR DA UTILIDADE	PROB. DE ESCOLHA (%)
1	1	-3,42	20,02
2	2	-3,35	21,37
3	3	-3,39	20,54
4	4	-3,73	14,58
5	5	-3,77	14,02
6	6	-6,65	0,79
7	7	-5,25	3,20
8	8	-5,29	3,08
9	9	-5,67	2,10
10	10	-7,64	0,29

Fonte: Programa Visual Studio Community (2017).

5.6 Relevância dos atributos

Esta etapa pretendeu identificar os atributos com maior relevância na escolha dos tomadores de decisão das quatro empresas dos segmentos estudados. Visando facilitar a comparação das utilidades relativas entre os segmentos, os valores dos atributos e alternativas foram normalizados, conforme figura 5.10 e quadro 5.5. Em seguida os mesmos foram substituídos no arquivo de entrada do programa LMPC e rodados no mesmo a fim de se alcançar os novos coeficientes obtidos na calibração.

Figura 5.10 – Atributos Normalizados



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 5.5 – Alternativas Normalizadas

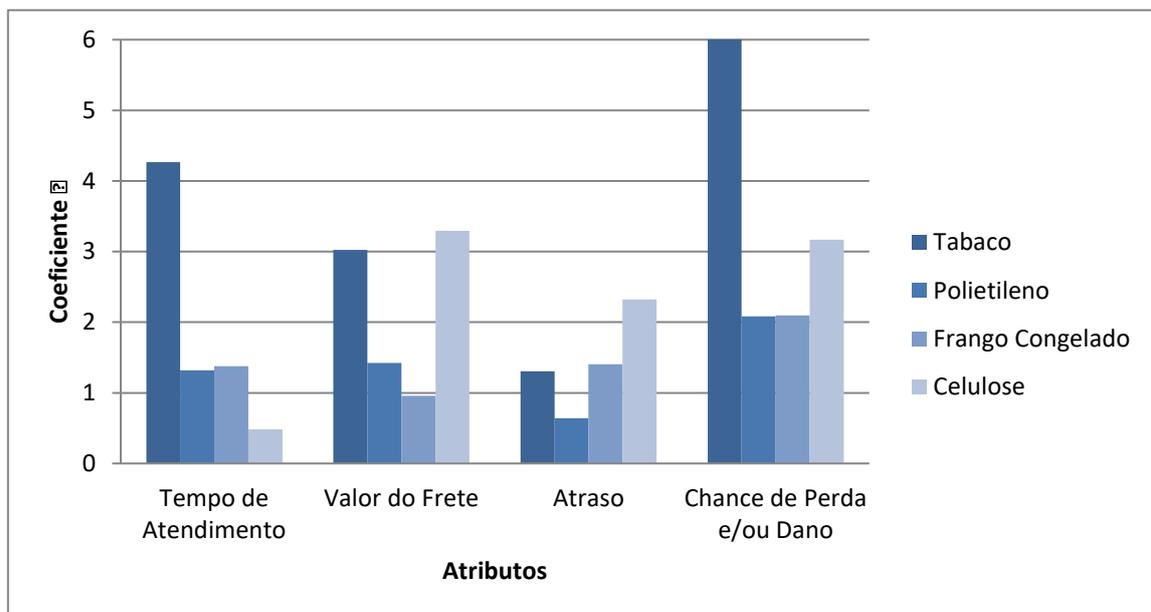
Alternativas	Tempo de Atendimento	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e/ou Dano
Alternativa 1	0	1	0	0
Alternativa 2	0,5	0,5	0,5	0
Alternativa 3	0,5	0	1	0
Alternativa 4	1	0,5	0	0
Alternativa 5	1	0	0,5	0
Alternativa 6	0	1	0,5	1
Alternativa 7	0,5	0,5	0	1
Alternativa 8	0,5	0	0,5	1
Alternativa 9	1	0	0	1
Alternativa 10	1	0,5	1	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme apresentado anteriormente, os resultados obtidos evidenciaram que os atributos mais importantes para a empresa de Tabaco foram a Chance de Perda e/ou Dano com um coeficiente de (-6,0126) e o Tempo de Atendimento com

um coeficiente correspondente a (-4,2678). Já para a empresa de Polietileno os atributos considerados importantes são a Chance de Perda e/ou Dano com coeficiente de (-2,0816) seguido do Valor do Frete de coeficiente (-1,4223). No setor de alimento o atributo de maior destaque também figurou a Chance de Perda e/ou Dano com um coeficiente de (-2,0972) e o atributo Tempo de Atraso cujo coeficiente foi de (-1,4036). E por fim para a empresa de Celulose os atributos Valor do Frete com um coeficiente de (-3,2931) e Chance de Perda e/ou Dano com o valor do coeficiente de (-3,1700), apresentaram maior peso na opinião do entrevistado. A Figura 5.11 apresentada a seguir, compara respectivamente os valores dos coeficientes das funções utilidade consideradas de forma individual por empresa.

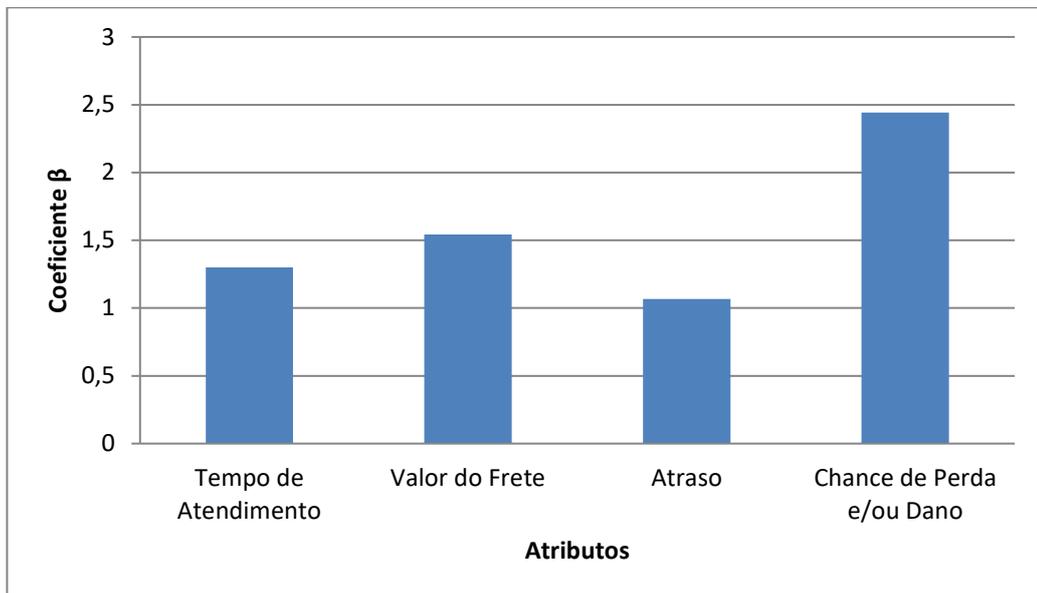
Figura 5.11 – Comparação entre os valores dos coeficientes das Funções Utilidade considerando as empresas por setor de atuação



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os atributos avaliados na ótica das quatro empresas analisadas conjuntamente no processo de escolha do transporte considerando a ordem de preferência foram respectivamente, conforme Figura 5.12, Chance de Perda e/ou Dano (-2,4413), Valor do Frete (-1,5426), Tempo de Atendimento (-1,2999) e o Tempo de Atraso (-1,0660).

Figura 5.12 – Comparação entre os valores dos coeficientes das Funções Utilidade considerando as quatro empresas conjuntamente



Fonte: Elaborado pelo autor

Os resultados obtidos sugerem uma forte preferência pelo atributo de qualidade (Chance de Perda e/ou Dano) em oposição ao custo. Estes achados também são observados na literatura nos estudos de Danielis; Marcucci; Rotaris, (2004); Danielis; Marcucci, (2006); Zamparini; Layaa; Dullaert, (2011); Bergantino et al., (2013); Román; Arencibia; Feo, (2016). Apenas no setor de celulose o atributo custo (Valor do Frete) configurou na ordem de maior importância conforme encontrado na literatura nos estudos de Danielis; Marcucci, (2006); Brooks et al., (2012); Arencibia et al., (2015); De Jong, (2016); Feo; Menéndez; Salazar, (2016).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa abordou a questão da escolha modal entre alternativas de transportes aplicadas ao caso específico do transporte de cargas em contêineres, destinados ao Porto do Rio Grande. Definiu-se como objetivo do estudo implementar uma ferramenta que auxilie na análise e escolha de alternativas de transporte em contêineres considerando aspectos comportamentais dos usuários que enviam suas cargas para os terminais portuários.

Para a execução do objetivo supracitado, foi delineada uma metodologia para aplicação de um processo de modelagem em transporte de carga utilizando o Modelo *Logit* Multinomial com probabilidade Condicional e a Técnica de Preferência Declarada para a coleta de dados. Assim, foi desenvolvido um experimento de preferência declarada contemplando quatro atributos: Tempo de Atendimento, Valor do frete, Tempo de Atraso e Chance de Perda e/ou Dano. A pesquisa de Preferência Declarada foi o alicerce principal para a coleta de dados do estudo, sendo fundamental para a obtenção de resultados coerentes com o delineamento criterioso do experimento.

Como resultados obtidos através da aplicação da metodologia utilizada ficou evidenciado que a adoção da técnica de fracionamento (no caso, o arranjo ortogonal L18 de Taguchi) e o uso dos chamados blocos incompletos parcialmente balanceados (BIPB) mostraram-se viáveis ao serem aplicados ao estudo proposto. Ademais, as estimativas para os parâmetros da função utilidade linear obtidas através do uso do Modelo LMPC, foram coerentes e estatisticamente significantes. Por fim, a partir do uso do conceito microeconômico de Taxa Marginal de substituição foi possível calcular o valor atribuído pelos usuários, aos dois atributos de tempo considerados (Tempo de Atendimento e Tempo de Atraso), bem como analisar as “possibilidades de substituição” entre estes atributos. Os valores extremamente baixos obtidos para os atributos de tempo supracitados evidenciaram que os tomadores de decisão não deram grande importância a estes atributos no processo de escolha de alternativas de transporte.

Aplicou-se a pesquisa junto aos tomadores de decisão responsáveis pelo envio da mercadoria de quatro grandes empresas, compreendendo os setores de tabaco, polietileno, alimentos e celulose. Os resultados obtidos evidenciaram que os atributos mais importantes para a empresa de Tabaco foram a **Chance de Perda**

e/ou Dano com um coeficiente de -6,0126 e o **Tempo de Atendimento** com um coeficiente correspondente a -4,2678. Os atributos considerados importantes para a empresa de Polietileno foram a **Chance de Perda e/ou Dano** -2,0816 seguido do **Valor do Frete** de coeficiente -1,4223. Já para o setor de alimento o atributo **Chance de Perda e/ou Dano** com um coeficiente de -2,0972 o atributo **Tempo de Atraso** com coeficiente de -1,4036, apresentaram maior peso na opinião do entrevistado. E por fim de acordo com a empresa de Celulose os atributos de maior importância foram **Valor do Frete** com um coeficiente de -3,2931 e **Chance de Perda e/ou Dano** com o valor do coeficiente de -3,1700. Assim, os resultados encontrados sugerem que os quatro setores que foram pesquisados apresentam percepções diferentes no que diz respeito à importância dos atributos considerados.

Algumas importantes contribuições trazidas pelo estudo aqui desenvolvido foram: (1) a determinação dos atributos mais importantes considerados pelos embarcadores de cargas containerizadas com destino ao porto e quantificação de sua importância e (2) disponibilização de uma ferramenta prática e útil para os planejadores da área de logística e transportes, a qual permite fazer projeções da repartição modal, inclusive contemplando alternativas de transporte ainda não existentes.

Para a concepção de futuros estudos propõe-se a replicação da pesquisa em nível nacional e abrangendo organizações de outros setores, procurando usar amostra maior. No que diz respeito aos resultados obtidos na aplicação realizada, identifica-se a questão dos dados serem proeminentes de uma região específica do país, o estado do Rio Grande do Sul, não podendo os seus resultados serem generalizados. Também pode ser considerada uma das principais limitações desta pesquisa a dificuldade em obter informações do setor de transporte de cargas, o que resultou em um pequeno tamanho da amostra. As dificuldades associadas com a coleta de dados no setor de transporte de mercadorias foram também observadas em estudos anteriores por Arencibia et. al. (2015); Román; Arencibia; Feo (2016), os quais, reforçam a necessidade de ultrapassar essa barreira quanto a obtenção dos dados junto às empresas.

REFERÊNCIAS

ADAMOWICZ, W.; LOUVIERE, J.; WILLIAMS, M. Combining revealed and stated preference methods for valuing environmental amenities. **Journal of environmental economics and management**, v. 26, n. 3, 1994, p. 271-292.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS- ANTAQ. Anuário 2014.2014. Disponível em: <<http://antag.gov.br/Portal/PDF/Anuarios/ApresentacaoAnuario2014.pdf/>>. Acesso em 12 de jul. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES - ANTT, 2011. Disponível em: <<http://www.antt.gov.br/>> Acesso em: 23 de jun. 2017.

AGENDA 2020 – **Fórum de Infraestrutura**. 2014. Disponível em: <<http://www.polo-rs.com.br/wp-content/uploads/2014/10/INFRAESTRUTURA-Agenda-2020.pdf>>. Acesso em: 10 de maio 2017.

ALBARELLO, J. R.; ALBARELLO, E. P. As relações entre a logística, a economia e o comércio varejista: os gargalos do norte gaúcho. In: Encontro Nacional de Cursos de Graduação em Administração, 24, 2013, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis, 2013. Disponível em: <http://www.xxivenangrad.enangrad.org.br/anais2013/_resources/artigos/gol/15.pdf> . Acesso em: 07 de nov. 2015.

ALMEIDA, L. M. W. Desenvolvimento de uma Metodologia para Análise Locacional de Sistemas Educacionais Usando Modelos de Interação Espacial e Indicadores de Acessibilidade. **Tese** (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

ARAÚJO, M. D. P.; GUILHOTO, J. J. M. Infra-estrutura de transporte: uma análise através de modelos aplicados de equilíbrio geral inter-regional. 2008. Disponível em: <<http://ssrn.com/abstract=1862212>>. Acesso em: 12 de jul. 2017.

ARENCIBIA, A. I.; FEO-VALERO, M., GARCÍA-MENÉNDEZ, L., & ROMÁN, C. Modelling mode choice for freight transport using advanced choice experiments. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 75, 2015, p. 252-267.

ARUNOTAYANUN, K.; POLAK, J. W. Taste heterogeneity and market segmentation in freight shippers' mode choice behaviour. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 47, n. 2, 2011, p. 138-148.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

_____. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

_____. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 2011.

BEN-AKIVA, M; LERMAN, S. **Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand**. Cambridge, Cambridge University Press, 1985.

BEN-AKIVA, M.; MORIKAWA, T. Estimation of switching models from revealed preferences and stated intentions. **Transportation Research Part A: General**, v. 24, n. 6, 1990, p. 485-495.

BERGANTINO, A. S.; BOLIS, S. Monetary values of transport service attributes: land versus maritime ro-ro transport. An application using adaptive stated preferences. **Maritime Policy & Management**, v. 35, n. 2, 2008, p. 159-174.

BERGANTINO, A. S., BIERLAIRE, M., CATALANO, M., MIGLIORE, M., & AMOROSO, S. Taste heterogeneity and latent preferences in the choice behaviour of freight transport operators. **Transport Policy**, v. 30, 2013, p. 77-91.

BERTAGLIA, P. R. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

BEUTHE, M; BOUFFIOUX, C. Analysing qualitative attributes of freight transport from stated orders of preference experiment. **Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)**, v. 42, n. 1, 2008, p. 105-128.

BOWERSOX, D.; CLOSS, J. C.; COOPER, M. **Gestão logística de cadeias de suprimentos**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BOWERSOX, D.; CLOSS, J. C. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2010.

BOZOKY, Milton Junior et al. ANÁLISE DO MODAL FERROVIÁRIO NO TRANSPORTE DE SOJA DO CENTRO OESTE AOS PORTOS. **INOVAE - Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation (ISSN 2357-7797)**, [S.l.], v. 2, n. 1, maio 2014, p. 50-61. Disponível em:<<http://www.revistaseletronicas.fmu.br/index.php/inovae/article/view/349/549>>. Acesso em: 07 jan. 2018.

BRANCO J. E. H., CAIXETA FILHO, J. V., GAMEIRO, A. H., MINATEL, M., & MARTA, J. M. C Desafios para o desenvolvimento da multimodalidade no transporte das safras agrícolas pelo corredor centro-oeste sob a ótica dos agentes envolvidos. **Revista de Estudos Sociais**, v. 1, n. 23, 2010, p. 134–161.

BRANDÃO FILHO, J. E. **Previsão de demanda por gás natural veicular: uma modelagem baseada em dados de preferência declarada e revelada**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

BRANDÃO FILHO, J. E; ARRUDA, J.B.F; CALDAS, M.A.F. Modelagem de escolha de combustíveis veiculares com dados de preferência declarada e revelada. In: Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes, 20, 2006, Brasília. **Anais**. Brasília, 2006. vol I, pp 250 – 261.

BRANDLI, L. L.; HEINECK, L. F. M. Uma experiência sobre o uso da técnica de preferência declarada. **Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído**, v. 10, 2004, p. 1-10.

BRASIL. Decreto nº 80.145, de 15 de agosto de 1977. Regulamento a Lei nº 6.288, de 11 de dezembro de 1975, que dispõe sobre a unitização, movimentação e transporte, inclusive intermodal, de mercadorias em unidades de carga, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, artº 04, 16 ago. 1977.

_____. PLANO HIDROVIÁRIO ESTRATÉGICO – PHE. Relatório do plano de trabalho, 2012. Disponível em: <http://www.transportes.gov.br/images/TRANSPORTE_HIDROVIARIO/PHE/PHE.pdf>. Acesso em 12 jul. 2017.

_____. PLANO NACIONAL DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES MT/PNLT - Relatório Final, Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br/images/2014/11/PNLT/2011.pdf>>. Acessado em: 12 jul 2017.

_____. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/ferrovias>>. Acessado em: 02 jan 2018.

_____. MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, DESENVOLVIMENTO E GESTÃO IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Construção da Matriz Origem-Destino de Transporte Inter-Regional de Cargas e Passageiros para o Plano Nacional de Logística Integrada. **Relatório de Pesquisa**: Estado da Arte de Métodos de Estimação de Matrizes Origem-Destino para Passageiros a Longa Distância (Relatório 10). Rio de Janeiro, 2017.

_____. MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL, 2016. Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br/>>. Acesso em: 23 de jun.2017.

BRITO, A. N. Aplicação de um procedimento usando preferência declarada para a estimativa do valor do tempo de viagem de motoristas em uma escolha entre rotas rodoviárias pedagiadas e não pedagiadas. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

BROOKS, M. R., PUCKETT, S. M., HENSHER, D. A., & SAMMONS, A. Understanding mode choice decisions: A study of Australian freight shippers. **Maritime economics & logistics**, v. 14, n. 3, 2012, p. 274-299.

CAIXETA FILHO, J. V., GAMEIRO, A. H. **Transporte e logística em sistemas agroindustriais**. São Paulo: Atlas, 2005.

CALDEIRA, L. K. O; ROCHA, C. H. Evolução do marco regulatório das concessões rodoviárias no Brasil. In: Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET, 29, 2015, Ouro Preto. **Anais**. Ouro Preto, 2015.

CAMARA, M. V. O., RIBEIRO, G. M., QUADROS, S. G. R., DA HORA, C. A., DO NASCIMENTO, C. J. F., & ABRAMIDES, C. A. Modelagem matemática aplicada no planejamento de pesquisa de tráfego rodoviário. **Revista Produção Online**, v. 16, n. 2, 2016, p. 722-742.

CAMARGO, O. **Identificação dos principais atributos considerados no transporte de cargas**: estudo de caso no oeste paranaense. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, 2000.

CAMPOS, V. B. **Planejamento de Transportes** - Conceitos e Modelos. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: Interciência, 2013.

CAXITO, F. **Logística um enfoque prático**. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

CHIAVENATO, I. **Teoria geral da administração**. 7 ed. Editora Manole, 2014.

CHOPRA, S; MEINDL, P. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**: Estratégia, Planejamento e Operação. Pearson Prentice Hall, 2010.

CIARLINI, M. Discrete-choice models and their application to air transportation. **Journal of Transport Literature**, v. 2, n. 2, 2008.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES – CNT. **Plano CNT de transporte e logística 2014**. – Brasília: CNT, 2014. 752 p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES - CNT. **Pesquisa da Confederação Nacional do Transporte sobre Rodovias**, (2016a). Disponível em:<[http://pesquisarodoviascms.cnt.org.br/Relatorio%20Geral/Pesquisa%20CNT%20\(2016\)%20-%20LOW.pdf](http://pesquisarodoviascms.cnt.org.br/Relatorio%20Geral/Pesquisa%20CNT%20(2016)%20-%20LOW.pdf)>. Acesso em: 30 de jun. 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE - CNT. **Anuário CNT do transporte 2016**: Estatísticas consolidadas. Brasília. 209p. (2016b). Disponível em: <http://anuariodotransporte.cnt.org.br/2016/Aquaviario/3-3-2-2-1-/Portos-organizados>. Acesso em: 30 de jun. 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE - CNT. **Anuário CNT do transporte 2016**: Estatísticas consolidadas. Brasília. 229p. (2017). Disponível em:<<http://anuariodotransporte.cnt.org.br/2017/File/PrincipaisDados.pdf>>Acesso em: 30 de jun. 2017.

COSTA, L.S. S. **As Hidrovias Interiores no Brasil**. 3 ed. Rio de Janeiro: Editora Fenavega, Cap. II. Ministério do Meio Ambiente, 2004.

COSTA, M. B. B. Utilização de Modelo de Localização-Alocação para Identificação de Zoneamento Logístico Integrado ao Planejamento Estratégico de Transportes. **Tese** (Doutorado em Engenharia de Transportes) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Brasil, 2014.

CUNHA, G. T. **Navegação Hidroviária no RS**: Vantagem Econômica Comparada aos Outros Modais e Implantação do Calado Sazonal. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2014.

CRAINIC, P.; LAPORTE, G. Planning models for freight transportation. **European Journal of Operational Research**, v. 97, n. 3, 1997, p.409-438.

CRUZ, S. **Diagnóstico em relação ao transporte de cabotagem no porto de Suape**: uma pesquisa exploratória. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2011. 79 p.

DANIELIS, R.; MARCUCCI, E.; ROTARIS, L. Logistics managers' stated preferences for freight service attributes. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 41, n. 3, 2004, p. 201-215.

DANIELIS, R.; MARCUCCI, E. Attribute cut-offs in freight service selection. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 43, n. 5, 2006, p. 506-515.

DE JONG, G.; KOUWENHOVEN, M.; RUIJS, K.; HOUWE, P. & BORREMANS, D. A time-period choice model for road freight transport in Flanders based on stated preference data. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 86, 2015, p. 20-31.

DEPLAN, Estudos DEPLAN Nº. 7 - 2017 - Dinâmicas Territoriais e Políticas Públicas na Faixa de Fronteira do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://planejamento.rs.gov.br/upload/arquivos/201512/15134118-20150928173641rs-2030-tr-3-situacao-dos-transportes-de-cargas-no-rs-03-12.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2017.

DUAN, L., REZAEI, J., TAVASSZY, L., & CHORUS, C. Heterogeneous Valuation of Quality Dimensions of Railway Freight Service by Chinese Shippers: Choice-Based Conjoint Analysis. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, n. 2546, 2016, p. 9-16.

EARNHART, D. Combining revealed and stated data to examine housing decisions using discrete choice analysis. **Journal of Urban Economics**, v. 51, n. 1, Jan. 2002, p. 143-169.

FARIA, A.; GAMEIRO, M. **Gestão de custos Logísticos**. São Paulo: Atlas, 2010.

FEO-VALERO, M., GARCÍA-MENÉNDEZ, L., SÁEZ-CARRAMOLINO, L., & FURIÓ-PRUÑONOSA, S. The importance of the inland leg of containerised maritime shipments: An analysis of modal choice determinants in Spain. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 47, n. 4, 2010, p. 446-460.

FEO-VALERO, María; GARCÍA-MENÉNDEZ, Leandro; DEL SAZ-SALAZAR, Salvador. Rail freight transport and demand requirements: an analysis of attribute cut-offs through a stated preference experiment. **Transportation**, v. 43, n. 1, 2016, p. 101-122.

FERNANDES, M. G. Desempenho Operacional de Terminais Intermodais de Contêineres. **Tese** (Doutorado em Engenharia de Transportes). Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro – Brasil, 2006.

FIGUEIREDO, K.; FLEURY, P.; WANKE, P. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2009. 483 p.

FLEURY, P. F. Conceito de Logística Integrada e Supply Chain Management. In: FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. **Logística Empresarial: a perspectiva brasileira**. São Paulo: Atlas, 2000. p. 27-55.

FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. **Logística Empresarial – A Perspectiva Brasileira**. São Paulo: Atlas, 2009.

FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. **Logística Empresarial: A perspectiva brasileira**. São Paulo: Atlas, 2012.

FLORENTINO, M. S. **Gestão de Custo no Transporte Marítimo de Cargas no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Contabilidade) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2010.

GIL, A. C. **Gestão de pessoas: enfoque nos papéis profissionais**. São Paulo: Editora Atlas, 2007.

GONÇALVES; B. S. Um Procedimento para Escolha Modal do Transporte Terrestre de Carga Geral no Brasil. **Tese** (Doutorado em Engenharia de Transportes) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

GONÇALVES D. R., R.; BRAATZ, J.; DE MORAES, G. I. Infraestrutura de transportes no Rio Grande do Sul e desenvolvimento regional. In: Encontro de Economia Gaúcha (EEG), 8, 2016. **Anais**. Porto Alegre, 2016. Disponível em: <http://www.fee.rs.gov.br/publicacao/inovacao-no-rs/>. Acesso em: 10 de jul de 2017.

GRANEMANN, S. R.; GARTNER, I. R. Modelo multicriterial para escolha modal/sub-modal de transporte. In: Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, 14, 2000. **Anais**. Gramado, 2000. p. 337-345.

GUSTAFSSON, A.; EHDAHL, F.; BERGMAN, B. Conjoint Analysis: a useful tool in the design process. **Total Quality Management**, v. 10. n. 3, 1999.

HAIR, J. F., BLACK, W. C., BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E. **Análise de dados multivariada: uma perspectiva global**. 7 ed. New Jersey: Pearson, 2010.

HASHIBA, T. I. Metodologia para escolha de modal do transporte, do ponto de vista da carga, através da aplicação do método de análise hierárquica. **Tese** (Doutorado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

HENSHER, D. A. Stated preference analysis of travel choices: the state of practice. **Transportation**, v. 21, n. 2, 1994, p. 107-133.

HOLZ, R. F. Estudo da possibilidade do uso do modal hidroviário para transporte de arroz na lagoa mirim através do emprego da técnica de preferência declarada. **Dissertação**. (Dissertação em Engenharia Oceânica) - Universidade Federal do Rio Grande - FURG, 2008.

IPEA. **Infraestrutura Social e Urbana no Brasil: subsídios para uma agenda de pesquisa e formulação de políticas públicas**. Projeto Perspectivas do

Desenvolvimento Brasileiro Infraestrutura Social e Urbana no Brasil, 2010. Disponível em: http://ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/42543_Livro_Infraestrutur aSocial. Acesso em: 30 jun. 2017.

ISLER, C. A.; PITOMBO, C. S. Avaliação da escolha modal para o transporte ferroviário de passageiros na região sudeste através de árvores de decisão. In: Congresso de pesquisa e ensino em transportes, 28, 2014. **Anais**. Curitiba, 2014.

KOTLER, P. Applying marketing theory to college admissions. **A role for marketing in college admissions**, 1976, p. 54-72.

KROES, E. P. e SHELDON, R. J. Stated Preference Methods. **Journal of Transport Economics and Policy**, Janeiro, v. 22, n. 1, 1988.

KURRI, J.; SIRKIÄ, A.; MIKOLA, J. Value of time in freight transport in Finland. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, n. 1725, 2000, p. 26-30.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 6 ed. 5. reimp. São Paulo: Atlas, 2007.

LAMBERT, D. M. **Strategic logistics management**. Homewood: R. D. Irwin, 1993.

LARRANAGA, A. M.; ARELLANA, J; SENNA, L. A. Encouraging intermodality: A stated preference analysis of freight mode choice in Rio Grande do Sul. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 102, 2016, p. 202-211.

LARRANAGA, A. M.; NODARI, C.T. Uso de preferência declarada na avaliação da substituição do carro pelo ônibus. In: Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 20, 2006. **Anais**. Brasília, 2006.

LEROY, F. L. D. et al. **Indicadores de Preferência Revelada e Declarada pelo Uso do GNV em João Pessoa/PB**. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal da Paraíba, 2008.

LI, Z.; HENSHER, D. Accommodating risk attitudes in freight transport behaviour research. **Transport Reviews**, v. 32, n. 2, 2012, p. 221-239.

LIMA, M.L.P. Uma contribuição metodológica à modelagem da demanda de carga em corredores agrícolas de exportação. **Tese**. (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

LIMA, M. L. P.; GONÇALVES, M. B. Determinação dos Atributos mais relevantes para os Usuários de um Corredor de Transporte Usando a Técnica de Preferência Declarada. In: Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, 23, 1999. **Anais**. Curitiba, 1999, v.1, p.615-626.

LOUVIERE, J.J.; HENSHER, D.A.; SWAIT, J.D. **Stated Choice Methods: analysis and application**. United Kingdom: Cambridge University Press, 2000, p. 402.

LUCCHESI, S. T., NODARI, C. T., LARRAÑAGA, A. M., & SENNA, L. A. D. S. Airline customer loyalty through analysis of stated preference. **Journal of Transport Literature**, v. 9, n. 2, 2015, p. 25-29.

LUNA, M. M. M., LUNA, P. D. T. M., FRIES, C. E., & MOTTA, K. Planejamento de logística e Transporte no Brasil: Uma análise dos Planos Nacional e Estaduais. **Repositório Institucional da Universidade Federal de Santa Catarina**, 2011.

MACHADO, I. S. O Porto de Santos e a revolução dos contêineres. In: Congresso Iberoamericano de Estudios Territoriales y Ambientales, 6, 2014, São Paulo. **Anais**. São Paulo, 2014.

MAGALHÃES, J. R. L.; PALHARES, D. A. G. Utilização do método de preferência declarada para caracterização da demanda pelo transporte cicloviário em Montes Claros/MG. In: Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes, 27, 2013. **Anais**: Belém, 2013.

MASIERO, L.; HENSHER, D. A. Freight transport distance and weight as utility conditioning effects on a stated choice experiment. **Journal of Choice Modelling**, v. 5, n. 1, 2012, p. 64-76.

MASSLER, J.A; STRAMBI, O. O uso da segmentação da demanda para a melhoria de modelos de escolha do modal. In: Anais do XIII, ANPET, São Carlos, 1999, p. 201-2013.

MEDEIROS, H. C. Análise da preferência dos usuários do transporte rodoviário de passageiros: estudo de caso na linha Florianópolis (SC) – Porto Alegre (RS). **Dissertação**. Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 2007.

MEERS, D. MACHARIS, C., VERMEIREN, T., VAN LIER, T. Modal choice preferences in short-distance hinterland container transport. **Research in Transportation Business & Management**, v. 23, 2017, p. 46-53.

MESSIAS, V. D. S. N. Multimodalidade como estratégia logística para o transporte de commodities agrícolas no centro-sul do Brasil: o papel do PNLT no equilíbrio da matriz. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. Secretaria de Política Nacional de Transportes. Plano Nacional de Logística e Transporte: projeto de reavaliação de estimativas e metas do PNLT. Relatório final. Brasília: Ministério dos Transportes: 2012. Disponível em: <http://www2.transportes.gov.br/bit/02-rodo/rodo.html>. Acesso em: 12 out 2017.

MOORI, R. G.; RIQUETTI, A. Estação de Transbordo de Cargas como Mediador da Logística de Fertilizantes. **RAC**, v. 18, n. 6, 2014, p. 748–771.

MOSCHOVOU, T.; GIANNOPOULOS, G. Investigation of inland freight transport modal choice in Greece: parameters and attributes influencing freight mode choice. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, n. 2168, 2010, p. 43-52.

MURÇA, M. C. R.; CORREIA, A. R. Análise da modelagem da escolha aeroportuária em regiões de múltiplos aeroportos. **Journal of Transport Literature**, v. 7, n. 4, 2013, p. 130-146.

NAZÁRIO, P.; WANKE, P.; FLEURY, P. F. Papel do transporte na estratégia logística. In: FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO. **Logística empresarial: a perspectiva brasileira**. São Paulo: Atlas, 2000.

NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

NOVAES, A. G.; EFRÓN, A. J., GRANEMANN, S. R.; RODRIGUEZ, C. Técnicas de preferência declarada na análise do nível de serviço hoteleiro. **Gestão e Produção**, v. 3, n. 2, p. 188-203, 1996.

NOVAES, A. G., GONÇALVES, B. S., COSTA, M. B., & dos SANTOS, S. Rodoviário, ferroviário ou marítimo de cabotagem? O uso da técnica de preferência declarada para avaliar a intermodalidade no Brasil. **Transportes**, v. 14, n. 2, 2006.

NUGROHO, M. T; WHITEING, A.; DE JONG, G. Port and inland mode choice from the exporters' and forwarders' perspectives: Case study—Java, Indonesia. **Research in Transportation Business & Management**, v. 19, p. 73-82, 2016.

OLIVEIRA, R. L. M. Modelo Neuro-Fuzzy para Escolha Modal no Transporte de Cargas. **Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes)**. Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2004.

OLIVEIRA, M. S de; AZAMBUJA, A. M. V.; LIMA, M. L. P. Aplicação de uma metodologia para análise de eficiência em terminais de contêineres. **Vetor**, Rio Grande, v. 23, n. 1, p. 32-43, 2013.

OLÍVIO, R. L. F. **Logística na cadeia de suprimentos: Técnicas, ferramentas e conceitos**. São Paulo: Saint Paul Editora, 2013.

ORTÚZAR, J. de D; ROMAN, C. El problema de modelación de demanda desde una perspectiva desagregada: el caso del transporte. **EURE (Santiago)**, Santiago, v. 29, n. 88, 2003, p. 149-171.

ORTÚZAR, J.D.; WILLUMSEN L.G. **Modelling Transport**. John Wiley & Sons, 3 ed., New York, 2001.

ORTÚZAR, J. D. e L. G. WILLUMSEN. **Modelling Transport**. 4 ed., Wiley, New York, USA, 2011.

PAIVA, C. **Modelos Tradicionais Transporte e Tráfego**. 2010. ANTP On-line Disponível em: <http://www.sinaldetransito.com.br/artigos/modelos_tradicionais_2.pdf>. Acesso em: 06 de abr. 2016.

PEREIRA, P. H. Qualidade dos serviços logísticos das transportadoras de cargas rodoviárias na visão de uma empresa siderúrgica. **Dissertação (Mestrado em Administração)** - Fundação Mineira de Educação e Cultura, Belo Horizonte, 2015, 103 p.

POMPERMAYER, F. M., CAMPOS NETO, C. A da SILVA, C. Á., & DE PAULA, J. M. **P. Hidrovias no Brasil: Perspectiva histórica custos e institucionalidade**. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2014. Disponível em: < http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2714/1/TD_1931.pdf>. Acesso em 10 jul. 2017.

PORTER, M. E. **Estratégia Competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. 2 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

RAMOS, T. G., ALVES, A. M., CALDAS, M. A. F., MELLO, J. C. S. D., e PEREIRA, E. R. Um modelo híbrido incorporando preferências declaradas e envoltória de dados aplicado ao transporte de cargas no Brasil. **Journal of Transport Literature**, v. 10, n. 1, 2016, p. 10-14.

RAZZOLINI FILHO, E. **Administração de material e patrimônio**. Curitiba: IESDE BRASIL SA, 2011, 200 p.

RIBEIRO, P.; FERREIRA, K. Logística e Transportes: Uma Discussão sobre os Modais de Transporte e o Panorama Brasileiro. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 22., 2002, Curitiba. **Anais**. Curitiba: PUC/PR, 2002.

RICH, J.; HOLMBLAD, P. M.; HANSEN, C. O. A weighted logit freight mode-choice model. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 45, n. 6, 2009, p. 1006-1019.

RIO GRANDE DO SUL. **Plano Estadual de Logística e Transportes do Rio Grande do Sul - PELT/RS**, 2012. Disponível em: <<http://planejamento.rs.gov.br/upload/arquivos/201512/29174038-tdr-seinfra-pelt.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2017.

_____. **Plano Estadual de Logística e Transportes do Rio Grande do Sul - PELT/RS**, 2014. Disponível em: <<http://www.pelt-rs.seinfra.rs.gov.br/images/produtos/Produto%209.1.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2017.

_____. **RUMOS 2015: Estudo sobre desenvolvimento regional e logística de transportes no Rio Grande do Sul: documento síntese**. DEPLAN; DCAPE. Porto Alegre: SCP, 2006. p. 473.

_____. SECRETARIA DA COORDENAÇÃO E PLANEJAMENTO. **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: SCP, 2016.

_____. SECRETARIA DOS TRANSPORTES, 2013. Disponível em: <http://www.seinfra.rs.gov.br/conteudo/67452/?Governo_do_Estado_anuncia_planejamento_de_log%C3%ADstica_e_transporte_para_25_anos>. Acesso em 10 jul. 2017.

_____. SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, GOVERNANÇA E GESTÃO, 2017. Disponível em:< <http://planejamento.rs.gov.br/upload/arquivos/201512/15134118-20150928173641rs-2030-tr-3-situacao-dos-transportes-de-cargas-no-rs-03-12.pdf> >. Acesso em 11 jul. 2017.

_____. SEPLAG, Secretaria do Planejamento, Gestão e Participação Cidadã. **Situação dos transportes de carga no Rio Grande do Sul**, 2018.

RIOS, L. R., e MAÇADA, A. C. G. Medindo a Eficiência Relativa das Operações dos Terminais de Contêineres do Mercosul Utilizando a Técnica de DEA e Regressão Tobit. In: **Encontro ENANPAD**, 65-81, Salvador, 2006.

ROMÁN, C.; ARENCIBIA, A. I.; FEO-VALERO, M. A latent class model with attribute cut-offs to analyze modal choice for freight transport. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 102, 2016, p. 212-227.

SCHLÜTER, M., A estrutura de decisão do operador de transporte de cargas pelo usuário varejista de pequeno porte. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Porto Alegre, 1999.

SHAMS, K.; ASGARI, H.; JIN, X. Valuation of travel time reliability in freight transportation: A review and meta-analysis of stated preference studies. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 102, 2017, p. 228-243.

SHINGHAL, Nalin; FOWKES, Tony. Freight mode choice and adaptive stated preferences. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 38, n. 5, 2002, p. 367-378.

SENNA, L. A. S. **Economia e planejamento dos transportes**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

SENNA, L. A. S.; LINDAU, L. A.; AZAMBUJA, A. M. Avaliando a demanda potencial do trensurb através de técnicas de preferência declarada. **Anais do IX, Anpet**, 1995, p. 585-594.

SILVA, T. Análise da escolha modal binomial com base no modelo logit. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Uberlândia, 2010, p. 127.

SOUZA, C. D. R.; D'AGOSTO, M. A. Modelo de quatro etapas aplicado ao planejamento de transporte de carga. **Journal of Transport Literature**, vol. 7, n. 2, 2013, p. 207-234.

SOUZA, D. F.; MARKOSKI, A. A competitividade logística do Brasil: um estudo com base na infraestrutura existente. **Revista de Administração**, v. 10, n. 17, 2013, p. 135-144.

SOUZA, O. A. Delineamento Experimental em Ensaios Fatoriais Utilizados em Preferência Declarada. **Tese** (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999, p. 179.

SUPRG. 2017. Página eletrônica do Porto do Rio Grande. Superintendência do Porto do Rio Grande. Disponível em: <<http://www.portoriogrande.com.br>>. Acesso em 12 jul. 2017.

TRAIN, K. **Discrete choice methods with simulation**. Cambridge, University press, 2003.

TECON RIO GRANDE, 2018. Disponível em:<<https://www.wilsonsons.com.br/pt/teconriogrande/conteudo/quem-somos-tecon-rio-grande>>. Acesso em 04 jan 2018.

VARIAN, H. R. **Microeconomia**: Uma abordagem moderna. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

VIEIRA, G. B. B.; GONÇALVES, R. B.; DORION, E. C. H. O Nível de Serviço do Tecon Rio Grande pela a Ótica de Empresas da Serra Gaúcha: Um Estudo Logitudinal 2006-2013. **Revista Gestão Industrial**, v. 11, n. 3, 2015.

VIEIRA, W. W.; MENDONÇA, M. A.; TORRES, F. O.; CARVALHO, W. L. Determination of switching costs of air transport services-Case study: Santa Genoveva Airport; line Goiânia-Guarulhos. **Transportation Research Procedia**, v. 25, 2017, p. 2801-2812.

WEBER, F. D.; SENNA, dos S. L. A.; LARRAÑAGA, A. M. U.; CATEN, C. S. T. O Efeito da Variabilidade do Tempo de Viagem no Modal Aéreo. In: Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da Anpet, 29, 2015, Ouro Preto. **Anais**. Ouro Preto, 2015.

WILSON SONS, 2015. Disponível em: <<http://ri.wilsonsons.com.br/ShowApresentacao/Apresentacao-Institucional---Agosto-2015?mx2efwZI9I4R0Mh+PSKLGg>>. Acesso em: 09 jan 2018.

ZAMPARINI, L.; LAYAA, J.; DULLAERT, W. Monetary values of freight transport quality attributes: A sample of Tanzanian firms. **Journal of Transport Geography**, v. 19, n. 6, 2011, p. 1222-1234.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO FASE 1



QUESTIONÁRIO DE PESQUISA EXPLORATÓRIA

Objetivo: O objetivo deste questionário é identificar os atributos e/ou características que V.Sa. considera os mais importantes quando escolhe a maneira como irá transportar o seu produto até o PORTO DO RIO GRANDE.

Abaixo, V.Sa. encontra uma lista de atributos. Pedimos que faça o seguinte:

1º) Se existir algum atributo que V.Sa. considere importante e que não esteja na lista, por favor acrescente-o a mesma;

2º) Numere em ordem de importância (no quadrado à esquerda) os 5 (cinco) atributos que V.Sa. considera os mais importantes quando vai escolher a maneira de enviar/receber os seus produtos do Porto do Rio Grande (1= o mais importante; 2 = o segundo mais importante, etc).

LISTA DE ATRIBUTOS

	Frequência de oferecimento do serviço.
	Preservação da integridade da mercadoria durante o transporte.
	Cumprimento do prazo estipulado para a entrega do produto no destino final.
	Tempo de duração da viagem.
	Valor do frete.
	Capacidade de carga do meio utilizado para o transporte.
	Tempo de espera entre contratação e realização do transporte.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO FASE



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE – FURG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO (PPGA)

Este questionário refere-se a uma pesquisa do Mestrado em Administração da Universidade Federal do Rio Grande e visa aprofundar o conhecimento sobre a repartição modal no transporte de contêineres entre rodovia, ferrovia e hidrovía.

Os dados fornecidos não serão utilizados de forma individual, pois estes serão segmentados para realização de um método matemático, garantindo assim, a confidencialidade das respostas. Responder as questões abaixo não demorará mais que 5 minutos, neste sentido, contamos com sua colaboração!!



Clique aqui para digitar texto.

Insira a origem da Carga

PORTO DO RIO GRANDE

Assinale o(s) meio(s) que costuma utilizar:	Qual a frequência de oferecimento do serviço?	Costuma atrasar?	Qual a chance de ocorrer perdas e danos à carga?	Valor médio do frete por	
<input type="checkbox"/> Caminhão	<input type="checkbox"/> Diariamente. <input type="checkbox"/> 2 vezes na semana. <input type="checkbox"/> 1 vez na semana. <input type="checkbox"/> Outro. Qual? _____	<input type="checkbox"/> Não atrasa. <input type="checkbox"/> Atrasa até 2 dias. <input type="checkbox"/> Atrasa entre 2 e 7 dias. <input type="checkbox"/> Atrasa mais de 7 dias.	<input type="checkbox"/> Menos de 5% <input type="checkbox"/> Entre 5% e 20%. <input type="checkbox"/> Mais de 20%.	R\$	<input type="checkbox"/> kg <input type="checkbox"/> tonelada <input type="checkbox"/> contêiner
<input type="checkbox"/> Trem	<input type="checkbox"/> Diariamente. <input type="checkbox"/> 2 vezes na semana. <input type="checkbox"/> 1 vez na semana. <input type="checkbox"/> Outro. Qual? _____	<input type="checkbox"/> Não atrasa. <input type="checkbox"/> Atrasa até 2 dias. <input type="checkbox"/> Atrasa entre 2 e 7 dias. <input type="checkbox"/> Atrasa mais de 7 dias.	<input type="checkbox"/> Menos de 5%. <input type="checkbox"/> Entre 5% e 20%. <input type="checkbox"/> Mais de 20%.	R\$	<input type="checkbox"/> kg <input type="checkbox"/> tonelada <input type="checkbox"/> contêiner
<input type="checkbox"/> Barco	<input type="checkbox"/> Diariamente. <input type="checkbox"/> 2 vezes na semana. <input type="checkbox"/> 1 vez na semana. <input type="checkbox"/> Outro. Qual? _____	<input type="checkbox"/> Não atrasa. <input type="checkbox"/> Atrasa até 2 dias. <input type="checkbox"/> Atrasa entre 2 e 7 dias. <input type="checkbox"/> Atrasa mais de 7 dias.	<input type="checkbox"/> Menos de 5%. <input type="checkbox"/> Entre 5% e 20%. <input type="checkbox"/> Mais de 20%.	R\$	<input type="checkbox"/> kg <input type="checkbox"/> tonelada <input type="checkbox"/> contêiner

APÊNDICE C - FATORIAL COMPLETO COM 54 ALTERNATIVAS

C.1 – Quadro contendo as alternativas nº 1 ao nº 38.

Número de Alternativas	Tempo de Atendimento	Valor do Frete	Frequência	CPD
1	1	R\$ 1.400,00	sem atraso	Menos de 5%
2	1	R\$ 1.400,00	sem atraso	20%
3	1	R\$ 1.400,00	1 dia	Menos de 5%
4	1	R\$ 1.400,00	1 dia	20%
5	1	R\$ 1.400,00	2 dias	Menos de 5%
6	1	R\$ 1.400,00	2 dias	20%
7	1	R\$ 840,00	sem atraso	Menos de 5%
8	1	R\$ 840,00	sem atraso	20%
9	1	R\$ 840,00	1 dia	Menos de 5%
10	1	R\$ 840,00	1 dia	20%
11	1	R\$ 840,00	2 dias	Menos de 5%
12	1	R\$ 840,00	2 dias	20%
13	1	R\$ 560,00	sem atraso	Menos de 5%
14	1	R\$ 560,00	sem atraso	20%
15	1	R\$ 560,00	1 dia	Menos de 5%
16	1	R\$ 560,00	1 dia	20%
17	1	R\$ 560,00	2 dias	Menos de 5%
18	1	R\$ 560,00	2 dias	20%
19	3	R\$ 1.400,00	sem atraso	Menos de 5%
20	3	R\$ 1.400,00	sem atraso	20%
21	3	R\$ 1.400,00	1 dia	Menos de 5%
22	3	R\$ 1.400,00	1 dia	20%
23	3	R\$ 1.400,00	2 dias	Menos de 5%
24	3	R\$ 1.400,00	2 dias	20%
25	3	R\$ 840,00	sem atraso	Menos de 5%
26	3	R\$ 840,00	sem atraso	20%
27	3	R\$ 840,00	1 dia	Menos de 5%
28	3	R\$ 840,00	1 dia	20%
29	3	R\$ 840,00	2 dias	Menos de 5%
30	3	R\$ 840,00	2 dias	20%
31	3	R\$ 560,00	sem atraso	Menos de 5%
32	3	R\$ 560,00	sem atraso	20%
33	3	R\$ 560,00	1 dia	Menos de 5%
34	3	R\$ 560,00	1 dia	20%
35	3	R\$ 560,00	2 dias	Menos de 5%
36	3	R\$ 560,00	2 dias	20%
37	7	R\$ 1.400,00	sem atraso	Menos de 5%
38	7	R\$ 1.400,00	sem atraso	20%

C.2 – Quadro contendo as alternativas nº 39 ao nº 54.

Número de Alternativas	Tempo de Atendimento	Valor do Frete	Frequência	CPD
39	7	R\$ 1.400,00	1 dia	Menos de 5%
40	7	R\$ 1.400,00	1 dia	20%
41	7	R\$ 1.400,00	2 dias	Menos de 5%
42	7	R\$ 1.400,00	2 dias	20%
43	7	R\$ 840,00	sem atraso	Menos de 5%
44	7	R\$ 840,00	sem atraso	20%
45	7	R\$ 840,00	1 dia	Menos de 5%
46	7	R\$ 840,00	1 dia	20%
47	7	R\$ 840,00	2 dias	Menos de 5%
48	7	R\$ 840,00	2 dias	20%
49	7	R\$ 560,00	sem atraso	Menos de 5%
50	7	R\$ 560,00	sem atraso	20%
51	7	R\$ 560,00	1 dia	Menos de 5%
52	7	R\$ 560,00	1 dia	20%
53	7	R\$ 560,00	2 dias	Menos de 5%
54	7	R\$ 560,00	2 dias	20%

APÊNDICE D – CARTÕES APRESENTADOS PARA ORDENAÇÃO

D.1 – Bloco 2

▲ CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
3 dias	R\$ 840,00/t	1 dia	Menos de 5%	

▲ CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
7 dias	R\$ 840,00/t	Sem atraso	Menos de 5%	

▼ CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
3 dias	R\$ 560,00/t	1 dia	20%	

● CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
1 dia	R\$ 1.400,00/t	1 dia	20%	

D.2 – Bloco 3

■ CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
3 dias	R\$ 560,00/t	2 dias	Menos de 5%	

◆ CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
3 dias	R\$ 840,00/t	Sem atraso	20%	

▲ CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
7 dias	R\$ 840,00/t	Sem atraso	Menos de 5%	

▼ CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
7 dias	R\$ 560,00/t	Sem atraso	20%	

D.3 – Bloco 4

CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
2 dias	R\$ 840,00/t	Sem atraso	Menos de 5%	

CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
1 dia	R\$ 1.400,00/t	Sem atraso	Menos de 5%	

CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
1 dia	R\$ 1.400,00/t	1 dia	20%	

CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
2 dias	R\$ 840,00/t	2 dias	20%	

D.4 – Bloco 5

CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
2 dias	R\$ 560,00/t	1 dia	Menos de 5%	

CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
3 dias	R\$ 560,00/t	1 dia	20%	

CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
3 dias	R\$ 840,00/t	Sem atraso	20%	

CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
3 dias	R\$ 560,00/t	2 dias	Menos de 5%	

D.5 – Bloco 6

● CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
1 dia	R\$ 1.400,00/t	1 dia	20%	

▼ CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
7 dias	R\$ 560,00/t	Sem atraso	20%	

▲ CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
3 dias	R\$ 840,00/t	1 dia	Menos de 5%	

▼ CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
3 dias	R\$ 560,00/t	1 dia	20%	

D.6 – Bloco 7

CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
3 dias	R\$ 840,00/t	Sem atraso	20%	

CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
2 dias	R\$ 560,00/t	Sem atraso	20%	

CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
1 dia	R\$ 1.400,00/t	Sem atraso	Menos de 5%	

CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
2 dias	R\$ 560,00/t	1 dia	Menos de 5%	

D.7 – Bloco 8

▼ CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
3 dias	R\$ 560,00/t	1 dia	20%	

○ CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
7 dias	R\$ 840,00/t	2 dias	20%	

▲ CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
3 dias	R\$ 840,00/t	1 dia	Menos de 5%	

◆ CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
3 dias	R\$ 840,00/t	Sem atraso	20%	

D.8 – Bloco 9

CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
 7 dias	\$ R\$ 560,00/t	 Sem atraso	 20%	

CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
 3 dias	\$ R\$ 560,00/t	 2 dias	 Menos de 5%	

CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
 7 dias	\$ R\$ 840,00/t	 2 dias	 20%	

CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
 1 dia	\$ R\$ 1.400,00/t	 Sem atraso	 Menos de 5%	

D9 – Bloco 10

○ CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
2 dias	R\$ 840,00/t	2 dias	20%	

● CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
1 dia	R\$ 1.400,00/t	1 dia	20%	

D CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
2 dias	R\$ 560,00/t	1 dia	Menos de 5%	

△ CARACTERÍSTICAS DO TRANSPORTE OFERECIDO				
Tempo de Atendimento do Serviço	Valor do Frete	Atraso de entrega no destino	Chance de Perda e Dano	Escolha
	\$			
2 dias	R\$ 840,00/t	Sem atraso	Menos de 5%	

APÊNDICE E - RESULTADOS DAS ORDENAÇÕES

E.1 – ENTREVISTA COM O TOMADOR DE DECISÃO DO TABACO

Alternativas ordenadas em ordem decrescente de preferência									
BLOCO 1	BLOCO 2	BLOCO 3	BOCO 4	BLOCO 5	BLOCO 6	BLOCO 7	BLOCO 8	BLOCO 9	BLOCO 10
1 3 2 5	2 4 6 8	3 4 7 9	1 4 6 10	3 5 8 7	2 8 9 6	1 5 7 9	2 8 7 10	1 3 9 10	5 4 6 10

E.2 – ENTREVISTA COM O TOMADOR DE DECISÃO DO POLIETILENO

Alternativas ordenadas em ordem decrescente de preferência									
BLOCO 1	BLOCO 2	BLOCO 3	BOCO 4	BLOCO 5	BLOCO 6	BLOCO 7	BLOCO 8	BLOCO 9	BLOCO 10
2 1 3 5	2 4 6 8	3 7 4 9	1 4 10 6	8 3 5 7	2 8 9 6	7 5 1 9	2 8 7 10	1 3 9 10	5 4 10 6

E.3 – ENTREVISTA COM O TOMADOR DE DECISÃO DO FRANGO CONGELADO

Alternativas ordenadas em ordem decrescente de preferência									
BLOCO 1	BLOCO 2	BLOCO 3	BOCO 4	BLOCO 5	BLOCO 6	BLOCO 7	BLOCO 8	BLOCO 9	BLOCO 10
1 2 3 5	2 4 8 6	3 7 4 9	4 1 6 10	5 8 7 3	2 9 6 8	1 5 9 7	2 8 7 10	1 3 9 10	5 4 6 10

E.4 – ENTREVISTA COM O TOMADOR DE DECISÃO DA CELULOSE

Alternativas ordenadas em ordem decrescente de preferência									
BLOCO 1	BLOCO 2	BLOCO 3	BOCO 4	BLOCO 5	BLOCO 6	BLOCO 7	BLOCO 8	BLOCO 9	BLOCO 10
5 3 2 1	4 8 2 6	9 4 3 7	4 1 6 10	3 5 8 7	2 9 8 6	5 1 9 7	2 7 8 10	3 1 9 10	4 5 10 6

APÊNDICE F – ARQUIVO DE ENTRADA DE DADOS DO PROGRAMA LMPC

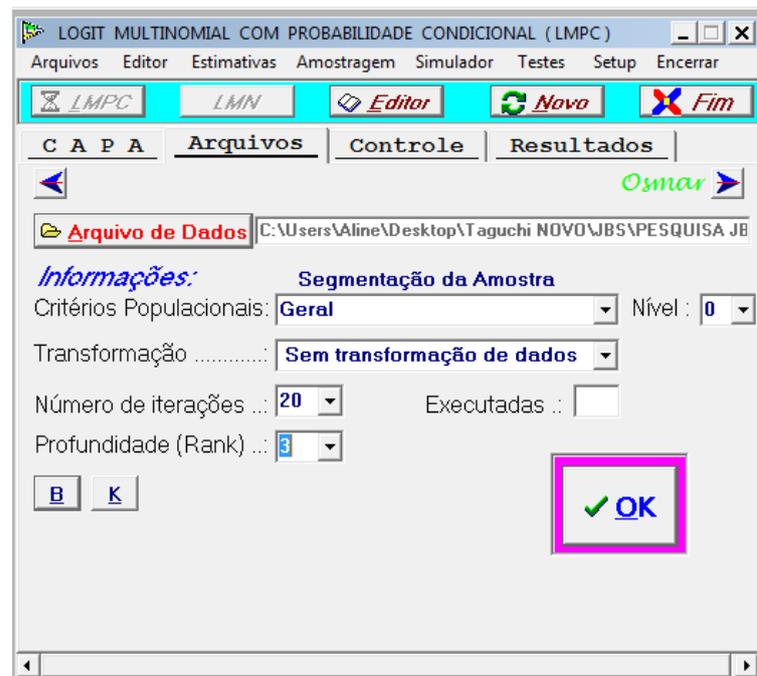
Arquivo: Dados entrevistas - Pesquisa Realizada			
<p>*1: Atributos 4 Tempo_atendimento Valor_frete Atraso CPD</p>			
<p>*2: Sociais 1 Tipo_usuario 0- Tabaco 1- Congelado 2-Celulose</p>			
<p>*3: Alternativas 10 Linhas (número de alternativas) 4 Colunas (número de atributos em cada alternativa) 1 0.20 0 0 3 0.12 1 0 3 0.08 2 0 7 0.12 0 0 7 0.08 1 0 1 0.20 1 1 3 0.12 0 1 3 0.08 1 1 7 0.08 0 1 7 0.12 2 1</p>			
<p>*4: Blocos 10 Linhas (número de blocos) 4 Colunas (número de alternativas em cada bloco) 1 2 3 5 2 4 8 6 3 7 4 9 4 1 6 10 5 8 7 3 6 9 2 8 7 9 1 5 8 10 2 7 9 3 10 1 10 6 5 4</p>			
<p>*5: Entrevistas XX Total de Entrevistas X Número de colunas (Atributo social +n° de altern. em cada bloco)</p>			

ANEXO 1 – PROGRAMA LMPC

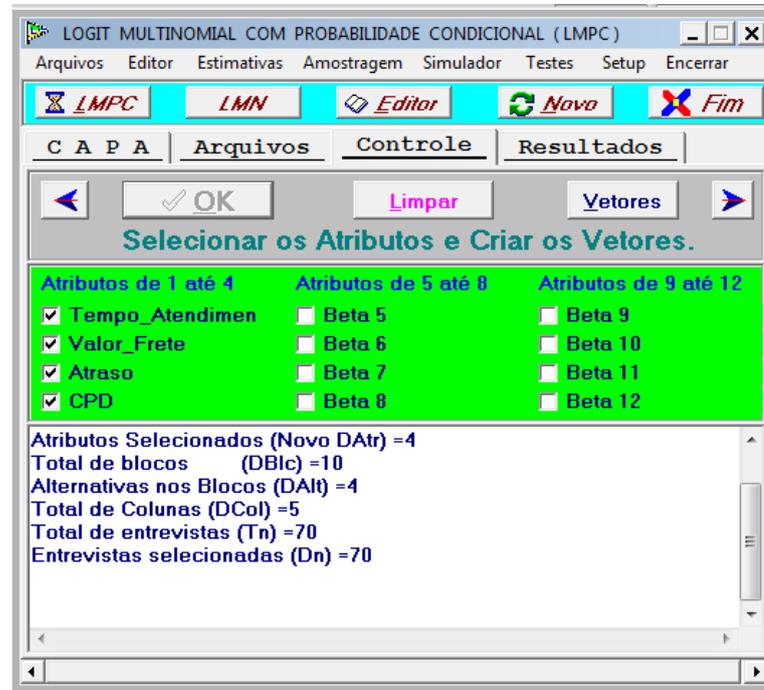
A.1 – TELA DE APRESENTAÇÃO DO PROGRAMA LMPC



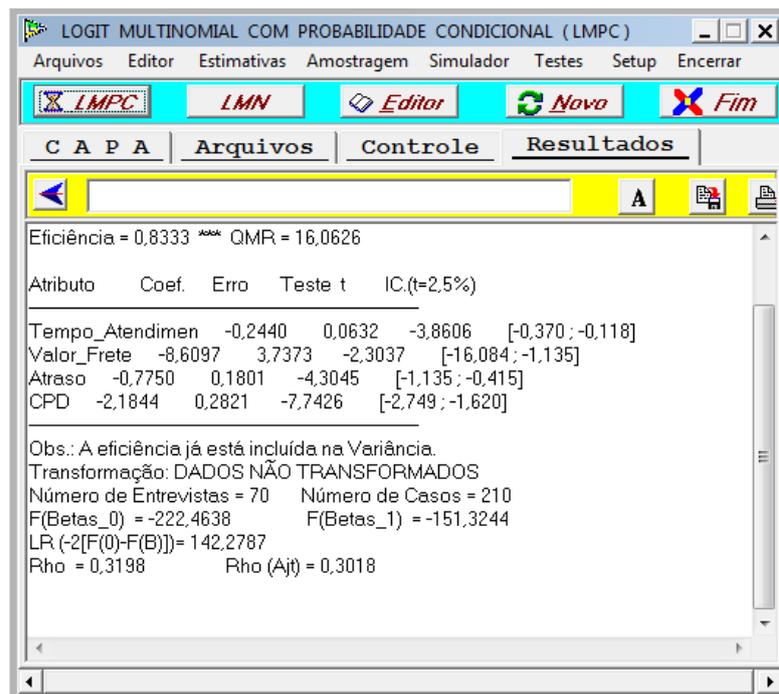
A.2 – SEGUNDA ETAPA – INFORMAÇÕES



A.3 – TERCEIRA ETAPA – ATRIBUTOS



A.4 – QUARTA E ÚLTIMA ETAPA - RESULTADOS



ANEXO 2 – PROGRAMA VISUAL STUDIO COMMUNITY 2017

A.1 – TELA RESULTADOS EMPRESA TABACO

Programa de Escolha Modal Logit (PEML)

Número de Alternativas: 10 Número de Atributos da Função Utilidade: 4 Observações: Tabela 6.2. Comparação das alternativas da empresa de Tabaco

ALTERNATIVA	Nome
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10

ATRIBUTO	Nome	Coef. Obtido na Calibração
1	TA	-0.5493
2	VF	-17.6848
3	A	-0.5906
4	CPD	-5.0922

ALTERNATIVA	Nome	Valor de TA	Valor de VF	Valor de A	Valor de CPD
6	6	1	0.2	1	1
7	7	3	0.12	0	1
8	8	3	0.08	1	1
9	9	7	0.08	0	1
10	10	7	0.12	2	1

ALTERNATIVA	NOME	VALOR DA UTILIDADE	PROB. DE ESCOLHA (%)
1	1	-4.09	33.77
2	2	-4.36	25.64
3	3	-4.25	29.82
4	4	-5.97	5.13
5	5	-5.85	5.77
6	6	-9.58	0.13
7	7	-9.77	0.31
8	8	-8.66	0.35
9	9	-10.27	0.07
10	10	-12.15	0.01

A.2 – TELA RESULTADOS EMPRESA POLIETILENO

Programa de Escolha Modal Logit (PEML)

Número de Alternativas: 10 Número de Atributos da Função Utilidade: 4 Observações: Tabela 6.5. Comparação das alternativas da empresa de Polietileno

ALTERNATIVA	Nome
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10

ATRIBUTO	Nome	Coef. Obtido na Calibração
1	TA	-0.3042
2	VF	-16.8122
3	A	-0.4795
4	CPD	-2.1323

ALTERNATIVA	Nome	Valor de TA	Valor de VF	Valor de A	Valor de CPD
6	6	1	0.2	1	1
7	7	3	0.12	0	1
8	8	3	0.08	1	1
9	9	7	0.08	0	1
10	10	7	0.12	2	1

ALTERNATIVA	NOME	VALOR DA UTILIDADE	PROB. DE ESCOLHA (%)
1	1	-3.67	16.68
2	2	-3.41	21.47
3	3	-3.22	26.04
4	4	-4.15	10.27
5	5	-3.95	13.46
6	6	-6.28	1.22
7	7	-5.06	4.11
8	8	-4.87	4.99
9	9	-5.61	2.39
10	10	-7.24	0.47

A.3 – TELA RESULTADOS EMPRESA FRANGO CONGELADO

Programa de Escolha Modal Logit (PEML)

Número de Alternativas: 10 Número de Atributos da Função Utilidade: 4 Observações: Tabela 6.7: Resultado empresa setor de Frango congelado

Inserir Alternativas

ALTERNATIVA	Nome
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10

Inserir Atributos

ATRIBUTO	Nome	Coef. Obtido na Calibração
1	TA	-0,2440
2	VF	-8,6597
3	A	-0,7750
4	CPD	-2,1844

Inserir dados das Alternativas consideradas

ALTERNATIVA	Nome	Valor de TA	Valor de VF	Valor de A	Valor de CPD
6	6	1	0,2	1	1
7	7	3	0,12	0	1
8	8	3	0,08	1	1
9	9	7	0,08	0	1
10	10	7	0,12	2	1

Cálculo das Utilidades e Probabilidades de Escolha das Alternativas

ALTERNATIVA	NOME	VALOR DA UTILIDADE	PROB. DE ESCOLHA (%)
1	1	-1,97	32,76
2	2	-2,54	18,45
3	3	-2,97	11,99
4	4	-2,74	15,99
5	5	-3,17	9,91
6	6	-4,93	1,70
7	7	-3,95	4,51
8	8	-4,38	2,93
9	9	-4,50	2,40
10	10	-6,48	0,36

A.4 – TELA RESULTADOS EMPRESA CELULOSE

Programa de Escolha Modal Logit (PEML)

Número de Alternativas: 10 Número de Atributos da Função Utilidade: 4 Observações: Tabela 6.10: Resultado empresa setor de Celulose

Inserir Alternativas

ALTERNATIVA	Nome
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10

Inserir Atributos

ATRIBUTO	Nome	Coef. Obtido na Calibração
1	TA	-0,2353
2	VF	-39,8826
3	A	-1,5285
4	CPD	-3,6050

Inserir dados das Alternativas consideradas

ALTERNATIVA	Nome	Valor de TA	Valor de VF	Valor de A	Valor de CPD
6	6	1	0,2	1	1
7	7	3	0,12	0	1
8	8	3	0,08	1	1
9	9	7	0,08	0	1
10	10	7	0,12	2	1

Cálculo das Utilidades e Probabilidades de Escolha das Alternativas

ALTERNATIVA	NOME	VALOR DA UTILIDADE	PROB. DE ESCOLHA (%)
1	1	-3,21	4,60
2	2	-7,02	15,15
3	3	-6,95	16,20
4	4	-6,43	27,25
5	5	-6,37	23,14
6	6	-13,35	0,03
7	7	-9,10	1,90
8	8	-9,03	2,03
9	9	-8,44	3,65
10	10	-13,10	0,03