

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Luís Eduardo Bender

ESCOLHA MODAL DE EMBARCADORES
DO RIO GRANDE DO SUL NO
TRANSPORTE INTERESTADUAL DE
CARGAS CONTEINERIZÁVEIS

Porto Alegre

2020

Luís Eduardo Bender

Escolha modal de embarcadores do Rio Grande do Sul no transporte interestadual de cargas containerizáveis

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, modalidade Acadêmica, na área de concentração em Sistemas de Transportes.

Orientadora: Prof^a. Ana Margarita Larrañaga Uriarte, Dra.

Porto Alegre

2020

Luís Eduardo Bender

Escolha modal de embarcadores do Rio Grande do Sul no transporte interestadual de cargas containerizáveis

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na modalidade Acadêmica e aprovada em sua forma final pela Orientadora e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof^a. Ana Margarita Larrañaga Uriarte, Dra.

Orientadora PPGEP/UFRGS

Prof. Alejandro Germán Frank, Dr.

Coordenador PPGEP/UFRGS

Banca Examinadora:

Prof. Fernando Dutra Michel, Dr. (PPGEP/UFRGS)

Rodrigo Javier Tapia, Dr. (ITS/*University of Leeds*)

Prof. Guilherme Bergmann Borges Vieira, Dr. (PPGEP/UCS)

AGRADECIMENTOS

Agradeço à professora Ana Larrañaga por toda a atenção, dedicação e compreensão com que conduziu a orientação deste trabalho, e por todos os ensinamentos e conhecimentos transmitidos durante a realização do mestrado.

Agradeço ao Rodrigo Tapia pelo acompanhamento do desenvolvimento deste trabalho e pelas valiosas orientações, sugestões e contribuições ao seu conteúdo.

Agradeço aos professores Fernando Michel e Guilherme Vieira pela disponibilidade, pela cuidadosa avaliação e pelas ricas contribuições ao trabalho.

Agradeço à minha companheira de vida, Jéssica, pelo seu amor e pela cumplicidade, carinho paciência a mim dedicados.

Agradeço aos meus pais, Adão e Rosani, por todo o amor, carinho e dedicação, por estarem presentes em todas as fases de minha vida, por priorizarem educação de qualidade ao longo de minha formação, pelo apoio incondicional e pelo incentivo à busca de mais conhecimento.

Agradeço à minha irmã, Natália, pela cumplicidade, amizade, carinho e apoio ao longo de toda a vida.

Agradeço a todos meus amigos, os que cultivo de longa data e os que fiz ao longo trajetória acadêmica, por sempre se fazerem presentes e pelas experiências compartilhadas ao longo destes anos.

RESUMO

A logística do transporte de cargas no Brasil apoia-se fortemente no modo rodoviário, contrariando práticas tecnicamente desejáveis apontadas na literatura e características geográficas do país – sua extensa costa litorânea próxima da qual se distribuem os maiores centros de produção industrial e mais da metade da população. A modelagem da divisão modal da demanda por transporte de cargas busca identificar fatores explicativos da escolha de embarcadores, e pode subsidiar tecnicamente tomadas de decisões políticas acertadas no setor. Nesse contexto, o trabalho desenvolvido nesta dissertação dedica-se a estudar a decisão de estabelecimentos industriais do Rio Grande do Sul entre modo no transporte de cargas para outros estados brasileiros. Com dados coletados em pesquisa de preferência declarada, foram estimados modelos de escolha discreta do tipo multinomial logit e nested logit, que resultaram em 5 atributos de transporte e 1 característica logístico-econômica dos embarcadores como estatisticamente significativas para explicar a decisão: *Frete*, *Tempo*, *Headway*, *Pontualidade*, *Atraso*, e *Porte* da empresa. Os modelo de melhor ajuste, *nested logit*, indica que as alternativas ITJ e RIG apresentam correlações entre parte não observável de suas utilidades. *Frete* e *Pontualidade* se mostraram os atributos mais importantes na escolha dos embarcadores. O cálculo de elasticidades das probabilidades de escolha de cada alternativa indicou que a decisão pelo modo de envio é inelástica em relação a alterações nos valores das variáveis independentes, inclusive para atributos tradicionalmente explicativos de escolha no transporte, como custo e tempo. O modelo adotado foi utilizado para simular cenários e avaliar possíveis impactos de políticas de transporte nos modos rodoviário (Política Nacional de Pisos Mínimos do Transporte Rodoviário de Cargas) e marítimo de cabotagem (BR do Mar), indicando uma troca modal de até 20% do modo rodoviário para a cabotagem no cenário mais favorável.

Palavras-chave: Modelos de escolha discreta. Escolha modal. Transporte de cargas. Preferência declarada.

ABSTRACT

Freight transportation in Brazil strongly relies on road transport, in contrast to technically desirable practices pointed out by the literature as well as to the geographical characteristics of the country – its extensive coastline near which the largest centers of industrial production and more than half of the population are distributed. Mode choice modeling concerning the demand for freight transportation seeks to identify factors capable of explain shipper's choice and, therefore, can technically subsidize right political decisions in the sector. In this context, the work developed in this dissertation aims at studying the decision between transport modes of industrial establishments in Rio Grande do Sul regarding the freight shippments to other Brazilian states. Data collected in stated preference survey was used to estimate multinomial and nested logit choice models, resulting in 5 transport attributes and 1 logistic and economic characteristic of shippers as statistically significant to explain the decision: *Freight*, *Transit Time*, *Headway*, *On Time Delivery*, *Delay* greater than 2 days and the *Company Size*. The model with the best goodness of fit, nested logit, indicates that the multimodal alternatives present correlations between unobservable parts of their utilities. Freight and Punctuality are the most importante attributes in the shippers's decision. Elasticities for the probabilities of choosing each alternative indicated that the decision for the transportation mode is inelastic in relation to changes in the values of the independent variables, including atributes traditionally explanatory of the transportation mode choice, such as cost and time. The model selected was used to simulate scenarios and evaluate possible impacts of brazilian's transport policies on road and maritime cabotage transportation modes, indicating a modal shift of up to 20% from road to cabotage in the most favorable scenario.

Keywords: Discrete choice model. Mode choice. Freight transportation. Stated preference.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Etapas de desenvolvimento do trabalho.....	20
Figura 2: Situação geográfica do Rio Grande do Sul.....	22
Figura 3: Subdivisão da área do RS em COREDEs.....	23
Figura 4: Distribuição de estabelecimentos industriais de transformação (%) em 2015.....	24
Figura 5: Distribuição de estabelecimentos industriais de transformação em 2017.....	24
Figura 6: Malha rodoviária do RS.....	25
Figura 7: Malha ferroviária do RS.....	25
Figura 8: Vias interiores navegáveis do RS.....	25
Figura 9: Distribuição dos terminais de contêineres no litoral do RS e de SC.....	26
Figura 10: Localização dos terminais portuários de contêineres do RS e de SC.....	27
Figura 11: Rota aquaviária de Porto Alegre em direção ao norte do Brasil.....	28
Figura 12: Concentração de estabelecimentos industriais de transformação no Brasil.....	29
Figura 13: Rota de cabotagem entre Itajaí e Montevideu.....	30
Figura 14: Rota de cabotagem entre Montevideu e Rio Grande.....	30
Figura 15: Rota sul-norte pelos principais destinos da cabotagem de contêineres.....	32
Figura 16: Logística completa (porta-a-porta) ofertada pelos armadores.....	34
Figura 17: Exemplo de alternativas aninhadas.....	42
Figura 18: COREDEs com maior participação no VAB da indústria do RS.....	52
Figura 19: Rotas da alternativa multimodal de cabotagem pelo porto do Rio Grande.....	54
Figura 20: Rotas da alternativa multimodal de cabotagem pelo porto de Itajaí.....	54
Figura 21: Pergunta do questionário de PD para definição do tamanho do lote.....	65
Figura 22: Exemplo de situação de escolha da pesquisa de PD.....	66
Figura 23: Distribuições da população e da amostra por segmentos industriais.....	69
Figura 24: Distribuição de estabelecimentos industriais de transformação nas mesorregiões da metade norte do RS (%).....	70
Figura 25: Distribuição das respostas obtidas nas mesorregiões da metade norte do RS (%).....	70
Figura 26: Caracterização da amostra com relação aos destinos de envios de carga.....	71
Figura 27: Configurações de ninhos testados.....	74
Figura 28: Configuração do modelo NL de melhor resultado.....	80
Figura 29: Composição da utilidade das alternativas de transporte.....	84
Figura 30: Mapa das regiões com viabilidade para a cabotagem.....	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Itinerários e tempo em trânsito das linhas de cabotagem que escalam terminais do RS e de SC.....	32
Quadro 2: Atributos presentes na literatura.....	58
Quadro 3: Definição dos atributos de serviço de transporte adotados no estudo.....	58
Quadro 4: Valores atuais adotados para os atributos.....	62
Quadro 5: Níveis dos atributos adotados no estudo.....	63
Quadro 6: Associação entre tipo de veículo transportador do lote médio do embarcador e quantidade de produto enviada no lote médio proposto.....	65
Quadro 7: Distribuição das respostas obtidas em função das partes do questionário.....	67
Quadro 8: Distribuição de respostas obtidas entre destinos e tamanhos de lote.....	67
Quadro 9: Percepções dos respondentes sobre os serviços de transporte marítimo de cabotagem.....	72
Quadro 10: Variáveis dummy testadas nos modelos estimados.....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Movimentação de cargas na cabotagem brasileira nos últimos 5 anos	29
Tabela 2: Dados de movimentações de cabotagem dos principais portos em 2019.....	30
Tabela 3: Custo generalizado médio para as capitais brasileiras consideradas.....	56
Tabela 4: Distribuição de estabelecimentos e respondentes por segmentos da indústria de transformação do RS	68
Tabela 5: Distribuição de respondentes por COREDE e de respondentes e estabelecimentos por mesorregião geográfica	70
Tabela 6: Modelos MNL estimados	78
Tabela 7: Modelos NL estimados.....	79
Tabela 8: Elasticidades ponto agregadas das probabilidades de escolha	85
Tabela 9: Valores dos atributos e resultados percentuais obtidos nas simulações	87

LISTA DE SIGLAS

AM – Amazonas

ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres

BA – Bahia

BUE – Porto de Buenos Aires

CE – Ceará

CIF – *Cost, Insurance and Freight* (frete pago)

CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas

COREDE – Conselho Regional de Desenvolvimento

EPL – Empresa de Planejamento e Logística S. A.

ES – Espírito Santo

EV1 – Distribuição de valor extremo tipo 1

FCL – *Full container load* (lote completo)

GEV – Valor extremo generalizado

IAA – Independência das alternativas irrelevantes

IBB – Porto de Imbituba

IGI – Porto de Itaguaí

IID – Independentemente e identicamente distribuídos

IOA – Porto de Itapoá

ITJ – Porto de Itajaí

LCL – *Less than container load* (lote fracionado)

LCM – *Latent Class Model*

MAO – Porto de Manaus

MEDJ – COREDE Metropolitano Delta do Jacuí

MINFRA – Ministério da Infraestrutura

MG – Minas Gerais

MNL – *Multinomial Logit*

MVD – Porto de Montevideú

ML – *Mixed Logit*

NL – *Nested Logit*

NORT – COREDE Norte

OD – Origem-Destino

ONTL – Observatório Nacional de Transporte e Logística

PAES – COREDE Paranhana Encosta da Serra

PC – Produtor-Consumidor

PD – Preferência declarada

PE – Pernambuco

PEC – Porto de Pecém

PIB – Produto Interno Bruto

PNG – Porto de Paranaguá

PNPM-TRC – Política Nacional de Pisos Mínimos do Transporte Rodoviário de Cargas

PR – Preferência Revelada

PROD – COREDE Produção

QFD – *Quality Function Deployment*

RFB – Receita Federal do Brasil

RIG – Porto do Rio Grande

RJ – Rio de Janeiro

RS – Rio Grande do Sul

SERR – COREDE Serra

SC – Santa Catarina

SP – São Paulo

SSA – Porto de Salvador

SSS – *Short Sea Shipping* (navegação marítima de pequeno curso)

SSZ – Porto de Santos

SUA – Porto de Suape

TUP – Terminal de Uso Privado

VAB – Valor Adicionado Bruto

VCAI – COREDE Vale do Caí

VIX – Porto de Vitória

VLC – Porto de Vila do Conde

VRPA – COREDE Vale do Rio Pardo

VRSI – COREDE Vale do Rio dos Sinos

VTAQ – COREDE Vale do Taquari

VTI – Valor da transformação industrial

VTV – Valor do tempo de viagem

VUC – Veículo Urbano de Carga

WTP – *Willingness-to-pay* (disposição para pagar)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVOS.....	18
1.2 JUSTIFICATIVA	18
1.3 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO	19
1.4 LIMITAÇÕES DO ESTUDO	19
1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	20
2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO	21
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO.....	21
2.1.1 Atividade industrial.....	23
2.1.2 Infraestrutura e logística de transporte.....	24
2.2 ASPECTOS PRÁTICOS DA NAVEGAÇÃO DE CABOTAGEM.....	28
3 ESCOLHA MODAL NO TRANSPORTE DE CARGAS.....	35
3.1 TEORIA DE ESCOLHA DISCRETA	38
3.1.1 Teoria da Utilidade Aleatória.....	38
3.1.2 Maximização da verossimilhança	40
3.1.3 Modelo <i>Multinomial Logit</i> (MNL).....	41
3.1.4 Modelo <i>Nested Logit</i> (NL)	41
3.2 MODELOS DE ESCOLHA NO TRANSPORTE DE CARGAS.....	43
4 DADOS	50
4.1 PESQUISA DE PREFERÊNCIA DECLARADA	50
4.1.1 Contexto de escolha	50
4.1.1.1 Alternativas de transporte.....	53
4.1.1.2 Destinos	55
4.1.2 Atributos.....	57
4.1.3 Níveis dos atributos	59
4.1.4 Projeto do experimento.....	63
4.2 ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO.....	64
4.2.1 Questionário.....	64
4.2.2 Coleta de dados	66
4.2.3 Caracterização da amostra	67
5 MÉTODO	73
5.1 ESPECIFICAÇÃO DOS MODELOS ESTIMADOS	73
5.2 PROCEDIMENTOS ADOTADOS NA MODELAGEM.....	74

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	78
6.1 MODELOS ESTIMADOS	78
6.1.1 Modelos <i>Multinomial Logit</i> (MNL)	78
6.1.2 Modelos <i>Nested Logit</i> (NL).....	79
6.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS	79
6.2.1 Modelo adotado	82
6.2.2 Elasticidades.....	85
6.2.3 Simulações	86
6.2.4 Fronteiras de isoutilidade	87
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	90
APÊNDICE: QUESTIONÁRIO DA PESQUISA DE PREFERÊNCIA DECLARADA	103

1 INTRODUÇÃO

País de dimensões continentais, o Brasil demanda infraestrutura, operação e planejamento eficiente para que sejam obtidas vantagens de economia de escala no transporte de cargas, dada sua grande extensão territorial. A cada ano, balanços da matriz de transportes confirmam desequilíbrio da distribuição modal, que se mantém concentrada no setor rodoviário, em detrimento dos modos ferroviário e aquaviário, consolidados na literatura como modos de transporte mais adequados para grandes volumes de carga e maiores distâncias percorridas (BALLOU, 2006).

Segundo dados da Empresa de Planejamento e Logística S.A. (EPL), a navegação de cabotagem representa entre 11% e 12% da divisão modal no transporte de cargas entre os estados brasileiros, enquanto que o modo rodoviário representa mais de 60% (EPL, 2016). A cabotagem é apontada como viável alternativa à rodovia no transporte de bens industrializados de maior valor agregado (CAMPOS NETO; SANTOS, 2005). Não obstante, as cargas containerizadas representam menos de 10% do total movimentado na cabotagem brasileira (ANTAQ, 2020).

Fleury e Wanke (2006) afirmam que a elevada oferta rodoviária é causada pela falta de regulamentação de entrada de novos agentes no setor, e, conseqüentemente, pela alta concorrência entre transportadores, que acaba criando competição desleal com os demais modos. Oferta e concorrência elevadas no transporte rodoviário acabam inibindo o surgimento da escala necessária para viabilizar investimentos em modos intensivos em custos fixos, como ferroviário e aquaviário. Como consequência, o desequilíbrio da matriz, com escassas alternativas ferroviárias e aquaviárias, e a ausência de complementaridade intermodal oneram os custos de abastecimento interno e prejudicam as exportações brasileiras (CNT, 2015).

As externalidades geradas pela predominância rodoviária no transporte de cargas não se restringem aos mercados produtores e consumidores, mas afetam a sociedade brasileira como um todo. Poluição ambiental atmosférica e sonora, congestionamentos e acidentes de trânsito em rodovias envolvendo caminhões – muitas vezes fatais e geradores gastos elevados em saúde e assistência social – são alguns dos impactos negativos da distribuição modal concentrada no transporte rodoviário. Além disso, a malha viária – já desgastada e de históricas más condições estruturais e de conservação do pavimento – é deteriorada mais rapidamente com o tráfego

crescente de veículos de carga, cujas capacidades são cada vez maiores e que, não pouco frequentemente, excedem limite de peso regulamentado (RODRIGUES, 2009).

Esse cenário, que remete a logística brasileira a um ciclo vicioso que perpetua ineficiência e falta de competitividade intermodal, colapsou no final do mês de maio de 2018, como prova da gravidade e da complexidade da situação impostas pela má divisão modal. Durante cerca de 10 dias, o sistema de transporte de cargas brasileiro foi completamente paralisado pela greve promovida pelos caminhoneiros, que demandavam melhores condições de trabalho e, principalmente, pagamento de fretes maiores pelos seus serviços. A questão foi pacificada pela adoção da Política Nacional de Pisos Mínimos do Transporte Rodoviário de Cargas (PNPM-TRC) pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), mas a situação motivou embarcadores a buscar – e conhecer – novas alternativas de transporte, como a navegação de cabotagem (ANTT, 2018).

O piso mínimo do frete rodoviário tem oscilado entre valores que agradam exclusivamente ou os caminhoneiros ou os embarcadores do setor produtivo, gerando um contexto de relativa incerteza acerca do futuro dessa política pública. Por outro lado, encontra-se em discussão e está na iminência de ser implementado pelo Governo Federal o programa BR do Mar, com objetivo de fortalecer e fomentar, de forma perene, o transporte por cabotagem como alternativa logística às rodovias, por meio do aumento da oferta de serviços e da redução de custos (MINFRA, 2019).

Na pesquisa acadêmica, distribuição da demanda por transporte de cargas entre alternativas modais se insere na área de planejamento de transporte, integrando a tradicional metodologia de modelagem em 4 etapas. A divisão modal é o componente da demanda mais sensível a políticas públicas no setor de transportes, pois reage muito fortemente a mudanças no valor de fretes ou no tempo em trânsito de produtos, sobretudo (DE JONG, 2014). Conseqüentemente, pode subsidiar tecnicamente tomadas de decisão acertadas no setor de transportes. Especialmente no contexto de expectativas e incertezas criado pelas políticas públicas relativas aos modos rodoviário e marítimo de cabotagem, técnicas de preferência declarada e de estimação de modelos discretos podem ser utilizadas para buscar conhecer os fatores que influenciam na decisão de embarcadores entre modos de transporte disponíveis para envio de suas cargas.

1.1 OBJETIVOS

Centrado na temática de modelagem da demanda por transporte de cargas, o objetivo geral deste trabalho é analisar a escolha do modo de transporte realizada embarcadores do setor industrial de transformação do estado do Rio Grande do Sul no envio de cargas containerizáveis para demais estados brasileiros. Podem ser citados os seguintes objetivos específicos integrantes do escopo do trabalho:

- i. identificar os fatores explicativos da escolha por modo de transporte;
- ii. descrever o serviço de transporte marítimo de cabotagem ofertado no RS;
- iii. identificar oportunidades para crescimento da participação da cabotagem na matriz de transportes do RS.

1.2 JUSTIFICATIVA

A demanda por transporte de cargas é essencialmente determinada pela distribuição espacial das atividades econômicas de produção e consumo (IVANOVA, 2014). Não obstante, o desequilíbrio da matriz de divisão modal do Brasil contrasta com suas condições geográficas e demográficas: além dos quase 7.500 km de costa, 58% da população está concentrada em faixa contígua de 200 km a partir do litoral (IBGE, 2017), o que tornaria a cabotagem, em princípio, uma alternativa eficiente para o transporte de cargas. A grande extensão litorânea e a concentração da atividade econômica próxima a costa favorecem o transporte aquaviário de cabotagem. Além disso, como resultado de padrão histórico da ocupação territorial do Brasil, as maiores cidades do país e as capitais de 15 dos 26 estados situam-se na costa ou em até 100 quilômetros de portos marítimos relevantes (LACERDA, 2004).

De acordo com Lacerda (2004), a opção pelo transporte de produtos industrializados por cabotagem seria favorecida pela escassez de infraestrutura ferroviária ligando estados ao longo da costa marítima – maior parte das ferrovias é voltada para corredores de exportação, levando a portos marítimos e cruzando o país na direção perpendicular à costa. Além disso, a operação do sistema ferroviário brasileiro a cargo de diferentes concessionárias é apontada como dificuldade contribuinte para o tráfego reduzido no fluxo de cargas interestadual. Em um horizonte de curto e médio prazo, construção de infraestrutura ferroviária não se mostra alternativa viável na busca por equilíbrio distribuição modal no transporte interestadual. Dessa forma, o transporte marítimo de cabotagem, associado em operação multimodal com o

rodoviário para trechos de coleta e entrega de cargas, apresenta-se como alternativa viável para o transporte entre estados mais afastados, contribuindo também para a redução de custos logísticos e de externalidades negativas, como emissão de poluentes atmosféricos e acidentes envolvendo caminhões nas estradas (RODRIGUES, 2009).

Estudos com modelos de escolha discreta apresentam uma variada gama de abordagens metodológicas e de aplicação. Embora apareça na literatura em um número crescente de pesquisas, a modelagem de demanda pelo transporte de cargas é objeto de estudo menos frequente do que o transporte de passageiros, sendo a ausência ou dificuldade de obtenção de dados e informações sobre as preferências de embarcadores de cargas uma das principais razões apontadas (BEN-AKIVA *et al.*, 2013). Na literatura, há poucos estudos de escolha modal considerando a cabotagem como alternativa, e esses são voltados para contextos territoriais ou comerciais-industriais muito específicos.

1.3 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO

O presente estudo delimita-se a analisar o comportamento de escolha de embarcadores de cargas do setor industrial do Rio Grande do Sul, enviadas para outros estados brasileiros, em relação aos atributos das alternativas de transporte atualmente disponíveis e às suas próprias características logísticas e econômicas, a partir de dados coletados por meio de pesquisa de preferência declarada.

1.4 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

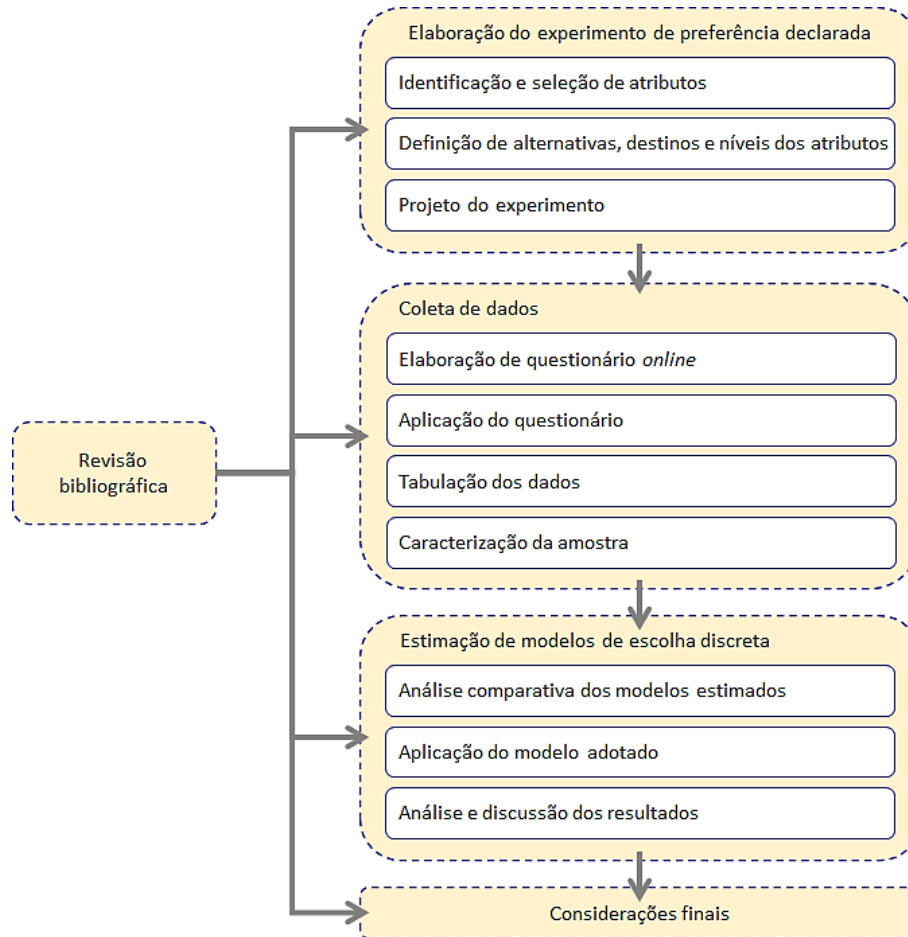
O estudo tem como limitações particularidades dos estabelecimentos industriais respondentes da pesquisa de preferência declarada não abrangidas pelo contexto de escolha proposto, sobretudo com relação à consolidação dos lotes dos envios em um conjunto finito de dimensões e peso: contêineres de 20 pés LCL, FCL ou contêineres de 40 pés FCL.

Outra limitação refere-se aos fretes marítimos adotados, que não levaram e conta especificidades de cada tipo de carga considerada. Além disso, não foi possível testar a aderência dos valores de fretes para lotes menores em relação ao praticado no mercado.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação foi desenvolvida conforme as etapas esquematizadas na Figura 1 e descritas a seguir.

Figura 1: Etapas de desenvolvimento do trabalho



(fonte: elaborado pelo autor)

O trabalho iniciou pela etapa de revisão bibliográfica – que se estendeu por todo o desenvolvimento da pesquisa e embasou as etapas subsequentes – acerca de estudos de escolha modal de transporte de cargas, especialmente estudos em que o modo aquaviário era analisado. Na sequência, foi desenvolvida a pesquisa de preferência declarada (PD), implementada por meio de questionário *online*. Os dados coletados, após análise, tratamento e tabulação, foram utilizados para estimação de modelos de escolha discreta. Os modelos gerados foram analisados e o modelo com melhor ajuste foi adotado e aplicado no cálculo de participação modal, elasticidades, distâncias de isoutilidade e cenários hipotéticos. Ao final, foram tiradas conclusões acerca do estudo e feitas recomendações para trabalhos futuros.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO

Segundo Ben-Akiva *et al.* (2013), um modelo de escolha modal deve representar características do mercado de transporte da região em estudo para poder descrever adequadamente o comportamento de embarcadores de cargas. Distribuição espacial de empresas produtoras de bens e matérias-primas e de seus consumidores (e, conseqüentemente, destinos das cargas e possíveis rotas), infraestruturas instaladas (rodovias, ferrovias, hidrovias, terminais portuários) e os modos de transporte disponíveis, características das cargas enviadas (massa, volume, valor agregado) e dos agentes envolvidos na tomada de decisão pelo modo de envio são alguns fatores fundamentais a serem considerados no desenvolvimento desses modelos.

Neste capítulo, contextualizando questões básicas abordadas no decorrer desta dissertação, as atividades econômicas desenvolvidas no Rio Grande do Sul (RS), especialmente do setor industrial, e a infraestrutura de transportes instalada no estado são brevemente descritas. Também são abordados aspectos operacionais e de mercado do transporte marítimo de cabotagem – modo que recebe especial atenção neste trabalho.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO

O estado do RS localiza-se no extremo sul do Brasil, onde faz fronteira com Argentina e Uruguai. Seu território compreende mais de 280 mil km² de área e se estende por mais de 700 km, seja de leste a oeste ou de norte a sul. Possui 11,3 milhões de habitantes, dos quais 85% vive em zonas urbanas, sendo o 5º estado mais populoso do país (RIO GRANDE DO SUL, 2019). A Figura 2 situa geograficamente o território do estado a nível global e nacional.

Figura 2: Situação geográfica do Rio Grande do Sul



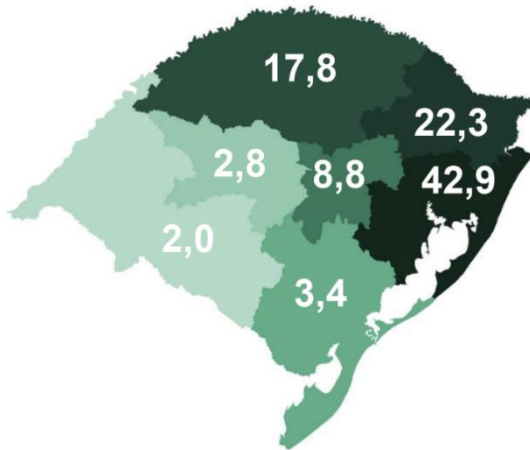
(fonte: adaptado de Google Maps)

As atividades econômicas desenvolvidas no RS são bastante diversificadas, com destaque para agropecuária e indústria de transformação. O Produto Interno Bruto (PIB) posiciona o RS como 4ª maior economia do país. De perfil tradicionalmente exportador, predominantemente de *commodities* agrícolas (de baixos valor agregado e intensidade tecnológica), as interações comerciais de empresas produtoras do RS com mercados nacionais e internacionais superam a média dos demais estados brasileiros. A soja em grão lidera as exportações (representando mais de 25% do total), seguida por fumo, carnes e outros produtos do complexo soja (FIERGS, 2018; RIO GRANDE DO SUL, 2019).

O planejamento e a avaliação das atividades econômicas do RS são realizados em nível de agregação de municípios em áreas denominadas COREDEs – Conselhos Regionais de Desenvolvimento. Atualmente, os 497 municípios do estado estão divididos em 28 COREDEs (RIO GRANDE DO SUL, 2019), conforme ilustrado pela Figura 3.

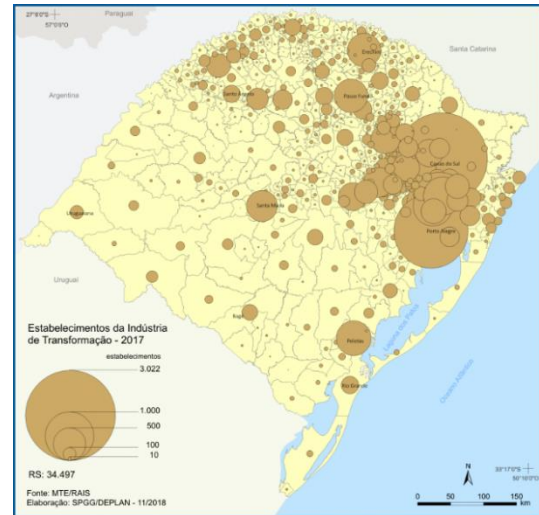
espacial de estabelecimentos industriais de transformação no estado do RS e ilustram essa concentração.

Figura 4: Distribuição de estabelecimentos industriais de transformação (%) em 2015



(fonte: FIERGS, 2018)

Figura 5: Distribuição de estabelecimentos industriais de transformação em 2017



(fonte: Rio Grande do Sul, 2019)

2.1.2 Infraestrutura e logística de transporte

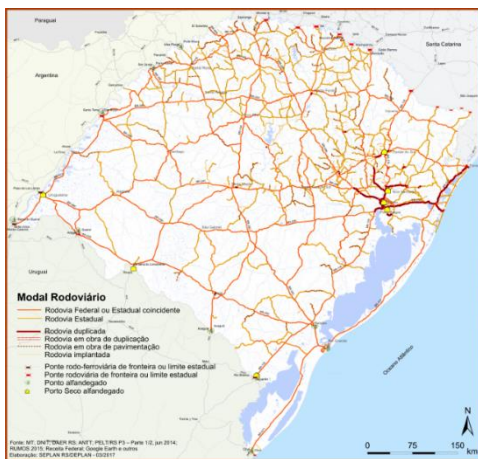
Assim como a nível nacional, o RS tem sua matriz de transporte concentrada no modo rodoviário, porém números ainda maiores – quase 90% do total, contra cerca de 60% da média brasileira (RIO GRANDE DO SUL, 2019). Não obstante, os embarcadores do RS têm à disposição para transportar suas cargas os 2 modos terrestres (rodo e ferroviário) e os 2 tipos de navegação (interior e marítima), cujas operações são condicionadas a limitações geográficas e de infraestrutura e ao fluxo comercial – doméstico (intra ou interestadual) ou internacional. Apesar da distribuição modal de transporte excessivamente concentrada nas rodovias, o RS dispõe de uma rede de transporte multimodal relativamente bem estruturada e capilarizada (RIO GRANDE DO SUL, 2019). Exemplo disso é o corredor de exportação que liga a metade norte do estado, de maiores produções agrícola e industrial, ao porto marítimo de Rio Grande, acessível por vias terrestres (rodo e ferroviárias) e aquaviárias.

As vias de transporte terrestre totalizam 17 mil km de rodovias – cerca de 75% dessa extensão pavimentada – e pouco mais de 3 mil km de ferrovias. A malha rodoviária é mais densa e capilarizada na metade norte do RS, mais urbanizada e industrializada. O modo ferroviário responde por somente 6% do volume de cargas transportado no estado, participação bem abaixo da média nacional (30%), e predomina a movimentação de *commodities* agrícolas

de exportação para embarque no porto de Rio Grande – muitos trechos e ramais, inclusive, recebem operação apenas no período de safra de grãos (RIO GRANDE DO SUL, 2019). Embora a malha ferroviária do RS possibilite a conexão à malha da região sudeste do país, a movimentação de cargas industrializadas de ou para outros estados por ferrovia é inexpressiva.

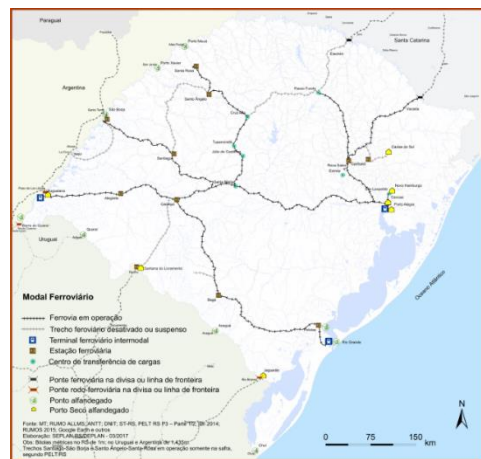
O estado do RS abriga a Hidrovia do Sul, situada na região hidrográfica do Atlântico Sul, atualmente navegável por 400 km de extensão (ANTAQ, 2019). Além do porto marítimo de Rio Grande, destacam-se no complexo hidro portuário do RS os portos interiores de Porto Alegre – que recebe navios marítimos de cabotagem e longo curso, inclusive – e de Pelotas. As principais cargas movimentadas pelo modo aquaviário são produtos do complexo soja (grão, óleo, farelo), celulose, adubos e fertilizantes, combustíveis e produtos químicos (ANTAQ, 2020). As Figura 6, Figura 7 e **Erro! Fonte de referência não encontrada.** ilustram, respectivamente, as vias de transporte rodoviário, ferroviário e aquaviário do RS.

Figura 6: Malha rodoviária do RS



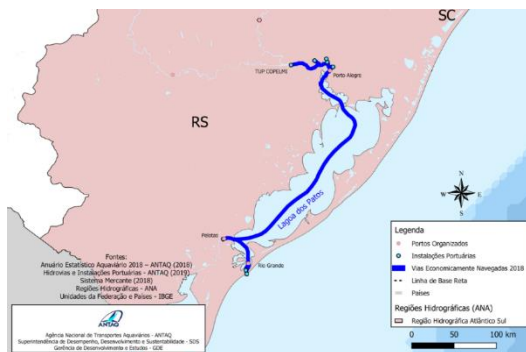
(fonte: Rio Grande do Sul, 2019)

Figura 7: Malha ferroviária do RS



(fonte: Rio Grande do Sul, 2019)

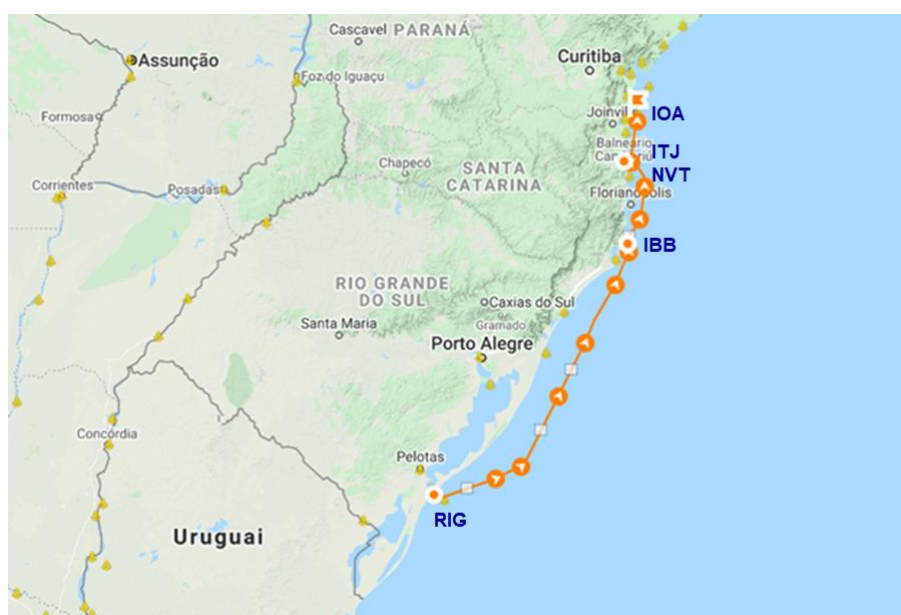
Figura 8: Vias interiores navegáveis do RS



(fonte: ANTAQ, 2019)

Uma questão relevante da logística do RS é o papel que o estado desempenha como hinterlândia dos portos de Rio Grande e do estado vizinho, Santa Catarina (SC). Enquanto que no RS há somente um terminal portuário de contêineres (arrendamento em área de porto organizado) ao longo de 615 km de extensão de costa litorânea, em SC há 4 terminais de contêineres concentrados em 415 km, nos municípios de Imbituba (terminal arrendado em porto organizado), Itajaí (terminal arrendado em porto organizado), Navegantes (TUP) e Itapoá (TUP) – 4 terminais a mais em um litoral 200 km menos extenso, conforme ilustram as Figuras 9 e 10.

Figura 9: Distribuição dos terminais de contêineres no litoral do RS e de SC

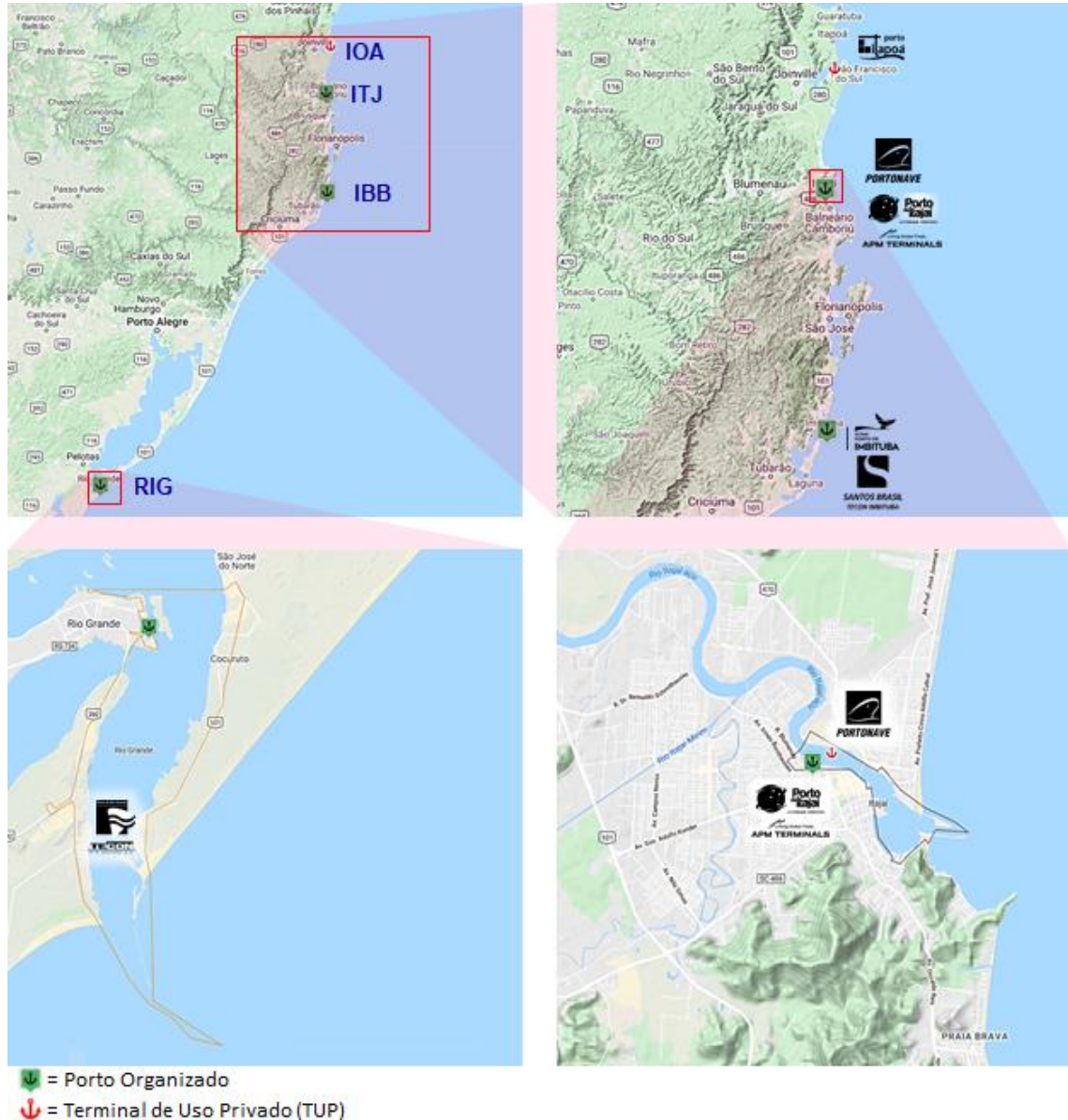


(fonte: adaptado de Marine Traffic, 2019)

Dados do Anuário Estatístico da ANTAQ (2020) indicam os portos de SC com perfil mais voltado à movimentação de contêineres – que correspondem a 47% da carga total – do que o porto de Rio Grande, em que as cargas containerizadas representam 14%. Geograficamente, alguns municípios da metade norte do RS estão localizados mais próximos de Itajaí do que de Rio Grande (um exemplo é Erechim, município de maior destaque do COREDE Norte). No mesmo sentido, apesar do RS dispor de ferrovias e hidrovias, como alternativa ao transporte rodoviário, conectando as regiões de produção agropecuária e industrial ao único porto marítimo do estado, os COREDEs mais industrializados se localizam a pelo menos 300 km de distância a norte do porto. Levando-se em conta que as rotas de todas as linhas de navegação de cabotagem e de boa parte das linhas de longo curso de transporte de

contêineres direcionam-se ao norte a partir de Rio Grande, a condição geográfica do porto pode ser considerada desfavorável para o transporte marítimo de produtos industrializados.

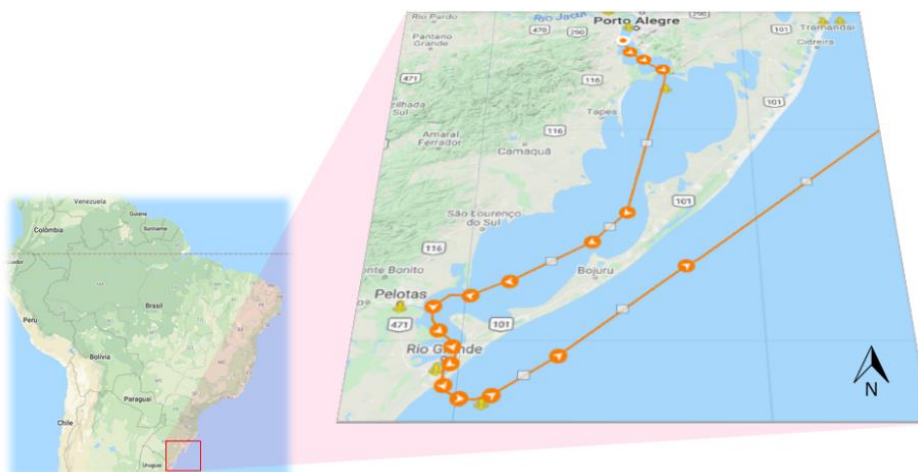
Figura 10: Localização dos terminais portuários de contêineres do RS e de SC



(fonte: adaptado de ANTAQ, 2020b)

Embora mais próximo por via rodoviária da maioria dos municípios do RS se comparado à Itajaí, somados os efeitos da condição geográfica meridional do porto do Rio Grande e de fluxo de cargas na direção norte do globo resulta no transporte de cargas por pelo menos 600 km – 300 km por rodovia, ferrovia ou hidrovía até o porto e 300 km por via marítima – até que retornem à mesma latitude do seus pontos de origem. Essa distância adicional percorrida descreve no mapa uma curva em “U”, conforme ilustra a Figura 111.

Figura 11: Rota aquaviária de Porto Alegre em direção ao norte do Brasil



(fonte: adaptado de Marine Traffic, 2019)

2.2 ASPECTOS PRÁTICOS DA NAVEGAÇÃO DE CABOTAGEM

Enquanto que o transporte rodoviário é amplamente utilizado, tanto no Brasil como no RS, bastante pulverizado e tem seu modo de operação dominado por praticamente qualquer embarcador de cargas, o conhecimento e a utilização dos serviços de transporte marítimo de cabotagem estão mais distantes da realidade de muitos estabelecimentos industriais do país. Em vista disso, esta seção apresenta as principais características da navegação de cabotagem no Brasil, contextualizando, especialmente, o modo operacional e o serviço ofertado aos embarcadores de cargas do RS.

O transporte por cabotagem é definido em lei (BRASIL, 1997) como a navegação realizada entre portos ou pontos do território brasileiro por via marítima – ou via marítima e vias navegáveis interiores, parcialmente. Por isso que em portos fluviais e lacustres, como os de Manaus e Porto Alegre, por exemplo, operam navios de cabotagem. Esse modo de transporte é típico de países com extensa costa litorânea, como Estados Unidos, Canadá, Austrália, Nova Zelândia e Chile.

Conforme dados de movimentação total e de contêineres nos últimos 5 anos apresentados na Tabela 1, as cargas containerizadas representam uma pequena parcela do total movimentado na navegação de cabotagem, ficando atrás de granéis sólidos e líquidos – o transporte de granéis líquidos, sobretudo combustíveis e derivados de petróleo, responde por cerca de 75% do total.

Tabela 1: Movimentação de cargas na cabotagem brasileira nos últimos 5 anos

Ano	Total (em milhões de t)	Contêineres	
		(em milhões de t)	(participação do total)
2015	149	10	7%
2016	150	11	7%
2017	157	12	8%
2018	163	14	9%
2019	172	16	9%

(fonte: adaptado de ANTAQ, 2020)

A dinâmica dos mercados consumidores e produtores brasileiros resulta num fluxo de cargas espacialmente desbalanceado. Conforme ilustrado na Figura 12, os estados com maior produção industrial – SP, MG, RS, PR e SC concentram 68,7% dos estabelecimentos industriais de transformação do Brasil (FIERGS, 2018) – são também os mais populosos e, conseqüentemente, concentram os maiores mercados consumidores. Essa condição reflete na dinâmica da movimentação de cargas por cabotagem nos portos do país: a Tabela 2 apresenta dados, extraídos do Estatístico Aquaviário da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ, 2020), do total movimentado em 2019 nos principais complexos portuários – inclui contêineres movimentados em portos públicos (terminais arrendados) e/ou em terminais de uso privado (TUP).

Figura 12: Concentração de estabelecimentos industriais de transformação no Brasil



(fonte: Rio Grande do Sul, 2019)

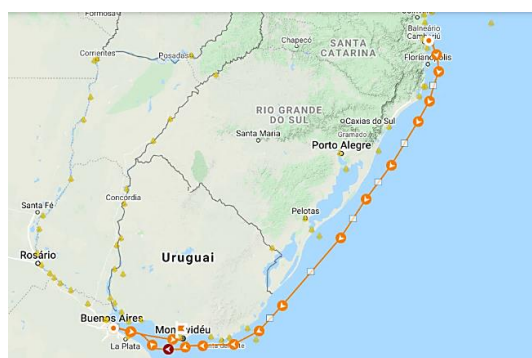
Tabela 2: Dados de movimentações de cabotagem dos principais portos em 2019

Posição	Terminal	Sigla	UF	Movimentação (em milhões de t)	Embarque (% de t)	Desembarque (% de t)
1º	Santos	SSZ	SP	7,96	48,3	51,7
2º	Manaus	MAO	AM	4,39	41,4	58,6
3º	Pecém	PEC	CE	4,20	44,8	55,2
4º	Suape	SUA	PE	4,14	45,1	54,9
5º	Vitória	VIX	ES	1,99	62,1	37,9
6º	Rio Grande	RIG	RS	1,48	81,2	18,8
7º	Salvador	SSA	BA	1,39	68,5	31,5
8º	Itaguaí	IGI	RJ	1,37	63,6	36,4
9º	Itapoá	IOA	SC	1,23	73,8	26,2
10º	Itajaí	ITJ	SC	1,12	59,6	40,4
11º	Imbituba	IBB	SC	0,83	80,7	19,3
12º	Paranaguá	PNG	PR	0,55	36,5	63,5
13º	Rio de Janeiro	RIO	RJ	0,53	44,9	55,1
14º	Vila do Conde	VLC	PA	0,39	22,5	77,5
15º	Navegantes	NVT	SC	0,19	72,2	27,8

(fonte: adaptado de ANTAQ, 2020)

O fluxo de transporte por cabotagem caracteriza-se por desbalanço de cargas em sentido de embarque ou desembarque, que aumenta à medida que se avança para os extremos da extensão navegável por cabotagem. O porto de Rio Grande apresenta a maior diferença – embarca 4 vezes mais carga do que recebe, figurando como 7ª origem, mas apenas 10º destino de cargas containerizadas na cabotagem. O tráfego de contêineres no litoral do país vai desde Rio Grande até Manaus (AM), navegando pelo rio Amazonas. Algumas linhas de cabotagem se estendem ao sul até os portos de Buenos Aires e Montevidéu, na foz do Rio da Prata, de onde o navio inicia a rota de subida pela costa brasileira, conforme ilustram as Figuras 13 e 14.

Figura 13: Rota de cabotagem entre Itajaí e Montevidéu



(fonte: adaptado de Marine Traffic, 2019)

Figura 14: Rota de cabotagem entre Montevidéu e Rio Grande



(fonte: adaptado de Marine Traffic, 2019)

Das 3 linhas que escalam o porto, somente inverte o sentido da navegação em Rio Grande. Além de aumentar o tempo em trânsito dos contêineres com destino a Rio Grande em pelo menos 7 dias, o giro no Prata sujeita a carga a tratamento fiscal, pela Receita Federal do Brasil (RFB), como se fora de importação. Contribui também para o desequilíbrio entre embarques e desembarques da cabotagem em Rio Grande o perfil agroindustrial do estado do RS, muito mais embarcador-exportador do que consignatário-importador. Nesse sentido, embarques de contêineres de arroz representaram mais de 60% do total de carga containerizada movimentada por cabotagem pelo porto de Rio Grande em 2019 (ANTAQ, 2020).

Para os armadores, é vantajoso estender a rota até o Prata: o abastecimento dos navios. O preço do combustível (*bunker*) é menor nos países platinos. No Brasil, aponta-se o *bunker* como demasiadamente onerado por impostos e tributos, diferentemente do Diesel rodoviário. O desequilíbrio da movimentação de contêineres em Rio Grande, entretanto, também onera o armador, que necessita reposicionar contêineres vazios para atendimento da demanda de embarque, gerando custos operacionais e capacidade ociosa nos navios¹.

Atualmente, 3 armadores ofertam o serviço de transporte marítimo doméstico de contêineres: *Aliança Navegação e Logística Ltda.*, *Log-In Logística Intermodal S.A.* e *Mercosul Line Navegação e Logística Ltda.* Cada armador opera 2 linhas de cabotagem nos terminais do RS e de SC. O Quadro 1 apresenta os itinerários e o tempo em trânsito porto-a-porto dessas linhas, e a Figura 15 ilustra rota de cabotagem escalando os principais destinos dos terminais do RS e SC.

¹ Informação obtida em entrevista não estruturada realizada em 24/05/2019 com gestor comercial de terminal portuário de contêineres do estado do RS.

Figura 15: Rota sul-norte pelos principais destinos da cabotagem de contêineres



(fonte: adaptado de Marine Traffic, 2019)

Quadro 1: Itinerários e tempo em trânsito das linhas de cabotagem que escalam terminais do RS e de SC

Armador	Linha	Partida	Origem	Itinerário											
				IBB	SSZ	SSA	SUA	PEC	SSZ	RIG					
Aliança	Anel 2	Dom.	RIG	1	3	6	8	11	17	20					
Log-In	Atlântico Sul	Qui.	RIG	2	4	7	10	13	16	17	24	26			
Mercosul	Plata	Sáb.*	RIG	2	4	7	10	13	16	17	24	26	28		
Log-In	Atlântico Sul	Dom.	ITJ	2	5	8	11	14	15	22	24	26			
Mercosul	Plata	Seg.*	ITJ	2	5	8	11	14	15	22	24	26	28		
Aliança	Anel 2	Ter.	IBB	1	4	6	9	15	18	20					
Log-In	Amazonas	Qui.	ITJ	1	3	6	8	12	18	22	24				
Mercosul	Braco	Qui.	ITJ	1	3	6	8	12	18	22	24				
Aliança	Anel 1	Sáb.	IOA	1	2	5	7	9	15	21	23	25	28	30	31

*Headway de 14 dias

Legenda:

- Giro sul
- Giro norte

(fonte: adaptado de ALIANÇA, 2020; LOG-IN, 2020; MERCOSUL, 2020)

Os armadores *Log-In* e *Mercosul* operam navios conjuntamente nos portos do RS e de SC, compartilhando a capacidade de carga das embarcações por meio de contratos de fretamento por espaço. As linhas *Amazonas (Log-In)* e *Braco (Mercosul)* e as linhas *Atlântico Sul (Log-In)* e *Plata (Mercosul)*. Apesar do transporte ocorrer no mesmo navio, a contratação do serviço pelo cliente é independente, podendo escolher qualquer um dos 2 armadores². As linhas em comum que escalam o porto de Rio Grande (*Atlântico Sul* e *Plata*) apresentam variação quinzenal no itinerário, em que é acrescida escala no porto de Montevideu que não ocorre com a mesma frequência semanal dos demais portos.

Nem todos os terminais portuários do país são acessíveis por meio das linhas que partem dos terminais do RS e de SC, sendo necessário transbordo em porto intermediário e ligação através de outra linha de navegação. Os portos de Itaguaí (RJ), Vitória (ES), Vila do Conde (PA) e Manaus (AM) não possuem ligação direta com Rio Grande, e o tempo em trânsito (porta-a-porto) é de, respectivamente, 9, 7, 19 e 22 dias. Para os portos de SC, o tempo em trânsito é em média 2 dias menor do que para Rio Grande. Das 3 linhas que escalam o porto de Rio Grande, somente a linha *Anel 2* da *Aliança* faz o giro no porto, tendo como procedência o porto de Santos (SP). A sequência de portos escalados na rota sul-norte não é a mesma da rota norte-sul, sendo possível estabelecer duração de viagens em função da distância entre portos e a velocidade operacional média dos navios (faz-se necessário discretizar o tempo para cada par OD).

A logística completa do transporte marítimo de cabotagem, envolve o transporte rodoviário desde a origem (embarcador) até o terminal portuário de embarque, armazenagem e movimentação portuária de embarque da carga no navio, transporte marítimo, movimentação de desembarque, armazenagem e transporte do terminal de destino até o destino final (consignatário). Em termos comerciais e operacionais, o serviço ofertado pelos armadores aos embarcadores é versátil, podendo englobar apenas o transporte entre terminais portuários ou a cadeia completa, porta-a-porta. A contratação do serviço ocorre sem intermediários, de modo que o embarcador não necessita contratar ou contatar terminais portuários para a operação de transporte, a menos que não seja na modalidade porta-a-porta. Os terminais portuários de

² Informação obtida em entrevista não estruturada realizada em 24/05/2019 com gestor comercial de terminal portuário de contêineres do estado do RS.

contêineres, por sua vez, costumam praticar tarifas reduzidas para operações de cabotagem³. O serviço logístico de transporte multimodal ofertado pelos armadores é ilustrado pela Figura 16.

Figura 16: Logística completa (porta-a-porta) ofertada pelos armadores



(fonte: adaptado de Aliança, 2020)

Uma das maiores restrições a que um embarcador da cabotagem está sujeito é a frequência dos embarques. As linhas escalam o porto semanalmente (no caso de Rio Grande), com embarques em dias fixos da semana. A presença da carga é requerida no porto com uma antecedência mínima de 12 horas do momento em que o navio atraca. Um ponto crítico é a impossibilidade de envio da carga por outro armador no caso de chegada tardia ao terminal para embarque³.

³ Informação obtida em entrevista não estruturada realizada em 24/05/2019 com gestor comercial de terminal portuário de contêineres do estado do RS.

3 ESCOLHA MODAL NO TRANSPORTE DE CARGAS

A modelagem da demanda por transporte de cargas é estudada desde a década de 1960, em abordagens paralelas em alguma medida ao transporte de passageiros, que já era estudado há mais tempo e com o qual compartilha algumas teorias comportamentais, econômicas e estatísticas. Além de mais recentes, os modelos de demanda por transporte de cargas têm evoluído mais lentamente e são considerados metodologicamente mais complexos do que os de passageiros, o que se atribui, sobretudo, a (TAVASSZY; DE JONG, 2014; IVANOVA, 2014; HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2014; DE JONG, 2014):

- a) maior número de atores envolvidos na geração de fluxos de transporte de cargas e nas decisões de modo e rota, que podem ser tomadas por atores distintos (embarcadores, consignatários, transportadores, intermediários);
- b) heterogeneidade do objeto transportado (carga), que pode ser um bem de consumo ou uma matéria prima, cada qual apresentando incontáveis variações de forma, massa, volume e valor monetário;
- c) disponibilidade de dados limitada ou ausente;
- d) complexidade envolvida na movimentação de cargas;
- e) diferentes unidades para formar e quantificar lotes de carga.

Alguns desses fatores são apontados como raiz da diferença entre estudos de demanda de transporte de carga e passageiros. Além disso, a carga é passiva e requer intervenção para atividades de carregamento, transporte e descarregamento (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2014).

Estudos de divisão modal fazem parte da estrutura do modelo clássico de planejamento de transporte denominado modelo sequencial ou 4 etapas. A 3ª etapa dessa abordagem é apontada como a mais importante no planejamento de transportes. Modelos de divisão e de escolha modal explicam a alocação da demanda por transporte de carga entre pares OD ou PC de uma matriz de fluxo de cargas entre os modos disponíveis em determinada região. A distribuição da matriz entre diferentes modos impacta na eficiência, na segurança e nas externalidades ambientais e sociais geradas pela atividade de transporte (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011).

A etapa de divisão modal pode ser modelada em nível agregado ou desagregado. Os chamados modelos de divisão modal analisam os percentuais de participação de cada modo de transporte – variável dependente – em nível agregado, a partir de informações zonais que levam

em conta a escolha de modo de embarcadores localizados na região de estudo. Já os modelos de escolha modal são utilizados em abordagens desagregadas, a nível de envios individualizados de lotes de carga por embarcadores e analisam escolha (ou não) de um modo de transporte – variável dependente (DE JONG, 2014; ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011).

Modelos de escolha são menos comuns no transporte de cargas do que no de passageiros, devido, sobretudo, à ausência de dados publicamente disponíveis sobre a nível desagregado. Essa indisponibilidade é explicada pela natureza comercial dos dados – empresas são relutantes em compartilhar informações sobre seus envios de carga, como modo de transporte escolhido, valor do frete, tempo em trânsito, entre outros (DE JONG, 2014), mesmo que isso não caracterize informações sensíveis da empresa ou configurem ameaça a sua competição no mercado.

Dados de envios desagregados são escassos também em razão do reduzido número de tomadores de decisão no transporte de cargas (LARRANAGA *et al.*, 2017), o que conduz a maioria dos estudos a se basearem em dados obtidos por meio de pesquisas de preferência declarada (PD). Por outro lado, os dados agregados disponíveis – geralmente obtidos por pesquisas de preferência revelada (PR) – muitas vezes não contêm o grau de informação necessário ou mesmo levam em conta outros atributos tradicionalmente explicativos do comportamento de escolha na modelagem discreta além de custo e duração do transporte.

Na modelagem clássica da demanda por transporte de passageiros, geração, distribuição e divisão modal e alocação das viagens na rede de transporte são avaliadas sequencialmente (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011). Já na modelagem discreta de escolha de modo no transporte de carga, a sequencialidade do modelo 4 etapas nem sempre é mantida. Enquanto que uma necessidade de um indivíduo (ativo) gera uma viagem da qual o próprio indivíduo será o passageiro, a demanda por transporte de carga (passiva) é gerada por um agente produtor-embarcador distinto (na maioria das situações reais) do agente que realizará o transporte. Outra distinção importante que norteia o processo decisório de escolha modal é feita entre geração de carga e geração de viagens de carga.

O processo de geração de carga depende de relações comerciais entre mercados produtores (embarcadores) e consumidores (consignatários), e está fortemente relacionado à distribuição desses mercados no espaço geográfico (TAVASSZY; DE JONG, 2014). Por essa razão, uma matriz origem-destino (OD) de fluxo de carga pode apresentar quantidade maior de

pares OD em branco do que uma de fluxo de passageiros, o que conduz a análises em nível produtor-consumidor (PC) em detrimento de OD (DE JONG, 2014). A quantidade de carga gerada é mensurada em unidades de massa e/ou volume – toneladas (t) e metros cúbicos (m³).

Já a geração de viagens deriva da heterogeneidade de tamanhos de lotes e destinos de envios, e é mensurada em unidades de veículos necessárias para atender a demanda por transportes gerada pelo setor produtivo. Qualquer envio de carga produz uma viagem, seja de um lote grande o suficiente para completar a capacidade de carga do veículo ou de um lote menor, mas que necessite consolidação com outros lotes para aproveitamento da capacidade do veículo (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2014). Um envio pode ser definido como um número de unidades de um produto – lote – que é comercializado e transportado de uma única vez. Não corresponde necessariamente à carga completa de um veículo, pois vários pequenos lotes podem ser consolidados em um mesmo veículo ou, ao contrário, um lote muito grande pode demandar mais de um veículo para ser transportado (DE JONG, 2014).

A relação entre geração de carga e viagens pode não ser direta: a geração de viagens pode reduzir ou aumentar pela simples modificação do tamanho do lote enviado, não necessariamente como consequência de redução ou aumento da quantidade de carga gerada. A geração de carga está mais relacionada ao porte do estabelecimento produtor, enquanto que a geração de viagens resulta das especificações da carga (sobretudo o tamanho do lote), mas porte e tamanho do lote não necessariamente relacionam geração de carga e viagens diretamente: uma indústria de grande porte – e que, portanto, gera muita carga – pode enviar lotes grandes e gerar poucas viagens em relação a uma pequena indústria que envia lotes pequenos e gera muitas viagens (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2014).

Apesar de suas diferenças, abordagens de escolha modal no transporte de passageiros e de cargas compartilham a mesma base teórica e muitos aspectos metodológicos, além de ferramentas computacionais – *softwares* para estimação dos modelos de escolha modal podem ser usados tanto para passageiros como para cargas. As próximas seções deste capítulo apresentam, primeiramente, os fundamentos teóricos básicos adotados na modelagem de escolha discreta do modo de transporte de carga. Na sequência, são apresentados resultados e conclusões de estudos que conduziram a pesquisa de escolha modal ao seu estado da arte atual, bem como conceitos que embasam o presente estudo.

3.1 TEORIA DE ESCOLHA DISCRETA

Modelos de escolha discreta abordam a dimensão humana na engenharia de transportes, lançando mão de teorias comportamentais e métodos matemáticos para explicar escolhas de embarcadores, consignatários ou intermediários entre estes por diferentes destinos, modos, rotas, tipos de veículos, portos, dentre outras (BEN-AKIVA; LERMAN, 1985). Como etapa do modelo sequencial, os modelos de escolha discreta desagregados foram desenvolvidos originalmente para aplicação no transporte de passageiros (DE JONG, 2014).

As bases teóricas dos modelos de escolha discreta fundamentam-se na teoria microeconômica, que foca na representação do comportamento individual de atores econômicos (consumidores e produtores), analisando decisões de indivíduos e corporações a partir de suposições de maximização de utilidade e lucro (IVANOVA, 2014).

Modelos de escolha discreta são probabilísticos – associam uma probabilidade (variável dependente, comportamental) a uma ou mais variáveis explicativas (independentes). O mecanismo probabilístico foi introduzido para explicar inconsistências entre hipóteses comportamentais assumidas na modelagem e observações experimentais (BEN-AKIVA; LERMAN, 1985). Uma característica básica da escolha de modo é que as alternativas de transporte são discretas: rodoviária, ferroviária, aquaviárias, aérea ou dutoviária (DE JONG, 2014).

3.1.1 Teoria da Utilidade Aleatória

A estrutura de preferências de um decisor é representada por uma função utilidade, que captura a atratividade de uma alternativa de escolha para esse indivíduo, mensurando o que ele deseja otimizar. Na prática, embarcadores de carga enfrentam diferentes contextos logístico-comerciais ao escolherem o modo de transporte, possuem preferências distintas e utilidades consistentes com essas preferências. Inconsistências entre predições dos primeiros modelos comportamentais e observações práticas levaram à adoção da Teoria da Utilidade Aleatória neste campo de estudo (BEN-AKIVA; LERMAN, 1985).

Com a Teoria da Utilidade Aleatória, se assume que as inconsistências são provocadas por falhas do analista na especificação do modelo. É assumido que a alternativa com maior utilidade será sempre escolhida, mas as alternativas nem sempre são conhecidas pelo analista

com total precisão, o que leva ao tratamento da utilidade como variável aleatória. A Teoria da Utilidade Aleatória conecta a teoria comportamental microeconômica aos conceitos e métodos matemáticos necessários para estimação de modelos discretos. A utilidade de uma alternativa i para um decisor n é representada em 2 parcelas aditivas (BEN-AKIVA; LERMAN, 1985):

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} \quad (1)$$

Em que:

U_{in} : utilidade da alternativa i para o decisor n ;

V_{in} : componente observável da utilidade da alternativa i ; e

ε_{in} : componente aleatório da utilidade da alternativa i .

A primeira parcela, denominada utilidade sistemática, está associada às variáveis explicativas observáveis do comportamento de escolha. Já o termo do erro representa a aleatoriedade da utilidade, e pode ter origem em variações de preferências não observadas na especificação da utilidade, erros de mensuração ou informação imperfeita ou ausente. A utilidade sistemática de uma alternativa em função de k atributos tem sua representação mais comum inspirada na regressão linear (BEN-AKIVA; LERMAN, 1985):

$$V_{in} = \alpha_{in} + \beta_{i1n} \cdot X_{i1n} + \beta_{i2n} \cdot X_{i2n} + \dots + \beta_{ikn} \cdot X_{ikn} \quad 2)$$

Em que:

V_{in} : utilidade sistemática da alternativa i para o decisor n ;

α_{in} : constante de modo da alternativa i ;

β_{ikn} : parâmetro desconhecido associado à variável explicativa X_{ikn} ;

X_{ikn} : variável explicativa da utilidade V_{in} .

A partir da Teoria da Utilidade Aleatória, a probabilidade de escolha de uma alternativa i será igual a probabilidade de que sua utilidade seja maior ou igual às utilidades de todas as outras alternativas contidas em um cenário de escolha. A equação 3 expressa a probabilidade de escolha pelo decisor n de uma alternativa i contida no conjunto C_n das alternativas disponíveis para este indivíduo (BEN-AKIVA; LERMAN, 1985):

$$P_n(i|C_n) = P(U_{in} \geq U_{jn}, \forall j \in C_n) \quad (3)$$

Em que:

$P_n(i/C_n)$: probabilidade de escolha da alternativa i pelo decisor n ;

C_n : conjunto de todas as alternativas disponíveis para o decisor n ;

U_{in} : utilidade da alternativa i para o decisor n ;

U_{jn} : utilidade da alternativa j para o decisor n .

A estimação de um modelo baseado na Teoria da Utilidade Aleatória requer que seja assumida alguma distribuição de probabilidades para o termo do erro, o que determina diferentes modelos de escolha probabilísticos. Modelos de escolha discretos são baseados nas hipóteses comportamentais de que o decisor é um otimizador perfeito, racional e interessado em si próprio, suas preferências são plenamente caracterizadas pela utilidade de cada alternativa disponível e a alternativa com maior utilidade sempre é escolhida – e sempre haverá uma utilidade escolhida. O comportamento de uma empresa, que segue princípios econômicos de maximização de lucros e/ou minimização de custos, é modelado de modo análogo (DE JONG, 2014).

3.1.2 Maximização da verossimilhança

O procedimento mais usual para estimar os valores dos parâmetros da utilidade sistemática de um modelo de escolha discreta é a maximização da verossimilhança. A verossimilhança de uma amostra é e função dos parâmetros do modelo, consiste no produto das probabilidades de cada resposta individual e é definida como a probabilidade conjunta do modelo prever corretamente todas as observações amostra. Ou seja, quanto maior a verossimilhança, mais preciso é o modelo estimado (BEN-AKIVA; LERMAN, 1985).

O objetivo do procedimento é, a partir das observações de uma amostra, encontrar os valores dos parâmetros desconhecidos que maximizem a verossimilhança. A maximização da verossimilhança estima os valores dos parâmetros de modo que a probabilidades conjunta das escolhas observadas na amostra calculada pelo modelo seja a maior possível e garante que estimadores encontrados sejam consistentes e assintoticamente normais e eficientes na grande maioria dos casos (BEN-AKIVA; LERMAN, 1985).

Uma vez encontrados os valores dos parâmetros, testes de hipóteses são aplicados para verificar se os valores dos parâmetros estimados realmente resultam do fenômeno (razão estrutural) ou de erros aleatórios no procedimento de amostragem. Se as variáveis explicam a

escolha (relação causal estável) com consistência estatística, então essas devem fazer parte do modelo de escolha (BEN-AKIVA; LERMAN, 1985).

3.1.3 Modelo *Multinomial Logit* (MNL)

O modelo MNL é o mais simples e popular modelo de escolha discreta, estimado assumindo-se que os termos aleatórios das utilidade são independentemente e identicamente distribuídos (IID) segundo a distribuição de Gumbel ou Valor Extremo tipo 1 (EV1) (BEN-AKIVA; LERMAN, 1985; ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011), o que resulta na probabilidade:

$$P_n(i) = \frac{e^{V_{in}}}{\sum_{j \in C_n} e^{V_{jn}}} \quad (4)$$

Em que:

$P_n(i)$: probabilidade de escolha da alternativa i pelo decisor n ;

V_{in} : utilidade sistemática da alternativa i para o decisor n ;

V_{jn} : utilidade sistemática da alternativa j para o decisor n ; e

C_n : conjunto de todas as alternativas disponíveis para o decisor n .

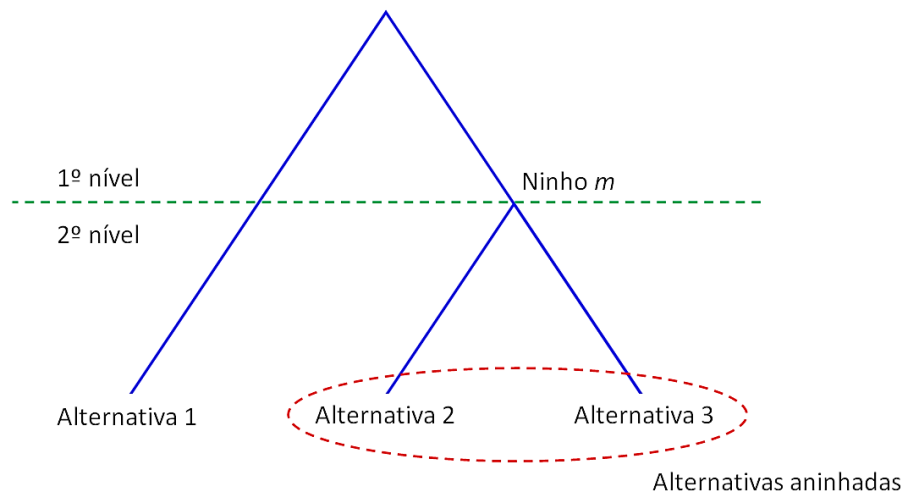
A distribuição IID assumida para os termos aleatórios representa limitações para o modelo MNL. Como os termos do erro de todas as alternativas são idênticos, as variâncias das parcelas randômicas das utilidades serão iguais. Além disso, a IID implica seguir a propriedade de independência das alternativas irrelevantes (IAA) – percentuais de escolha de quaisquer 2 alternativas não são afetados pela utilidade sistemática de quaisquer outras alternativas. Isso permite analisar o efeito de inclusão de novas alternativa no modelo, porém o modelo apresenta inconsistência de predições quando 2 alternativas são correlacionadas (BEN-AKIVA; LERMAN, 1985; ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011).

3.1.4 Modelo *Nested Logit* (NL)

O *nested logit* é o modelo da família de modelos de valor extremo generalizado – *generalized extreme value* (GEV) – mais conhecido e utilizado. A principal característica dos modelos GEV é a correlação da utilidade não observada de alternativas. Quando

correlacionadas, a distribuição IDD dos termos do erro assumida para o modelo MNL impõe inconsistências ao modelo, e o NL se mostra como alternativa. Nesse caso, alternativas que não são independentes entre si podem ser agrupadas em função de alguma similaridade que compartilham. Alternativas contidas em um mesmo ninho apresentam o padrão de substituição de probabilidades de independência das alternativas irrelevantes (IAA) do modelo MNL. Contudo, entre alternativas de ninhos distintos, o IAA não se aplica (TRAIN, 2002; ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011). Ramificações contendo alternativas agrupadas são denominadas ninhos, conforme ilustra a Figura 17.

Figura 17: Exemplo de alternativas aninhadas



(fonte: elaborado pelo autor)

Em uma configuração hierárquica de 2 níveis, com j alternativas distribuídas em q ninhos, a probabilidade de escolha de uma alternativa i contida no ninho m equivale à probabilidade conjunta de escolha de i e m , e pode ser representada pelo produto de probabilidades condicional – escolha da alternativa i dado que está contida no ninho m – e marginal – escolha da alternativa i (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011):

$$P_n(i, m) = P_n(i|M_q) \cdot P_n(M_q) = \frac{e^{\beta \cdot (v_i + v_i^*)} \cdot e^{\lambda \cdot v_{im}}}{\sum_{j \in M_q} e^{\beta \cdot (v_j + v_j^*)} \cdot \sum_{q=1}^Q e^{\lambda \cdot v_{jq}}} \quad (5)$$

$$V_q = \phi_q \cdot V_q^* \quad (6) \quad V_q^* = \ln \sum_{j \in Q} e^{(v_j / \phi_q)} \quad (7) \quad \phi = \frac{\beta}{\lambda} \quad (8)$$

Em que:

$P_n(i, m)$: probabilidade de escolha da alternativa i , contida no ninho m , pelo decisor n ;

$P_n(i/M_q)$: probabilidade de escolha, pelo decisor n , da alternativa i , dado que está no ninho m ;

$P_n(M_q)$: probabilidade de escolha de uma alternativa contida no ninho m ;

β : parâmetro escalar do ninho q , que não contém a alternativa i ;

λ : parâmetro escalar do ninho m , que contém a alternativa i ;

V_{in} : utilidade sistemática da alternativa i ;

V_{jn} : utilidade sistemática das alternativas j ;

V_m : utilidade composta sistemática do ninho m ;

V_q : utilidade composta sistemática do ninho q ;

V_m^* : utilidade máxima esperada das alternativas j contidas no ninho m ;

V_q^* : utilidade máxima esperada das alternativas j contidas no ninho q ; e

\emptyset : parâmetro estrutural da configuração hierárquica.

Somente a razão entre os parâmetros escalares λ e β (parâmetro \emptyset) pode ser estimada a partir de dados observados, o que leva à normalização do parâmetro β em aplicações práticas ($\beta = 1$) (BEN-AKIVA; LERMAN, 1985). O NL é consistente sempre que β for menor ou igual a λ ($\beta \leq \lambda$ e $\emptyset \leq 1$), e modelos que não satisfaçam esse requisito resultam em elasticidades com valores e sinais inadequados. Ainda, quando λ for igual a β ($\lambda = \beta$ e $\emptyset = 1$), o NL torna-se matematicamente equivalente ao modelo MNL

3.2 MODELOS DE ESCOLHA NO TRANSPORTE DE CARGAS

A escolha do modo de transporte para envio de cargas costuma ser uma decisão operacional do setor produtivo tomada a curto prazo (TAVASSZY; DE JONG, 2014). Na maioria dos modelos desagregados, se assume que o tomador da decisão de escolha de modo é o embarcador – uma empresa do setor produtivo que necessita enviar bens de consumo ou matérias primas para seus clientes, demandando serviços de transporte. Além de escolher o modo, os embarcadores devem decidir se eles próprios transportarão sua carga ou se contratarão o serviço de uma terceira empresa – uma transportadora, especializada somente na atividade de transporte, ou um provedor de serviços logísticos, encarregado de outras atividades além do transporte, como armazenagem, por exemplo (DE JONG, 2014).

Os modelos de escolha podem abranger desde fluxos comerciais internacionais até o transporte urbano de cargas. No caso urbano, a modelagem se volta para a escolha do tipo de veículo rodoviário utilizado em entregas e coletas de carga. Com a predominância do transporte marítimo de longo curso no comércio entre países de diferentes continentes, alguns estudos dedicaram-se a analisar escolha de modo entre países contíguos ou acessíveis por modos terrestres, assim como o trecho terrestre do transporte multimodal internacional – do embarcador ao porto marítimo de origem.

O transporte de cargas nem sempre segue fluxo diretamente do produtor para o consumidor, podendo haver armazenamento e/ou consolidação da carga em lotes maiores em pontos intermediários da rota (FRIEDRICH *et al.*, 2014). Por essa razão, alguns estudos investigam a escolha modal como uma decisão tomada conjuntamente entre outros agentes, como consolidadores, transportadores ou até mesmo o consignatário, assumindo que o embarcador-produtor não decide isoladamente (DE JONG, 2014).

García-Menéndez *et al.* (2004) analisaram dados de PR obtidos por meio de entrevistas com exportadores, consolidadores (*freight forwarders*) e outras empresas do setor de transporte localizadas na Comunidade Valenciana, sobre envios de carga destinados a demais países da União Europeia e países do centro-leste europeu. As empresas foram setorizadas conforme tipo de carga – móveis e produtos de madeira, cerâmicos, têxteis e agroindustriais – e um modelo *logit* condicional foi estimado. Análises de elasticidade apontaram o modo marítimo muito mais sensível a variações de custo de transporte do que o rodoviário.

Em contexto estratégico de promoção do transporte marítimo denominado *Motorway of the Sea*, Feo *et al.* (2011) aplicaram pesquisa de PD junto a consolidadores de carga das províncias de Zaragoza, Barcelona, Valência, Madri e Múrcia, na análise de escolha entre alternativa unimodal rodoviária ou intermodal marítima. Modelos ML estimados apontaram maior efeito de políticas de custo na probabilidade de escolha da alternativa marítima, a qual depende fortemente do desempenho do serviço, sobretudo do tempo em trânsito.

Arencibia *et al.* (2015) analisaram a escolha modal de embarcadores da Espanha no transporte de carga para outros países da União Europeia, com dados obtidos em pesquisa de PD desenvolvida com desenhos eficientes específicos para cada respondente da amostra. Com foco na estimação de modelos ML, resultados obtidos apontam o custo do transporte como atributo de maior impacto para melhor equilíbrio da distribuição modal, reduzindo participação

na rodoviária, atualmente predominante, em favor de alternativas intermodais ferroviárias ou marítimas de cabotagem – ou *Short Sea Shipping* (SSS).

Baseados em dados coletados por pesquisas de PD, Arunotayanun e Polak (2011) investigaram heterogeneidades de preferências observáveis e não observáveis no comportamento de escolha de embarcadores de 4 setores industriais (alimentos não-perecíveis, couros, têxteis e eletrônicos) da ilha de Java, na Indonésia, entre os modos rodoviário e ferroviário – com a alternativa rodoviária subdividida em veículos leves ou de grande porte. Modelos MNL e ML inicialmente estimados indicaram presença de níveis significativos de heterogeneidade, sobretudo em relação a atributos de serviço – qualidade e flexibilidade. Modelos LCM foram adotados, então, para verificar homogeneidade comportamental dentro de um mesmo segmento industrial, mas os resultados desta etapa indicaram que o comportamento homogêneo dos embarcadores é definido por diferentes atributos, e não somente pelo segmento de mercado em que atuam.

Román *et al.* (2017) utilizaram dados de PD para analisar a escolha modal de produtores e distribuidores de bens que utilizaram corredor rodoviário que interliga a região autônoma de Madri a Holanda, Bélgica, norte da França e oeste da Alemanha. Alternativas intermodais representando modos ferroviário e marítimo foram apresentadas não identificadas aos respondentes, e informações sobre valores limites de atributos foram introduzidas na especificação das utilidades. Para a compreensão da heterogeneidade das preferências entre embarcadores, os modelos *latent class* (LCM) especificados adotaram conceito de utilidade penalizada, que quantifica o efeito negativo quando os atributos de uma alternativa representam nível de serviço apontado pelo respondente como inaceitável na fase anterior da coleta de dados – captura a desutilidade adicional associada à magnitude do limite ultrapassado. Resultados obtidos explicitaram a existência de classes diferenciadas de respondentes, considerando tanto a percepção dos principais atributos que afetam a escolha modal quanto as penalidades impostas quando os atributos não atingem níveis aceitáveis de serviço. Além disso, das 5 classes resultantes, 2 representam respondentes que aparentemente não entenderam a pesquisa ou não a responderam com seriedade.

Feo-Valero *et al.* (2011) analisaram os fatores determinantes da escolha de modo do trecho terrestre – rodoviário ou ferroviário – de cadeias de transporte marítimo de carga containerizada por embarcadores da Espanha, no corredor de transporte entre as cidades de

Madri e Valência. Modelos ML estimados a partir de dados obtidos com técnicas de PD apontaram papel fundamental da frequência ferroviária na competição como o modo rodoviário.

A escolha modal é frequentemente utilizada para avaliar consequências de medidas políticas no setor de transportes. Neste sentido, Vega *et al.* (2018) estudaram o impacto potencial do *Brexit* na demanda por transporte marítimo de carga entre Irlanda e Europa continental. Dados de pesquisa de PD desenvolvida com desenhos eficientes possibilitaram a estimação de modelos ML considerando comportamentos compensatório e não-compensatório – a partir de valores limites de atributos. Foram adotadas alternativas não identificadas representando o transporte terrestre utilizando o Reino Unido como “ponte” e transporte marítimo ligando a Irlanda diretamente ao continente europeu. Os resultados obtidos indicam probabilidade de aumento da utilização da rota marítima direta de até 14% em relação ao nível atual.

Outra abordagem de modelagem conjunta é considerar interações não só entre os diferentes agentes envolvidos na escolha de modo, mas também entre diferentes etapas consecutivas e as decisões necessárias para harmonização e otimização da cadeia logística como um todo, não apenas de transporte (BEN-AKIVA *et al.*, 2013). Escolha conjunta de modo e de tamanho do lote pode ser analisada em modelos desagregados, mas se mostra mais adequado que a escolha modal faça parte, nesse caso, de uma abordagem mais abrangente, baseada em teorias logísticas e de estoque, levando à otimização do tamanho de lote do envio (DE JONG, 2014). Um exemplo de modelagem conjunta frequente é a de escolha de modo e porto de uma operação intermodal de transporte.

Outra variante das técnicas de modelagem diz respeito à fonte de dados utilizados na estimação dos modelos de escolha discreta. Além das pesquisas de PD tradicionalmente utilizadas, modelos podem ser estimados com dados combinados de PD e PR. Ainda que o conjunto de alternativas de escolha seja discreto, algumas abordagens consideram a escolha de modo em termos de percentual de carga alocada pelo embarcador em cada modo, representada assim por variável contínua. O estudo realizado por Tapia *et al.* (2019) configura-se como exemplo de abordagem para os 3 aspectos supracitados.

Tapia *et al.* (2019) analisaram a decisão conjunta por porto e modo de acesso ao terminal de marítimo, em contexto de comércio internacional de exportação, de consolidadores e produtores de soja do sul da província de Buenos Aires, na Argentina, combinando dados de

PD e PR. Na pesquisa de PD, ao invés de escolher unicamente uma das combinações de modo (rodo ou ferroviário) e porto de embarque (Quequén ou Bahía Blanca), os respondentes deveriam indicar qual percentual de carga alocaria para envio em cada alternativa. As respostas obtidas sugeriram que as alternativas rodo e ferroviária não se mostravam substitutas perfeitas para os embarcadores. Os modelos NL estimados suportaram a hipótese de necessidade de modelar conjuntamente escolha de modo e porto e indicaram os atributos *headway*, custos portuário e de transporte e tempo em trânsito como elementos-chaves para explicar a escolha.

Outro estudo de modelagem conjunta foi realizado por Nugroho *et al.* (2016), que estimaram modelos MNL, NL e variantes de parâmetros aleatórios (*mixed multinomial logit* e *mixed nested logit*), utilizando dados combinados de PD e PR ou somente de PD, para analisar os principais fatores explicativos da escolha embarcadores e consolidadores de carga destinada ao mercado externo da ilha de Java, na Indonésia, entre combinações de modo terrestre (rodo ou ferroviário) e 3 opções de porto. Resultados indicaram redução de subsídios para combustível no transporte rodoviário e redução do frete ferroviário como principais medidas para mudanças no sentido de equilibrar a matriz de transportes.

Além do contexto comercial internacional, estudos de escolha modal dedicam-se também a estudar fluxos de transporte doméstico, a nível nacional ou regional. O mercado australiano de transporte de cargas foi estudado por Brooks *et al.* (2012), com foco na decisão de embarcadores e agentes intermediários entre envios por modos terrestres ou por navegação de cabotagem em 3 corredores ligando importantes cidades do país (Sydney-Perth, Melbourne-Perth e Perth-Melbourne). Modelos MNL e ML foram estimados com dados de pesquisa de PD, desenvolvida com desenhos eficientes, em que os respondentes deveriam indicar percentual de carga alocado em cada alternativa. Do ponto de vista metodológico, resultados indicaram que a escolha de modo é uma decisão complexa, e não simplesmente uma decisão “tudo ou nada” – este ou aquele modo de transporte. No contexto prático, os resultados demonstraram necessidade maior de integração dos transportadores marítimos com os serviços terrestres de entrega e coleta da carga porta-a-porta para aumentarem sua participação na matriz de transportes australiana.

Também em contexto de transporte doméstico de carga em país onde ocorre navegação de cabotagem, Kim *et al.* (2017) estudaram o processo decisório de embarcadores e agentes intermediários da Nova Zelândia. Dados de PD foram usados para estimar, além de modelos

MNL e ML, modelos *latent class* (LCM) levando em conta que o comportamento de escolha das empresas depende de atributos observáveis (distância de transporte, magnitude da operação) e de heterogeneidade não observada (latente). A amostra foi agrupada entre os respondentes que enviam grandes lotes – *full container load* (FCL) – e pequenos lotes – *less than container load* (LCL), e a heterogeneidade latente foi usada para classificar empresas com base em características semelhantes dentro desses subgrupos. Os melhores resultados foram obtidos para o grupo FCL, dividido em 4 classes. Resultados apontaram que a troca modal depende tanto da distância de transporte como do tamanho dos lotes enviados, e que uma matriz de transportes mais sustentável seria obtida caso a confiabilidade dos modos ferroviário e marítimo aumentasse.

A cabotagem pautou o estudo de Puckett *et al.* (2011), que investigaram as preferências de embarcadores da costa atlântica (leste) do Canadá e dos Estados Unidos, lançando mão de pesquisas de PD. O modelo adotado foi o ML, estimando heterogeneidades entre preferências por frequência de embarque e escala. Resultados revelaram heterogeneidades significativas entre as respostas e uma propensão dos embarcadores em pagar mais – *willingness-to-pay* (WTP) – por maior frequência dos serviços de transportes.

No contexto brasileiro de transporte doméstico de carga, Stanton *et al.* (2003) utilizaram técnicas de *Quality Function Deployment* (QFD) e dados de PD para identificar ações para promover o modo marítimo de cabotagem. Qualidades demandadas de clientes atuais e potenciais do modo foram identificadas e conhecidas, para então analisar trocas compensatórias (*trade-off*) entre atributos da cabotagem e do transporte por rodovia. Foram estimados modelos MNL que, como resultado, apontaram cumprimento do prazo de entrega, gerenciamento de riscos com seguro e rastreamento por GPS e atendimento ao cliente em tempo real como ações para promover a cabotagem e incrementar sua participação na matriz de transportes nacional em até 15%.

Novaes *et al.* (2006) modelaram a demanda de cargas de alto valor agregado no Brasil, utilizando a preferência declarada de embarcadores para determinar a importância relativa de atributos dos modos rodoviário, ferroviário e marítimo de cabotagem, adotando modelo MNL. O modelo foi calibrado com valores condizentes com a realidade do mercado de transporte, e os resultados foram comparados com percentuais de divisão modal observados pela ANTT. Os atributos identificados como mais importantes para os respondentes foram valor do frete e

confiabilidade – mensurada no estudo com uso de variável *dummy* (confiável ou pouco confiável).

O desequilíbrio da matriz modal de transportes do país levou Larranaga *et al.* (2017) a estudarem as preferências de embarcadores de carga do estado do Rio Grande do Sul, discutindo políticas voltadas a encorajar a intermodalidade e potencializar o uso da infraestrutura de transportes existente. Foram consideradas alternativas unimodal rodoviária e intermodais ferroviária e hidroviária (navegação interior), e dados de PD de escolha discreta – desenvolvida a partir de desenhos eficientes – foram utilizados para estimar modelos MNL e ML. A partir dos parâmetros estimados para cada atributo, foram determinados valores de economia de tempo subjetivos (1,088 R\$/t.h para o modelo adotado). Larranaga *et al.* (2017) concluíram que atendimento ao tempo de entrega e custo do transporte são fatores essencialmente importantes para a escolha de modo, verificando ainda que aumento da confiabilidade de alternativas intermodais são mais efetivos para no incentivo a esses modos do que reduções de frete.

Catela e Seabra (2017) estudaram a complementaridade entre as microrregiões de São Paulo e Manaus, a fim de entender a escolha do modal de transporte entre essas aglomerações produtivas. As microrregiões apresentam estruturas de produção complementárias e o fluxo de cargas se concentra especialmente na rota rodo-fluvial (por caminhão, entre São Paulo e o Rio Amazonas, na direção norte-sul e por embarcação, na direção leste-oeste, até Manaus), com a cabotagem apresentando menor participação. Por meio de pesquisa de PD e modelo ML, foi avaliada a possibilidade de migração de carga para o modo marítimo de cabotagem, que dependeria, sobretudo, da regularidade do serviço de cabotagem (traduzida em número de saídas semanais), do porte da empresa embarcadoras e do valor agregado dos produtos transportados.

Da Silva *et al.* (2018) analisaram o valor do tempo de viagem (VTV) de embarcadores de carga agrupados por região do Brasil, utilizando dados de PD realizada pela Empresa de Planejamento e Logística (EPL) para estimar modelos *logit* binomiais de escolha entre modo rodoviário e alternativo (ferroviário, cabotagem). Os resultados obtidos apontaram diferenças significativas entre VTV das regiões sudeste e nordeste para as demais regiões, que devem ser levadas em conta no planejamento e na implementação de políticas públicas no setor.

4 DADOS

Este capítulo descreve a obtenção de dados através de técnicas de preferência declarada. As seções seguintes sintetizam a elaboração da pesquisa, descrevendo o contexto de escolha, as alternativas de transporte, os atributos de cada alternativa, os níveis dos atributos e o projeto experimental. Posteriormente, é apresentado o questionário, elaboração e aplicação, assim como descrição dos dados coletados.

4.1 PESQUISA DE PREFERÊNCIA DECLARADA

A obtenção de respostas por meio de pesquisas de preferência declarada (PD) requer planejamento prévio para que as informações obtidas sejam assertivas, possibilitando que a hipótese em estudo seja testada estatisticamente e que sejam feitas as melhores inferências possíveis a partir do modelo estimado. O projeto do experimento consiste no processo sistemático e planejado que define os atributos e seus níveis previamente à execução do experimento (LOUVIERE *et al.*, 2000).

4.1.1 Contexto de escolha

O contexto de escolha de um modelo discreto se caracteriza por tomadores de decisão escolhendo uma dentre um conjunto finito de alternativas de transporte. As alternativas devem ser mutuamente exclusivas – a escolha de uma alternativa impede a escolha das demais – e o conjunto de alternativas deve ser exaustivo – todas as alternativas possíveis para o transporte de carga entre pares OD da região em estudo devem ser consideradas (BEN-AKIVA; LERMAN, 1985).

A escolha do modo de transporte para envio de cargas costuma ser uma decisão operacional do setor produtivo tomada em curto prazo (TAVASSZY; DE JONG, 2014). Como o presente estudo analisa a escolha modal no transporte de cargas geradas no estado do RS e destinadas ao mercado interno, o fato de que a maior parte da produção agrícola do RS é destinada ao mercado externo (RIO GRANDE DO SUL, 2019) conduz o foco da pesquisa para os produtos industrializados. Neste sentido, Campos Neto e Santos (2005) apontam que os

seguintes segmentos do setor industrial de transformação representam aproximadamente 60% das cargas potencialmente transportáveis pelo modo marítimo de cabotagem:

- a) produtos químicos;
- b) alimentos;
- c) bebidas;
- d) veículos automotores;
- e) máquinas e equipamentos;
- f) equipamentos de informática e eletrônicos;
- g) metalurgia;
- h) borracha e plástico.

Verifica-se que as cargas produzidas por esses segmentos podem ser facilmente transportadas em contêineres. A versatilidade de especificações, formas e dimensões do contêiner no transporte de uma ampla gama de produtos impacta positivamente este estudo no sentido de ampliar o tamanho da população de possíveis respondentes da pesquisa PD na etapa de coleta de dados.

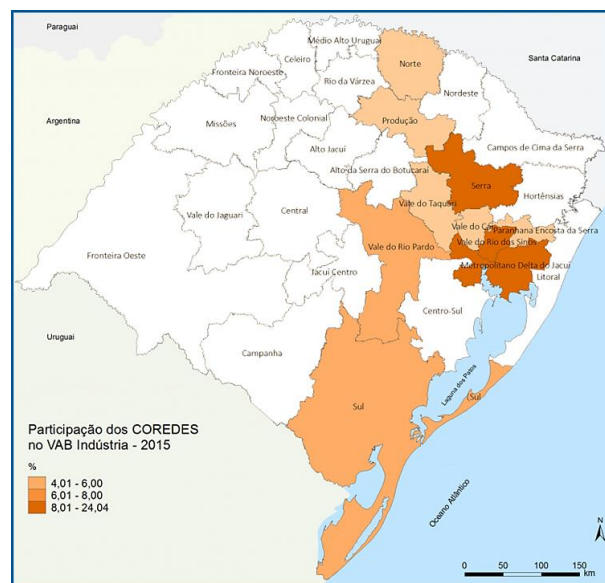
Por essas razões, foi definido o perfil do tomador da decisão de escolha do modo de transporte de cargas objeto deste estudo como embarcador-produtor: gestores de estabelecimentos industriais do estado do RS produtores de cargas containerizáveis e que realizem atividade econômica preponderante enquadrada na seção C – indústrias de transformação – da Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE (IBGE, 2019). Não foram considerados como decisores agentes intermediários entre embarcador e consignatário da carga, como transportadores, consolidadores, distribuidores, dentre outros.

A definição do decisor conduz o foco do estudo, em termos geográficos, à metade norte do estado, onde estão localizados aproximadamente 90% dos estabelecimentos industriais de transformação – convenientemente delimitados como população do estudo. Mais especificamente, conforme ilustrado pela Figura 1818, destacam-se neste setor da economia os seguintes COREDEs, em termos de Valor Adicionado Bruto (VAB) – valor que cada setor acrescenta ao total da produção econômica de determinada região (RIO GRANDE DO SUL, 2019):

- 1) Metropolitano Delta do Jacuí (MEDJ)
- 2) Vale do Rio dos Sinos (VRSI);

- 3) Serra (SERR);
- 4) Vale do Rio Pardo (VRPA);
- 5) Vale do Taquari (VTAQ);
- 6) Norte (NORT);
- 7) Produção (PROD);
- 8) Paranhana Encosta da Serra (PAES);
- 9) Vale do Caí (VCAI).

Figura 18: COREDEs com maior participação no VAB da indústria do RS



(fonte: adaptado de Rio Grande do Sul, 2019)

Algumas definições do contexto de escolha são universais, iguais para todos os decisores. Foi definido um contexto comercial de venda do produto líder de vendas da empresa ao seu principal cliente. Determinada quantidade do produto deveria ser enviada a uma nova unidade do cliente, recentemente aberta em um destino proposto. A quantidade proposta para o envio foi atribuída a cada empresa a partir de uma pergunta de múltipla escolha em que deveria ser indicado qual o veículo rodoviário necessário para transportar o lote médio enviado pela empresa. Destino e tamanho do lote enviado eram os mesmos em todas as situações de escolha. Foi definido ainda que a responsabilidade pelo envio era do embarcador, o que na prática comercial se denomina “frete pago” ou CIF (*Cost, Insurance and Freight*).

Dadas as características do serviço de transporte marítimo de cabotagem atualmente ofertado pelos armadores, foi definido que todas as alternativas de transporte contavam com serviço de coleta e entrega porta-a-porta, eram negociadas e contratadas junto a um único agente

transportador e, assim, as operações de transporte realizadas por qualquer uma das alternativas seriam formalizada em um único contrato de transporte – operação multimodal de transporte. Também foi definido que todas as alternativas possibilitavam rastreamento da carga em tempo real, e foi solicitado ao decisor que considerasse qualquer característica relevante para sua escolha que não especificada no cenário afetando igualmente todas as alternativas. Nas duas próximas seções, as alternativas de transporte e os destinos são definidos e descritos detalhadamente.

4.1.1.1 Alternativas de transporte

Três alternativas de transporte foram consideradas no estudo, baseadas nas condições geográficas e na infraestrutura de transporte disponível: (i) rodoviária; (ii) marítima de cabotagem com porto de embarque em Rio Grande (RS) e (iii) marítima de cabotagem com porto de embarque em Itajaí (SC).

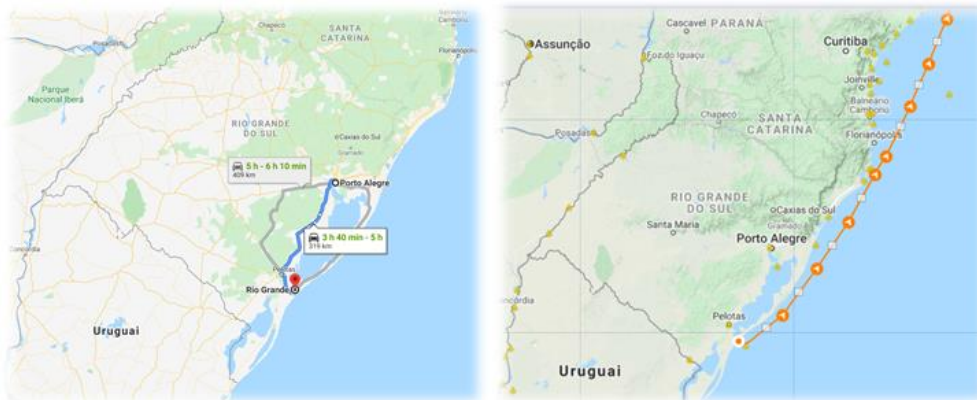
Os modos ferroviário e aéreo não foram considerados como modos de transporte disponíveis para os embarcadores-produtores de cargas da área de estudo. No estado de RS, o embarcador-produtor de cargas pode optar, na atualidade, pelo envio de lotes a outros estados por alternativa unimodal – rodoviário – ou multimodal – marítimo de cabotagem, ferroviário ou aeroviário. Embora a malha ferroviária do RS possibilite a conexão à malha da região sudeste do país, questões operacionais ligadas aos contratos de concessão das ferrovias, operadas por diferentes concessionárias, ocasionam baixíssima utilização do modo no fluxo de cargas interestadual (RIO GRANDE DO SUL, 2014). Além disso, uma grande parte da infraestrutura ferroviária é voltada para corredores de exportação, com vias que levam a portos marítimos e que cruzam o país na direção perpendicular à costa marítima, havendo, portando, muito poucas opções de ligação ferroviária interestadual. Por essa razão, o modo ferroviário não foi considerado como alternativa de transporte disponível neste estudo – mesmo em contexto de cenário futuro de curto ou médio prazo, a complexidade envolvida na construção da infraestrutura desse modo afasta sua consideração como alternativa realista. O modo de transporte aéreo é destinado a cargas de alto valor agregado, o qual difere do perfil médio da maioria dos produtos industrializados considerados. Desta forma, o modo aéreo não foi considerado como alternativa modal disponível.

Na alternativa unimodal rodoviária o lote é coletado no endereço do produtor e entregue ao consumidor sem transbordos intermediários. As alternativas multimodais de cabotagem

diferenciam-se quanto ao porto de embarque: Rio Grande (RS) ou Itajaí (SC). As operações multimodais foram consideradas complementadas por transporte rodoviário desde a coleta no embarcador até porto de origem do transporte marítimo e do porto de destino até à entrega ao consignatário da carga.

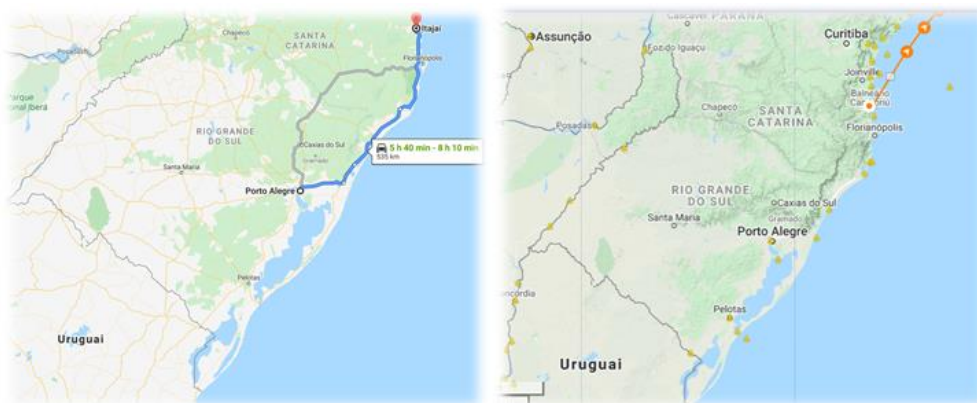
Itajaí foi definida como localização do porto de origem pois o rio Itajaí-açu abriga 2 dos 4 terminais de contêineres de SC: terminal arrendado – inserido na poligonal do porto público – na margem sul do rio e terminal de uso privado (TUP) no lado oposto. Além disso, Itajaí situa-se aproximadamente no ponto médio da reta que liga os outros 2 terminais (Imbituba, ao sul, e Itapoá, ao norte), refletindo essa condição na representação de um valor médio dos atributos frete e tempo em trânsito do transporte rodoviário de envio de cargas aos 4 terminais de SC. As 19 e 20 ilustram as alternativas de transporte marítimo de cabotagem que compõem o cenário de escolha definido.

Figura 19: Rotas da alternativa multimodal de cabotagem pelo porto do Rio Grande



(fonte: adaptado de Google Maps e de Marine Traffic)

Figura 20: Rotas da alternativa multimodal de cabotagem pelo porto de Itajaí



(fonte: adaptado de Google Maps e de Marine Traffic)

Importante destacar que as alternativas marítimas pelos portos de Rio Grande ou Itajaí não devem ser entendidas como escolhas conjuntas de modo e porto ou modo e rota. Atributos de utilidade de rota e serviço portuário não compõem o contexto de escolha. Neste caso, a rota do transporte rodoviário inicial e o porto de origem do transporte marítimo compõem uma cadeia de transporte multimodal (rodo-aqua-rodoviária).

As rotas multimodais diferenciam-se somente no trecho rodoviário desde o embarcador ao porto de origem, que corresponde a menos da metade da distância total de transporte. Como o serviço de transporte marítimo de cabotagem é ofertado pelos armadores na modalidade porta-a-porta, foi considerado que o embarcador, por não necessitar contratar o serviço portuário separadamente, não necessita avaliar em sua decisão atributos relativos aos serviços de movimentação e armazenamento de cargas prestados pelos terminais portuários. Na prática, é grande a possibilidade de que a carga alocada na alternativa com embarque no porto do Rio Grande seja transportada no mesmo navio que a transportaria caso fosse alocada na alternativa por Itajaí.

Embora não tenham seus atributos explicitados no cenário de escolha, rota e porto influenciam os atributos das alternativas multimodais de cabotagem. As diferenças estão implícitas nos valores totais do frete e do tempo em trânsito de cada alternativa – tanto do trecho rodoviário quanto do marítimo. Além disso, linhas de navegação de cabotagem podem escalar os portos em frequências distintas (ou não fazer escala em algum deles), impactando também esse atributo das alternativas multimodais. A alternativa por Itajaí, por exemplo, pode conferir redução no tempo em trânsito de até 2 dias – em razão da localização geográfica dos portos – e maior frequência de embarques – por receber linhas de navegação de cabotagem que não operam em Rio Grande.

4.1.1.2 Destinos

A análise de preferência dos embarcadores-produtores de carga utilizando pesquisas PD requer que o contexto de escolha seja próximo à realidade e às particularidades logísticas e comerciais de cada empresa respondente, fatores esses que contribuem para a grande variabilidade intrínseca do transporte de cargas. A cabotagem foi considerada uma alternativa competitiva com o modo rodoviário quando os pares produtor-consumidor (PC) da operação de transporte estivessem separados geograficamente por uma distância de transporte mínima, que viabilize competição de ambos modos. O conceito produtor-consumidor foi considerado, ao

invés de pares origem-destino. Para determinar os pares PC, foi computado o custo generalizado dos modos rodoviário e multimodal marítimo de cabotagem desde o RS até capitais costeiras de 8 estados com maior PIB (IBGE, 2017), ou relativamente próximos ao litoral, excluindo os estados da região Sul: São Paulo (porto de Santos), Rio de Janeiro, Belo Horizonte (porto de Vitória), Salvador, Recife, Fortaleza, Belém, Manaus.

O custo generalizado de transporte corresponde ao valor monetário do transporte em si (frete) somado à influência de características qualitativas do serviço – tempo em trânsito, frequência, confiabilidade, dentre outras – mensuradas em unidades monetárias (DE JONG, 2014). O cálculo do custo generalizado considerou somente atributos observáveis em escala real, frete e tempo em trânsito, que são também os únicos atributos que variam em função da distância, e foram adotados valores de frete rodoviário estabelecidos na Resolução nº 5.820/2018 da ANTT (2018), tarifas de pedágios da página Qualp (2019), fretes de cabotagem⁴ da página *World Freight Rates* (2019) e valor do tempo estimado para embarcadores do RS no estudo de Larranaga *et al.* (2018) – R\$ 2,49/t.h. A Tabela 3 apresenta valores médios calculados para o custo generalizado.

Tabela 3: Custo generalizado médio para as capitais brasileiras consideradas

Porto (UF)	Alternativa			Variação máxima
	ROD	ITJ	RIG	
SSZ (SP)	R\$ 9.208	R\$ 12.562	R\$ 15.625	70%
ITI (RJ)	R\$ 13.238	R\$ 14.054	R\$ 17.398	31%
VIX (ES)	R\$ 17.631	R\$ 23.769	R\$ 23.134	35%
SSA (BA)	R\$ 25.556	R\$ 20.130	R\$ 21.947	27%
SUA (PE)	R\$ 31.122	R\$ 23.737	R\$ 25.554	31%
PEC (CE)	R\$ 33.595	R\$ 27.483	R\$ 29.300	22%
VLC (PA)	R\$ 33.112	R\$ 35.207	R\$ 46.269	40%
MAO (AM)	R\$ 37.005	R\$ 40.431	R\$ 52.740	43%

(fonte: elaborado pelo autor)

O critério adotado para definição das capitais foi menores variações máximas entre níveis alto (média + 25%) e baixo (média – 25%) do custo generalizado médio calculado, o que indica maior competição intermodal em termos de frete e tempo em trânsito das cargas (menor variação intermodal do custo generalizado). A partir das distâncias competitivas calculadas,

⁴ Os valores de frete foram ajustados de acordo com informações sobre valores obtidas junto a armadores da cabotagem em questionário aplicado por *e-mail* em julho de 2019.

foram definidos como destinos as capitais dos estados do Rio de Janeiro (RJ), Bahia (BA) e Ceará (CE) – nessa ordem, os estados classificam-se na 6^a, 8^a e 9^a posição entre os estados brasileiros com maior número de estabelecimentos industriais de transformação. Foram definidos os portos de Itaguaí (RJ), Salvador (BA) e Pecém (CE) como destinos do trecho marítimo das alternativas multimodais. A importância econômica dos 3 estados reflete na importância desses portos: os terminais do CE, BA e RJ são o 3^o, o 7^o e o 8^o que mais movimentam contêineres na navegação de cabotagem.

A importância econômica não garante que os embarcadores da população-alvo comercializem nesses estados, mas pode ser traduzida como uma maior probabilidade de serem destinos de envios de carga. Segundo Ivanova (2014), o fluxo comercial entre regiões é função do tamanho dos parceiros comerciais e da proximidade entre si. A atribuição de destinos a cada respondente-alvo foi definida empiricamente, adotando-se critério análogo ao modelo gravitacional de distribuição de viagens (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011), que associa o número de viagens entre um par OD às populações das regiões de origem e destino e à distância que as separa e tem equação derivada da Lei da Gravitação Universal de Newton. Considerando que as interações econômicas entre regiões sofrem influência do porte das empresas e da distância que as separa, foi definido o seguinte critério para a atribuição de destinos: quanto maior o porte da empresa, maior a propensão de realizar trocas comerciais para regiões mais distantes (correlação entre porte e atuação).

4.1.2 Atributos

Os atributos que caracterizam a utilidade de cada alternativa de transporte foram definidos a partir de revisão da literatura de estudos sobre escolha modal de relevância nacional e internacional. O Quadro 2 consolida os estudos consultados e os atributos identificados. Foram adotados os 5 atributos listados no Quadro 3 como variáveis explicativas observáveis da utilidade de cada alternativa de transporte.

Quadro 2: Atributos presentes na literatura

Estudo	Atributo											
	Frete/custo	Tempo em trânsito	Frequência/headway	Confiabilidade	Atraso	Pontualidade	Segurança	Flexibilidade	Danos e perdas	Qualidade/serviço	Emissões	Rastreabilidade
Tapia et al., 2019	1	1	1	1					1			
Da Silva et al., 2018	1	1		1			1	1				
Vega et al., 2018	1	1	1		1							
Catela e Seabra, 2017	1	1	1	1								
Kim et al., 2017	1	1	1	1								
Larranaga et al., 2017	1	1			1	1						
Nugroho et al., 2016	1	1		1							1	
Arencibia et al., 2015	1	1	1			1						
Brooks et al., 2012	1	1				1						
Arunotayanun e Polak, 2011	1	1						1		1		
Feo et al., 2011	1	1	1	1								
Feo-Valero et al., 2011	1	1	1	1								
Puckett et al., 2011	1		1							1		
Novaes et al., 2006	1	1	1	1			1					
García-Menéndez et al., 2004	1	1	1		1				1		1	
Román et al., 2017	1	1	1		1							
Stanton et al., 2002	1		1			1	1					1
Total	17	15	12	8	4	4	3	2	2	2	2	1

(fonte: elaborado pelo autor)

Quadro 3: Definição dos atributos de serviço de transporte adotados no estudo

Atributo	Definição	Sinal esperado
<i>Frete</i> (R\$)	Custo total do transporte (porta-a-porta)	-
<i>Tempo</i> (h)	Tempo total de viagem (porta-a-porta)	-
<i>Headway</i> (dias)	Intervalo de tempo entre embarques consecutivos	-
<i>Pontualidade</i> (%)	Entregas que cumprem o prazo contratado	+
<i>Atraso</i> (%)	Entregas que chegam 2 ou mais dias após o prazo contratado	-

(fonte: elaborado pelo autor)

Frete e *Tempo* – atributos tradicionais na literatura de modelagem de escolha modal, aparecendo em praticamente todos os estudos – referem-se ao serviço porta-a-porta, englobando todas as etapas intermediárias necessárias entre coleta e entrega da carga, como consolidação, transbordo e armazenagem. O *Headway* refere-se à quantidade de dias entre embarques consecutivos de cada alternativa, representando para o embarcador a frequência em que o envio por determinada alternativa está disponível. Recíproca matemática do *headway*, a frequência é

apontada por Puckett *et al.* (2011) como fator chave para aceitação ou rejeição da cabotagem como alternativa de transporte.

Pontualidade e *Atraso* compõem a confiabilidade das alternativas na percepção dos embarcadores. Segundo Brooks *et al.* (2012), o primeiro componente da confiabilidade refere-se à exigência do consumidor-consignatário em receber a carga em uma janela temporal aceitável. Já o segundo refere-se a prejuízos percebidos pela demora demasiada em receber a carga. A confiabilidade pode ser entendida, ainda, como consequência da variabilidade e da magnitude do tempo de entrega da carga, o que se traduz nos atributos *Pontualidade* e *Atraso* adotados.

Foram definidos, assim, 2 atributos representando a confiabilidade: (i) *Pontualidade*: porcentagem de entregas que cumprem o prazo contratado; e (ii) *Atraso*: porcentagem de entregas que chegam 2 ou mais dias após o prazo contratado. O primeiro está associado à variabilidade (natural) do tempo em trânsito dos caminhões e navios, resultante de pequenos atrasos como, por exemplo, tráfego congestionado em rodovias e condições climáticas adversas na viagem marítima. O segundo atributo, por sua vez, está associado à duração do tempo em trânsito que excede o prazo contratado, em razão de imprevistos ao longo da viagem, mas que ocorrem com menor frequência, como congestionamentos de maior duração (provocados por acidentes e outros bloqueios nas rodovias), atrasos em portos (perda de janela de atracação, fechamento de canal de acesso por más condições meteorológicas), retenções em postos de fiscalização tributária, dentre outros.

4.1.3 Níveis dos atributos

Com exceção do *Headway* rodoviário, os cinco atributos selecionados foram definidos com 3 níveis cada um, de forma de analisar a não linearidade dos atributos. Esses níveis corresponderam ao valor atual, maior (nível alto) e menor (nível baixo). Os níveis dos atributos *Frete*, para os modos rodoviário e marítimo, *Tempo* e *Headway*, para o modo marítimo foram baseados na Política Nacional de Pisos Mínimos do Transporte Rodoviário de Cargas (PNPM-TRC) da ANTT (2018) e no programa de estímulo à navegação de cabotagem – BR do Mar (MINFRA, 2019)

Em relação ao *Frete* para o modo rodoviário, os níveis foram definidos fixando-se como base o valor vigente da PNPM-TRC (Resolução nº 5.849-ANTT) e variando +/- 15% para os níveis alto e baixo. A tabela da PNPM-TRC estabelece o valor do frete mínimo em função do número de eixos carregados do veículo rodoviário. O nível atual do *Frete* da alternativa rodoviária para os lotes de 5, 10 e 20 toneladas foi calculado, respectivamente, para veículos de 2 (toco), 3 (truck) e 6 eixos (carreta semirreboque de 3 eixos em conjunto com um cavalo mecânico igualmente com 3 eixos), acrescido da soma das tarifas de pedágios existentes na rota PC.

Para o *Tempo* em trânsito do modo rodoviário foi adotado o nível atual correspondente à duração da viagem a uma velocidade média de 60 km/h, limitada a 11,5 h/dia, jornada máxima de trabalho do caminhoneiro estabelecida na Lei nº 13.103 (BRASIL, 2015). Os níveis alto e baixo foram definidos variando +/- 10% em relação ao valor atual. O *Headway* da alternativa unimodal rodoviária foi definido com nível fixo, considerando embarques disponíveis diariamente.

O valor atual do *Frete* marítimo das alternativas multimodais de transporte foi definido a partir de valores simulados na página *World Freight Rates* (2019)⁵. Tendo em vista a baixa participação da cabotagem de contêineres na distribuição modal do transporte de cargas industrializadas no Brasil e, por outro lado, os indicativos e expectativas de melhora do serviço com a implementação da BR do Mar, o valor atual do *Frete* foi fixado como nível alto, com os níveis médio e baixo variando -15% e -30%, visto que não faria sentido prático avaliar nível de frete superior ao praticado atualmente. O valor do *Frete* do trecho marítimo das alternativas multimodais não se limita a distâncias entre portos, mas depende de múltiplos fatores. Tipo, peso, risco (cargas perigosas: corrosivas, explosivas) e valor FOB da carga são alguns exemplos, assim como aspectos comerciais (frequência e volume de embarques do embarcador)⁶. O valor do frete marítimo, porto-a-porto, foi definido para os lotes de 5, 10 e 20 toneladas, respectivamente, como equivalente a 50%, 75% e 100% do valor do frete de para um contêiner de 40 pés (FEU).

⁵ Os valores de frete foram ajustados de acordo com informações sobre valores obtidas junto a armadores da cabotagem em questionário aplicado por *e-mail* em julho de 2019.

⁶ Informações obtidas junto a armadores da cabotagem, por meio de questionário aplicado por *e-mail* em julho de 2019.

Para as alternativas multimodais marítimas de cabotagem, a parcela do *Frete* referente ao trecho rodoviário entre origem da carga e porto de embarque para os lotes de 5, 10 e 20 toneladas foi calculada, respectivamente, aplicando-se a tabela da PNPM-TRC para veículos de 2 (toco), 5 e 6 eixos (carreta semirreboque de 3 eixos em conjunto com um cavalo mecânico de 2 e 3 eixos), acrescida da soma das tarifas de pedágios existentes na rota origem-porto. Para o trecho entre o porto de desembarque e o destino da carga, foi adotado o mesmo procedimento de cálculo, mas sem acrescentar tarifas de pedágio.

Da mesma forma, o *Tempo* em trânsito da cabotagem foi definido com o valor atual como nível alto, a partir de valores divulgados pelos armadores (ALIANÇA, 2019; LOG-IN, 2019; MERCOSUL, 2019). Os níveis médio (-12h) e baixo (-24h) representam melhora no serviço, que poderia resultar de novas linhas com menos escalas intermediárias entre portos de origem e destino da carga, por exemplo. O *Headway* atual da cabotagem, igualmente consultado nas programações de navios dos armadores, foi igualmente fixado com nível alto do atributo, sendo descontados desse valor 1 e 2 dias para os níveis médio e baixo.

Tempo em trânsito e *Headway* são diferentes nas alternativas marítimas pelos portos de SC ou do RS. Por localizar-se mais ao norte, o porto de Itajaí apresenta nível atual de *Tempo* menor em até 2 dias em relação ao porto de Rio Grande. Ao *Tempo* em trânsito de ambas as alternativas informado pelos armadores (porto-a-porto), foi acrescentado o valor de 24h, representando a janela de tempo precedente ao embarque em que a carga necessita encontrar-se no terminal (*deadline*) e o período necessário para trâmites de liberação da carga no terminal de destino – definidos como 12h, cada. O valor atual do *Headway* foi definido considerando o intervalo entre embarques de um mesmo armador. O Quadro 4 apresenta os valores atuais adotados para os atributos *Frete*, *Tempo* e *Headway*.

Quadro 4: Valores atuais adotados para os atributos

		Atributo								
		Frete (R\$)			Tempo (h)			Headway (dias)		
		Alternativa			Alternativa			Alternativa		
Destino	Lote (t.)	ROD	ITJ	RIG	ROD	ITJ	RIG	ROD	ITJ	RIG
RJ	5	3200	3100	3000	55	90	135	1	5	7
	10	4900	4600	4500						
	20	6500	6100	6000						
BA	5	6000	3300	3350	110	166	170			
	10	8900	4900	5000						
	20	11900	6600	6700						
CE	5	7600	3600	3700	146	227	279			
	10	11400	5400	5500						
	20	15200	7200	7300						

(fonte: elaborado pelo autor)

Para os atributos referentes a confiabilidade – *Pontualidade* e *Atraso* – não foram encontrados dados estatísticos a respeito de ocorrências envolvendo esses fatores no setor de transportes brasileiro. Dessa forma, a definição dos níveis de *Pontualidade* e *Atraso* seguiu os intervalos percentuais adotados por Larranaga *et al.* (2017), mas a diferença de probabilidades entre os modos foi definida empiricamente: cabotagem com níveis de *Pontualidade* inferiores ao rodoviário, e rodoviário com níveis de *Atraso* inferiores à cabotagem.

É de se esperar pequenos atrasos no transporte rodoviário ocorram com maior probabilidade do que no trecho marítimo do transporte intermodal, pois os caminhões estão sujeitos a tráfego congestionado, sobretudo em trechos urbanos de rodovias. O trecho rodoviário da alternativa multimodal é mais curto, sujeito a menor probabilidade de ocorrências desse tipo, e quando em rota, as embarcações não enfrentam maiores problemas ou imprevistos⁷. Por outro lado, supressão de escala em portos, fechamento de canal de acesso por razões meteorológicas, problemas nas escalas em portos intermediários e outros tipos de atrasos que vão se acumulando ao longo da rota marítima – que entre Rio Grande e Manaus ultrapassa 20 dias de duração, por exemplo – fazem com que a probabilidade de um atraso de grande magnitude (superior a 2 dias) seja maior no modo marítimo. O Quadro 5 sintetiza os atributos e níveis adotados.

⁷ A pontualidade é um atributo apontado pelos armadores como aspecto positivo do modo marítimo, conforme informaram armadores da cabotagem em questionário aplicado por *e-mail* em julho de 2019.

Quadro 5: Níveis dos atributos adotados no estudo

Atributo	Nível	Alternativa		
		ROD	ITJ	RIG
<i>Frete</i>	Baixo	+15%	Valor atual	Valor atual
	Médio	Valor atual	-15%	-15%
	Alto	-15%	-30%	-30%
<i>Tempo</i>	Baixo	+10%	Valor atual	Valor atual
	Médio	Valor atual	-12h	-12h
	Alto	-10%	-24h	-24h
<i>Headway</i>	Baixo	Valor atual	Valor atual	Valor atual
	Médio		-1 dia	-1 dia
	Alto		-2 dias	-2 dias
<i>Pontualidade</i>	Baixo	75%	80%	80%
	Médio	80%	85%	85%
	Alto	85%	90%	90%
<i>Atraso</i>	Baixo	1%	2%	2%
	Médio	3%	6%	6%
	Alto	5%	10%	10%

(fonte: elaborado pelo autor)

4.1.4 Projeto do experimento

As pesquisas PD utilizam projetos experimentais para a construção de alternativas hipotéticas apresentadas aos respondentes. Os níveis dos atributos são combinados configurando situações de escolha distintas, podendo obter tantas situações de escolha quantas combinações possíveis (projeto fatorial completo). Neste caso, um projeto fatorial completo com 5 atributos com 3 níveis cada resultaria em $3^5 = 243$ situações de escolha a serem respondidas pelo tomador de decisão, absolutamente impraticável numa pesquisa. Desenhos eficientes foram utilizados para reduzir o número de situações de escolha, gerando estimativas de parâmetros com erros padrão tão pequenos quanto possível e reduzindo o tamanho da amostra necessário para as estimações (BROOKS *et al.*, 2012).

O projeto experimental foi elaborado utilizando o *software* NGene (CHOICE METRICS, 2018) totalizando 12 situações de escolha. Para dar realismo ao experimento, 9 grupos diferentes foram definidos e um projeto elaborado para cada grupo (12 situações de escolha por grupo). Os grupos foram definidos de acordo ao destino (RJ, BA ou CE) e tamanho do lote (5, 10 ou 20 t). As situações de escolha geradas em cada projeto foram verificadas para garantir que não houvesse opção dominante entre as alternativas de transporte.

Os desenhos eficientes precisam informações prévias sobre preferências de embarcadores – e valores iniciais dos parâmetros a estimar (BROOKS *et al.*, 2012). Para isto,

foram utilizados os valores iniciais de estudo prévio realizado na mesma área de estudo (LARRANAGA *et al.*, 2017), prática comum em estudos deste tipo.

4.2 ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

As seções a seguir descrevem o questionário utilizado para a coleta de dados de preferência declarada, a coleta de dados e a caracterização da amostra.

4.2.1 Questionário

O questionário foi implementado na plataforma de pesquisas *online Survey Monkey* (2019). A estrutura do questionário consistiu em 4 seções, de modo a obter informações adicionais da empresa respondente:

- 1) Pesquisa de preferência declarada (PD): indicação da alternativa de transporte escolhida nas 12 situações do cenário de escolha hipotético proposto, precedida por indicação do CNAE da atividade econômica preponderante e do veículo necessário para transporte do lote médio;
- 2) Percepções sobre o transporte marítimo de cabotagem: perguntas de escala de concordância com afirmações sobre o serviço de transporte de cabotagem no Brasil;
- 3) Informações logísticas da empresa: massa e volume do lote médio, valor agregado médio do produto líder de vendas, quantidade de lotes enviada semanalmente, localização, informações sobre comercialização em outros estados do país e sobre utilização da cabotagem;
- 4) Pesquisa de preferência revelada (PR): indicação do modo de transporte utilizado, do frete, do tempo em trânsito e do veículo necessário para transportar o lote mais recentemente enviado pela empresa para alguns dos destinos em que a cabotagem é viável.

A pesquisa PD foi precedida de uma pergunta de múltipla escolha do veículo rodoviário necessário para transporte do lote médio do embarcador. Cargas industriais apresentam grande variabilidade de forma, massa, volume, requisitos de manuseio, dentre outros. Para delimitar o tamanho dos lotes enviados a especificações compatíveis com os 2 modos de transporte analisados – caminhões e contêineres – e manter o cenário de escolha o mais realístico possível para o respondente, foram pré-definidas 3 quantidades de produto adquiridas pelo cliente a serem enviadas pelo embarcador (5, 10 e 20 toneladas). Para o respondente, a indicação do tipo de veículo é intuitiva e mais prática do que da massa e do volume do lote. A Figura 21 apresenta

a pergunta que definiu o tamanho de lote considerado em todas as situações de escolha feitas pelo decisor.

Figura 21: Pergunta do questionário de PD para definição do tamanho do lote

Pense na **quantidade** de mercadorias mais **comumente** enviada a seus **principais clientes** e considere-a como sendo o **lote médio**. Considere ainda que um lote é enviado para um **único cliente** e gera um **único conhecimento de transporte**.

Qual dos seguintes veículos é **necessário** para transportar o **lote médio** da empresa?


Caminhão **3/4** ou **VUC**
 (Veículo Urbano de Carga)


Caminhão **truck**


Veículo de **maior capacidade**
 ou **mais de um** veículo


Caminhão **toco**

Carreta **semirreboque de 3 eixos**

 Capacidade: **3 t e 30 m³**

 Capacidade: **14 t e 60 m³**

 Capacidade: **6 t e 45 m³**

 Capacidade: **42 t e 100 m³**

(fonte: elaborado pelo autor)

Não se tratava de escolher o tamanho do lote, mas sim de uma simples indicação que possibilitou atribuir uma quantidade de produto mais próxima possível às realidades logístico-comerciais de cada empresa. Nesse caso, o lote foi definido como a quantidade de produto (mensurada em unidades de t e m³) mais comumente comercializada pela empresa, enviada individualmente para um único cliente, discriminada em um único conhecimento de transporte. O tipo de veículo indicado foi relacionado aos 3 tamanhos de lotes, conforme indicado no Quadro 6. Já a Figura 22 exemplifica uma das 12 situações de escolha da pesquisa de PD.

Quadro 6: Associação entre tipo de veículo transportador do lote médio do embarcador e quantidade de produto enviada no lote médio proposto






Tipo de veículo	Lote médio indicado pelo embarcador		Lote proposto para envio		
	Massa (t)	Volume (m ³)	Quantidade de produto (t)	Contêiner	Lotação (em massa)
Caminhão 3/4 ou VUC (Veículo Urbano de Carga)	3	30	5	TEU	LCL (50%)
Caminhão toco	6	45	5	TEU	LCL (50%)
Caminhão truck	14	60	10	TEU	FCL
Carreta semirreboque de 3 eixos	42	100	20	FEU	FCL
Veículo de maior capacidade ou mais de um veículo	Não se aplica	Não se aplica	20	FEU	FCL

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 22: Exemplo de situação de escolha da pesquisa de PD

Imagine que seu **principal cliente** abriu uma **nova unidade** na região metropolitana de **Salvador/BA** e comprou **10 toneladas** de seu **produto líder de vendas**, na modalidade de **frete pago (CIF)**.

Por **qual alternativa** de transporte este lote seria enviado?

	RODOVIÁRIO	CABOTAGEM (ITAJAÍ/SC)	CABOTAGEM (RIO GRANDE/RS)
 Custo total do transporte (porta-a-porta)	R\$ 8.900,00	R\$ 4.900,00	R\$ 3.600,00
 Tempo total de viagem (porta-a-porta)	4 dias e 14 horas	6 dias e 22 horas	6 dias e 14 horas
 Disponibilidade de embarque (frequência)	Diária	A cada 4 dias	A cada 5 dias
 Porcentagem de entregas que cumprem o prazo contratado	85 %	80 %	80 %
 Porcentagem de entregas que chegam 2 ou mais dias após o prazo contratado	3 %	6 %	6 %

RODOVIÁRIO



**CABOTAGEM
(ITAJAÍ/SC)**



**CABOTAGEM
(RIO GRANDE/RS)**



(fonte: elaborado pelo autor)

4.2.2 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada entre os meses de dezembro de 2019 e fevereiro de 2020. O questionário foi enviado a cerca de 200 estabelecimentos industriais localizados nos COREDEs da metade norte do estado com maior participação no VAB industrial, os quais foram contatados previamente por telefone ou *e-mail*. Nesses contatos, buscou-se fazer com que o questionário fosse respondido por colaboradores da área de logística das empresas, de preferência ocupantes de cargo em nível de gestão ou direção. A relação de respondentes-alvo do questionário foi construída a partir dos *rankings* empresariais 500 Maiores do Sul e 500 Emergentes (GRUPO AMANHÃ, 2018) e do *ranking* das maiores empresas enquadradas na seção C do CNAE (ECONODATA, 2019) dos principais municípios de cada COREDE.

Optou-se por apresentar o questionário iniciando pela pesquisa de PD uma vez que essa parte produziria as respostas essenciais à modelagem de escolha modal, já se prevendo que a extensão do questionário poderia causar fadiga e desatenção dos respondentes. De fato, nem todos os respondentes completaram o questionário, mas as informações foram coletadas de

modo progressivo, conforme indicado no Quadro 7, que apresenta as respostas obtidas para cada subdivisão do questionário aplicado. O tempo médio de resposta ao questionário foi de 17 minutos.

Quadro 7: Distribuição das respostas obtidas em função das partes do questionário

Parte do questionário	Respostas
1) Pesquisa de preferência declarada (PD)	63
2) Percepções sobre o transporte marítimo de cabotagem	52
3) Informações logísticas da empresa	51
4) Pesquisa de preferência revelada (PR)	41

(fonte: elaborado pelo autor)

Ao final da etapa de coleta de dados, foram contabilizadas 63 respostas ao questionário. Desse total, 49 empresas responderam o questionário até o final, 2 indicaram não comercializar em nenhum dos estados-destino das perguntas de PR e 6 indicaram não comercializar em outros estados brasileiros. O tamanho da amostra obtida é coincidente com outras aplicações de pesquisas PD no transporte de cargas encontrados na literatura, tipicamente menores que estudos com passageiros (TAPIA *et al.*, 2019).

Previamente ao envio do questionário, não se tem informação sobre em quais estados cada respondente-alvo comercializa. Embora os 3 destinos definidos para o envio de cargas tenham sido uniformemente distribuídos entre as empresas em função de seu porte, conforme *rankings* do Grupo Amanhã (2018) e relação da página Econodata (2019), a distribuição das respostas obtidas entre os destinos dependia unicamente da participação das empresas. O Quadro 8 apresenta distribuição das respostas obtidas entre os estados de destino e os tamanhos de lote – esses indicados pelo respondente.

Quadro 8: Distribuição de respostas obtidas entre destinos e tamanhos de lote

Destino \ Lote (t)	RJ	BA	CE	Total
5	8	8	7	23
10	4	9	7	20
20	6	7	7	20
Total	18	24	21	63

(fonte: elaborado pelo autor)

4.2.3 Caracterização da amostra

A amostra obtida representa empresas, setores e produtos relevantes, ao menos, a nível municipal, além de conter empresas destacadas nos contextos regional, estadual e até nacional.

De fato, 21 empresas (1/3 das respostas obtidas) foram classificadas entre as 500 maiores da região sul do Brasil nos rankings de 2017 e 2018 divulgados pela Revista Amanhã (GRUPO AMANHÃ, 2018). Considerando a dificuldade de obtenção de dados e o tamanho das amostras para o transporte de cargas tipicamente menores do que para passageiros (TAPIA *et al.*, 2019), a quantidade e a qualidade das respostas obtidas podem ser consideradas ponto positivo da etapa de coleta.

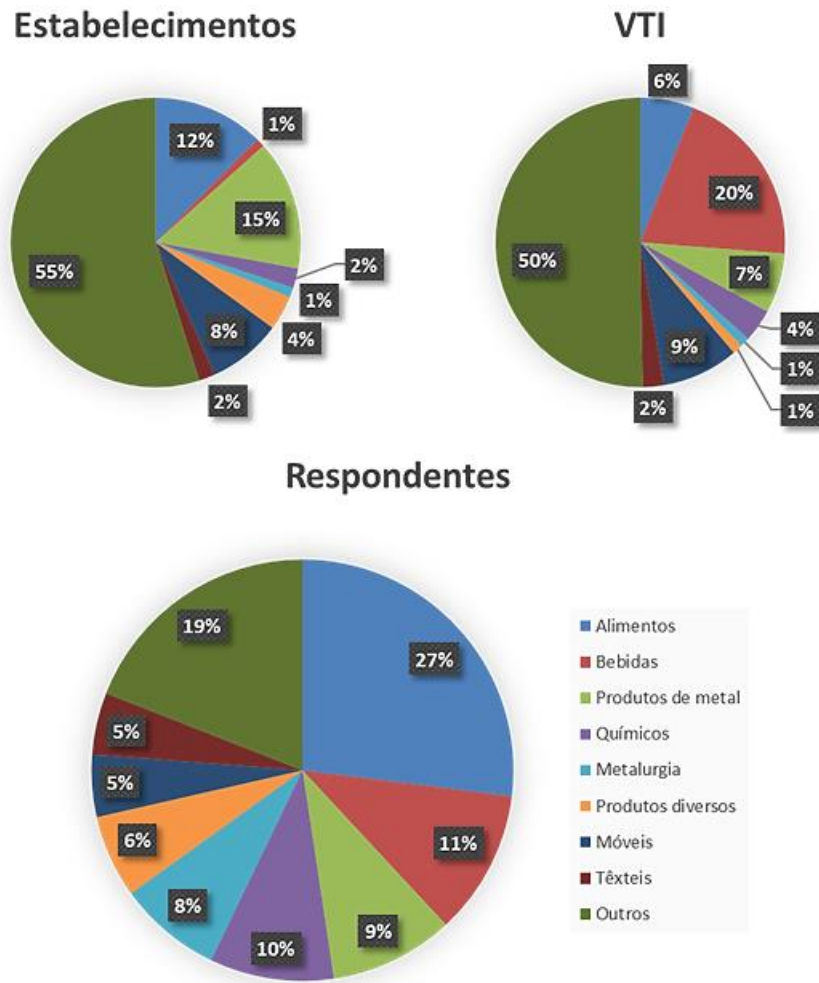
A Tabela 4 e a Figura 23 apresentam a amostra obtida com relação aos segmentos da indústria de transformação e ao valor da transformação industrial (VTI), caracterizando a amostra quanto à relevância econômica que as respostas ao questionário representam.

Tabela 4: Distribuição de estabelecimentos e respondentes por segmentos da indústria de transformação do RS

Segmento	CNAE (divisão)	Estabelecimentos	Respondentes
Produtos de metal	25	4806 15%	6 10%
Alimentos	10	4095 12%	17 27%
Couro e calçados	15	3464 10%	2 3%
Móveis	31	2730 8%	3 5%
Vestuário e acessórios	14	2552 8%	1 2%
Produtos de madeira	16	2120 6%	1 2%
Máquinas e equipamentos	28	2110 6%	1 2%
Minerais não metálicos	23	2046 6%	0 0%
Borracha e plástico	22	1391 4%	2 3%
Manutenção e reparação de máquinas e equipamentos	33	1305 4%	0 0%
Produtos diversos	32	1284 4%	4 6%
Impressão e reprodução	18	1057 3%	1 2%
Químicos	20	726 2%	6 10%
Veículos automotores	29	673 2%	0 0%
Têxteis	13	600 2%	3 5%
Material elétrico	27	477 1%	2 3%
Celulose e papel	17	411 1%	0 0%
Metalurgia	24	359 1%	5 8%
Equipamentos de informática e eletrônicos	26	332 1%	0 0%
Bebidas	11	327 1%	7 11%
Outros equipamentos de transporte	30	96 0%	0 0%
Tabaco	12	56 0%	0 0%
Farmacêuticos	21	48 0%	2 3%
Refino de Petróleo	19	22 0%	0 0%
	Total	33087 100%	63 100%

(fonte: adaptado de FIERGS, 2018)

Figura 23: Distribuições da população e da amostra por segmentos industriais



(fonte: adaptado de FIERGS, 2018)

Verifica-se que 81% dos respondentes atuam nos 8 principais segmentos da indústria de transformação do RS. As elevadas porcentagens dos segmentos agregados como “outros” nos gráficos resulta da grande diversificação encontrada neste setor da indústria (RIO GRANDE DO SUL, 2019).

As 63 empresas que responderam ao questionário estão localizadas em 34 diferentes municípios do RS. A Tabela 55 e as Figura 244 e 25 caracterizam espacialmente a amostra, com relação aos COREDEs e às microrregiões geográficas do estado em que os respondentes estão localizados.

Tabela 5: Distribuição de respondentes por COREDE e de respondentes e estabelecimentos por mesorregião geográfica

COREDE	Respondentes (por COREDE)		Mesorregião	Estabelecimentos		Respondentes (por mesorregião)	
Vale do Rio Pardo	3	5%	Centro Oriental Rio-Grandense	2912	10%	20	32%
Vale do Taquari	17	27%					
Hortênsias - Campos de Cima da Serra	1	2%	Metropolitana de Porto Alegre	14195	47%	19	30%
Metropolitano - Delta do Jacuí	6	10%					
Paranhana - Encosta da Serra	4	6%					
Vale do Caí	2	3%					
Vale do Rio dos Sinos	6	10%					
Serra	18	29%	Nordeste Rio-Grandense	7378	24%	18	29%
Alto Jacuí	1	2%	Noroeste Rio-Grandense	5889	19%	6	10%
Missões	1	2%					
Norte	1	2%					
Produção	3	5%					

(fonte: adaptado de Rio Grande do Sul, 2019 e de FIERGS, 2018)

Figura 24: Distribuição de estabelecimentos industriais de transformação nas mesorregiões da metade norte do RS (%)

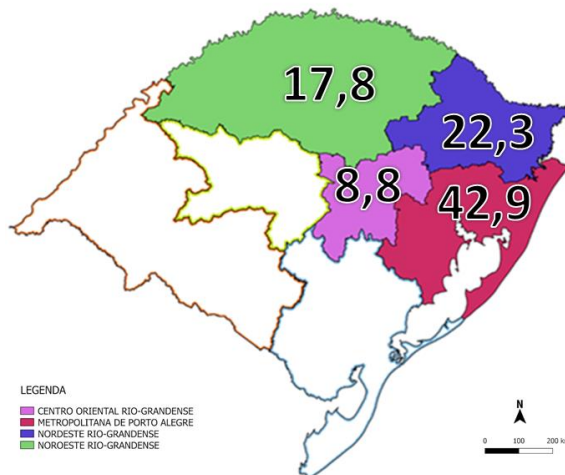
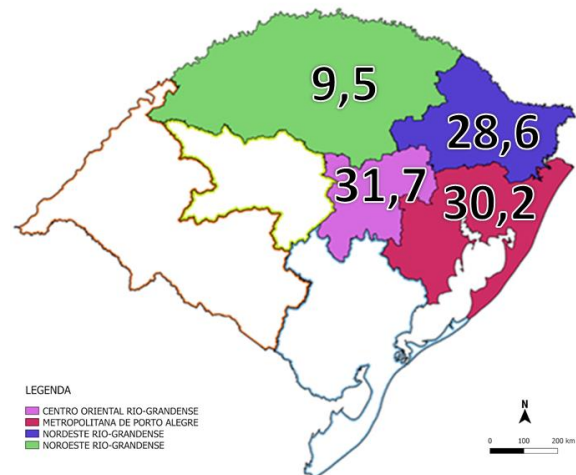


Figura 25: Distribuição das respostas obtidas nas mesorregiões da metade norte do RS (%)



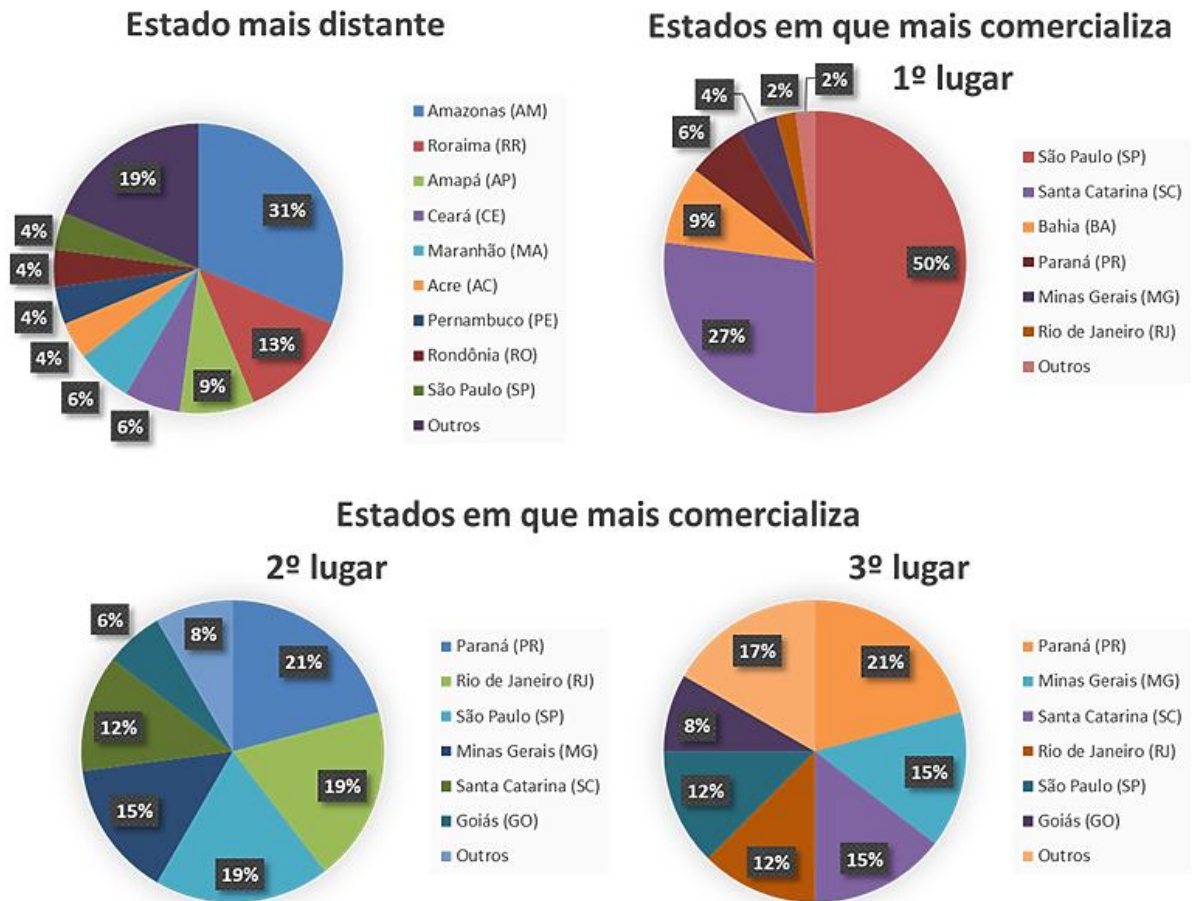
(fonte: adaptado de FIERGS, 2018 e de IBGE, 2020)

(fonte: adaptado de FIERGS, 2018 e de IBGE, 2020)

A Figura 26 apresenta caracteriza a amostra com relação ao fluxo de cargas – estados em que os estabelecimentos industriais mais comercializam e estado mais distante para onde

envia seus produtos. Dentre os destinos mais frequentes, predominam estados das regiões sul e sudeste.

Figura 26: Caracterização da amostra com relação aos destinos de envios de carga

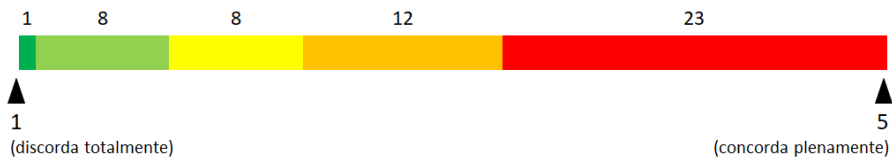


(fonte: elaborado pelo autor)

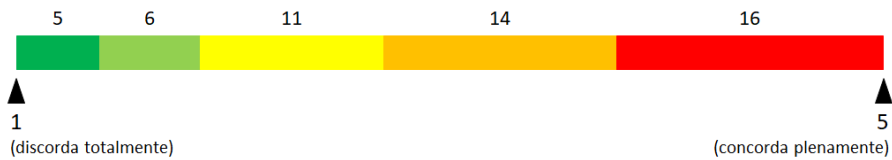
Uma parcela de 42% dos respondentes do questionário indicou ser usuária dos serviços de transporte marítimo de cabotagem. Por outro lado, 27% dos respondentes afirmaram nunca ter recebido oferta pelo serviço. As percepções dos embarcadores sobre o transporte marítimo de cabotagem estão consolidadas no Quadro 9.

Quadro 9: Percepções dos respondentes sobre os serviços de transporte marítimo de cabotagem

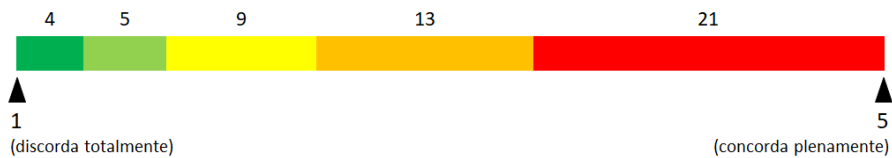
"O envio por cabotagem demandaria ajustes e adaptações na cadeia logística a que nossos clientes não estariam preparados ou não aceitariam tão facilmente."



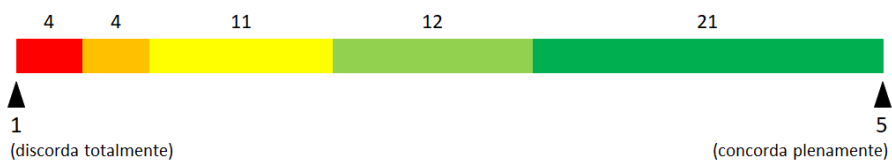
"Burocracias nos portos e necessidade de contato e envolvimento de diversos agentes intermediários afasta a empresa de cogitar adotar a cabotagem."



"Não comercializamos o suficiente para obter vantagens com a cabotagem, e a quantidade enviada não nos proporcionaria o mesmo poder de negociação que temos junto a transportadores rodoviários."



"Menos caminhões nas estradas e redução da emissão de poluentes atmosféricos são vantagens ambientais da cabotagem que podem impactar positivamente a imagem da empresa junto a clientes, consumidores finais e sociedade."



(fonte: elaborado pelo autor)

5 MÉTODO

Neste capítulo, são descritos os procedimentos metodológicos adotados na estimação e na análise dos modelos de escolha discreta por modo de transporte de cargas. Após a coleta de dados de PD de embarcadores de carga do estado do RS, modelos econométricos foram desenvolvidos para explicar a escolha por modo de transporte.

5.1 ESPECIFICAÇÃO DOS MODELOS ESTIMADOS

Duas estruturas foram testadas na estimação: (i) *logit multinomial* (MNL) e (ii) *nested logit* (NL). Modelos *logit multinomial* foram inicialmente estimados, considerando independência entre as alternativas modais apresentadas. Além dos 5 atributos utilizados na pesquisa PD (*Frete, Tempo, Headway, Pontualidade e Atraso*), foi testada a influência de características logístico-econômicas dos embarcadores na escolha de modo, por meio da inclusão na função utilidade das alternativas multimodais (ITJ e RIG) de variáveis *dummy* representativas dessas características, conforme definição apresentada no Quadro 10.

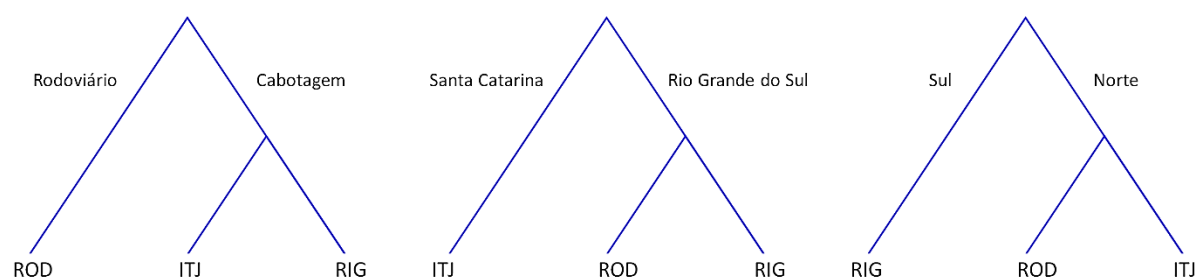
Posteriormente, modelos *nested* foram estimados considerando correlação entre utilidades não observáveis das alternativas dentro de um mesmo ninho. Foram estimados modelos combinando 3 pares de alternativas aninhadas, conforme ilustrado na Figura 27. ITJ e RIG no mesmo ninho supõem que há atributos não observáveis relacionados ao transporte marítimo de cabotagem explicando a escolha. ROD e RIG testam se o decisor considera regionalidade na escolha (se embarcadores do RS estão dispostos a utilizar portos de SC na rota multimodal). Por fim, ROD e ITJ testam se localização do porto de Rio Grande mais ao sul contribui para que essa alternativa não seja escolhida (considerando que o fluxo comercial interestadual é direcionado para o norte do país).

Quadro 10: Variáveis dummy testadas nos modelos estimados

Variável	Definição	Valor assumido	Sinal esperado
<i>Usuario_cab</i>	Indica se a empresa respondente utiliza serviços de transporte marítimo de cabotagem	0 = não utiliza 1 = utiliza	+
<i>Porte</i>	Indica se a empresa esteve classificada (grande porte) entre as 500 maiores de 2017 e 2018 ou entre as 500 emergentes de 2018 nos <i>rankings</i> divulgados pela Revista Amanhã (GRUPO AMANHÃ, 2018).	0 = médio porte 1 = grande porte	+
<i>Raio_atuacao</i>	Indica se a empresa comercializa em estados localizados a mais de 2.000 km de distância do RS – somente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste (exceto Tocantins) ou em estados mais distantes	0 = menor 1 = maior	+
<i>Distancia_RIG</i>	Indica a distância da empresa em relação ao porto de Rio Grande – mesorregiões Centro Oriental e Metropolitana foram consideradas próximas, e Nordeste e Noroeste, distantes	0 = perto 1 = longe	+
<i>Valor_agregado</i>	Indica se o valor agregado médio do principal produto comercializado pela empresa é alto ou baixo (maior ou menor que R\$ 30.000,00/t)	0 = alto 1 = baixo	+
<i>Perciveis</i>	Indica se a empresa produz alimentos ou bebidas (seções 10 e 11 do CNAE, respectivamente)	0 = não 1 = sim	-
<i>Veiculo</i>	Indica se o veículo necessário para transportar o lote médio da empresa é pequeno ou grande (maior ou menor que um caminhão <i>truck</i>)	0 = pequeno 1 = grande	+
<i>Envios_semanais</i>	Indica a quantidade de envios que a empresa embarca por semana	0 = menos que 15 1 = mais que 15	+
<i>Volume</i>	Indica se a empresa envia lotes de pequeno ou grande volume (maior ou menor que 75 m ³)	0 = pequeno 1 = grande	+

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 27: Configurações de ninhos testados



(fonte: elaborado pelo autor)

5.2 PROCEDIMENTOS ADOTADOS NA MODELAGEM

Os dados coletados na pesquisa foram analisados para identificar possíveis inconsistências ou problemas nas respostas fornecidas. A análise dos dados permitiu identificar que parte dos respondentes escolheram a mesma alternativa em todas as 12 situações de escolha.

Esse comportamento, reportado na literatura, provoca perda de significância em pesquisas PD (ARUNOTAYANUN; POLAK, 2011), e possíveis causas são efeitos de fadiga (respondentes simplificam escolhas, concentrando-se em parte dos atributos ou simplesmente respondendo de maneira aleatória) ou viés de seletividade dos respondentes, que, intencionalmente ou não, escolhem com base em comportamento existente (no caso, indicam a alternativa utilizada pela empresa para o envio de cargas) ao invés de considerar a situação de escolha hipotética (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011).

Do total de 63 respostas obtidas, 23 embarcadores indicaram a mesma alternativa em todas as situações – 21 unicamente a alternativa rodoviária – e 27 escolheram a mesma nas 9 últimas situações, o que indica possível desinteresse do respondente no preenchimento do questionário. Dessa forma, foram definidos 2 conjuntos de dados distintos para a estimação dos modelos: (i) embarcadores que responderam o questionário parcialmente, até somente a parte de PD; e (ii) embarcadores que responderam o questionário até o final, excluindo dados de respondentes que escolheram a mesma alternativa para as últimas 9 situações de escolha. Mesmo o menor conjunto pode ser considerado adequado para estimação dos modelos, visto que supera 30 respostas (BLIEMER; ROSE, 2005).

Ambas estruturas de modelos descritas na etapa anterior (MNL e NL) foram utilizadas na estimação dos modelos. Esta foi performada com o *software* Biogeme versão 3.2.5 (BIERLAIRE, 2018), projetado para o procedimento de estimação por maximização da verossimilhança das observações da amostra obtida. Diversos modelos foram estimados testando diferentes combinações de variáveis genéricas ou específicas das alternativas e a inclusão das variáveis *dummy*, sendo analisado o efeito de cada combinação no ajuste do modelo às observações da amostra. A maioria das variáveis *dummy* resultou da 3ª parte do questionário, que coletou informações logísticas das empresas respondentes. Por isso, a inclusão dessas variáveis foi testada, inicialmente, com o conjunto de respostas reduzido, que contabilizou 36 respondentes (432 observações).

A significância estatística das variáveis supostas como explicativas da escolha de modo foi verificada nos modelos estimados, utilizando-se como critério de exclusão o valor do estatístico *t*, que testa a validade da hipótese nula. Foram incluídos nos modelos atributos cujos parâmetros apresentaram valor do estatístico *t* maior do que 1,96, em módulo – nível de significância igual a 95%. Outro critério observado foi a coerência dos sinais dos parâmetros,

esperados todos negativos, com exceção da *Pontualidade*. Para as variáveis *dummy*, além do sinal e da significância estatística, foi critério para inclusão o caráter aditivo nas medidas de ajuste dos modelos estimados.

A definição do modelo adotado para estimativas de indicadores de demanda pelo transporte de cargas (valor do tempo, elasticidades, participação modal) levou em conta, além da significância e sinal correto de todas as variáveis, os valores do logaritmo da verossimilhança e do ρ^2 , ajustado em função do número de variáveis adotado em cada modelo estimado. Quanto maiores essas medidas, mais explicativo das observações da base de dados é o modelo.

O valor do tempo (VOT), que converte unidade de tempo (duração do transporte) em valor monetário foi calculado como quociente entre os coeficientes do *Tempo* e do *Frete*, resultando em unidades de R\$/t.h (LARRANAGA *et al.*, 2017). Para as estimativas da participação percentual de cada alternativa na matriz de transporte de cargas e das elasticidades da demanda pelo transporte, os dados coletados por meio de PD a nível individual foram agregados utilizando-se o método de Enumeração Amostral (BEN-AKIVA; LERMAN, 1985) – a amostra da população em estudo foi segmentada por localidade e setor de atividade industrial dos respondentes, conforme caracterização apresentada no item 4.2.3. Dessa forma, a participação modal da alternativa i é calculada por:

$$W_i = P_n(i) \frac{1}{N} \sum_n \omega_n \cdot P_n(i) \quad (9)$$

Em que:

W_i : participação modal da alternativa i ;

$P_n(i)$: probabilidade de escolha da alternativa i pelo decisor n ;

N : tamanho da amostra; e

ω_n : peso amostral do decisor n .

A fim de analisar como variam as probabilidades de escolha de cada modo quando atributos de transporte são alterados, foram estimadas elasticidades ponto agregadas da demanda, para os 5 atributos e as 3 alternativas. Para mudanças percentuais nas variáveis explicativas da utilidade de uma alternativa, são calculadas elasticidades diretas, enquanto que mudanças nas variáveis das demais alternativas são analisadas por meio da elasticidade cruzada (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011):

$$EPD_{in, X_{ikn}} = \beta_{ik} \cdot X_{ikn} \cdot (1 - P_n(i)) \quad (10)$$

$$EPC_{in, X_{jkn}} = -\beta_{jk} \cdot X_{jkn} \cdot P_n(j) \quad (11)$$

Em que:

$EPD_{in, X_{ikn}}$: elasticidade ponto direta do indivíduo n da alternativa i com relação ao atributo k ;

$EPC_{in, X_{jkn}}$: elasticidade ponto direta do indivíduo n da alternativa j com relação ao atributo k ;

β_{ikn} : parâmetro estimado para o atributo k da alternativa i ;

X_{ikn} : valor do atributo k da alternativa i para o decisor n ;

$P_n(i)$: probabilidade de escolha da alternativa i pelo decisor n ;

β_{jkn} : parâmetro estimado para o atributo k da alternativa j ;

X_{jkn} : valor do atributo k da alternativa j para o decisor n ; e

$P_n(j)$: probabilidade de escolha da alternativa j pelo decisor n .

A agregação das elasticidades individuais foi calculada por:

$$EPD_{i, X_{ik}} = \sum_n EPD_{in, X_{ikn}} \cdot \frac{\omega_n \cdot P_n(i)}{\sum_n \omega_n \cdot P_n(i)} \quad (12)$$

Em que:

$EPD_{i, X_{ik}}$: elasticidade ponto direta agregada da alternativa i com relação ao atributo k ;

$EPD_{in, X_{ikn}}$: elasticidade ponto direta do indivíduo n da alternativa i com relação ao atributo k ;

$P_n(i)$: probabilidade de escolha da alternativa i pelo decisor n ; e

ω_n : peso amostral do decisor n .

Em função dos modelos terem sido estimados a partir de dados de embarcadores da metade norte do RS, o modelo adotado para estimativa de indicadores teve suas constantes de modo corrigidas, para que os resultados correspondam ao nível estadual de agregação (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011):

$$A'_i = A_i - \ln\left(\frac{w_i}{W_i}\right) \quad (13)$$

Em que:

A'_i : constante de modo corrigida da alternativa i ;

A_i : constante de modo original da alternativa i ;

w_i : participação modal da alternativa i na amostra; e

W_i : participação modal da alternativa i na população.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, os resultados obtidos na etapa de estimação dos modelos de escolha discretos são apresentados e discutidos.

6.1 MODELOS ESTIMADOS

Modelos *multinomial logit* e *nested logit* estimados com os 2 conjuntos de dados definidos são apresentados nas próximas seções, em que também é detalhado o modelo adotado.

6.1.1 Modelos *Multinomial Logit* (MNL)

Os modelos MNL foram estimados, inicialmente, com as variáveis incluídas na PD. Foram testados modelos com variáveis específicas de alternativas e com variáveis descritivas de características logístico-econômicas dos respondentes. A Tabela 6 apresenta os melhores modelos estimados, Considerando ou não as respostas idênticas às 9 últimas situações de escolha. Os valores entre parênteses correspondem ao estatístico *t*.

Tabela 6: Modelos MNL estimados

Modelo	<i>MNL 01</i>	<i>MNL 02</i>	<i>MNL 03</i>	<i>MNL 04</i>
Observações	744	744	432	432
Respondentes	62	62	36	36
Variável	Coefficiente (est. t)	Coefficiente (est. t)	Coefficiente (est. t)	Coefficiente (est. t)
<i>cte_RIG</i>	0,3950 (2,26)	0,4070 (2,33)	0,6000 (2,92)	0,3190 (1,56)
<i>cte_ROD</i>	-0,4850 (-1,99)	-0,3750 (-1,53)	-1,3400 (-4,00)	-3,1300 (-6,26)
<i>Frete</i> (100 R\$)	-0,0169 (-5,81)	-0,0179 (-6,14)	-0,0420 (-5,96)	-0,1020 (-7,57)
<i>Frete_ROD</i> (100 R\$)	-	-	-	-0,0516 (-6,81)
<i>Tempo</i> (h)	-0,0124 (-5,17)	-0,0129 (-5,31)	-0,0168 (-4,63)	-0,0144 (-3,82)
<i>Headway</i> (dias)	-0,2770 (-4,33)	-0,2770 (-4,33)	-0,3400 (-4,52)	-0,3560 (-4,78)
<i>Pontual</i> (%)	-	-	1,9000 (1,37)**	3,8500 (2,52)
<i>Atraso</i> (%)	-5,1600 (-3,12)	-5,1500 (-3,09)	-9,6600 (-4,61)	-11,7000 (-5,16)
<i>Porte</i> (0 = médio, 1 = grande)	-	0,6780 (2,88)	-	-
Log verossimilhança	-734,7448	-730,4264	-396,2372	-381,4004
ρ^2 ajustado	0,0937	0,0978	0,1500	0,1800

** Nível de significância de 80%

(fonte: elaborado pelo autor)

6.1.2 Modelos *Nested Logit* (NL)

Assim como os anteriores, os modelos NL foram estimados, inicialmente, com as variáveis incluídas na PD, testando-se modelos com variáveis específicas de alternativas e com variáveis descritivas de características logístico-econômicas dos respondentes.

A Tabela 7 apresenta os melhores modelos estimados, também considerando ou não as respostas idênticas. Os valores entre parênteses correspondem ao estatístico *t*.

Tabela 7: Modelos NL estimados

Modelo	<i>NL 01</i>	<i>NL 02</i>	<i>NL 03</i>	<i>NL 04</i>
Observações	744	744	432	432
Respondentes	62	62	36	36
Variável	Coeficiente (est. t)	Coeficiente (est. t)	Coeficiente (est. t)	Coeficiente (est. t)
<i>cte_ROD</i>	0,2390 (2,27)	-	-	-
<i>cte_ITJ</i>	-	-0,3380 (-3,04)	0,4920 (3,04)	1,6600 (2,79)
<i>cte_RIG</i>	0,0341 (1,34)	-0,3000 (-2,64)	0,5540 (3,00)	1,7600 (2,70)
<i>Frete</i> (100 R\$)	-0,0122 (-4,44)	-0,0131 (-4,73)	-0,3190 (-5,13)	-0,7180 (-5,15)
<i>Frete_ROD</i> (100 R\$)	-	-	-	-0,3850 (-5,59)
<i>Tempo</i> (h)	-0,0021 (-2,64)	-0,0023 (-2,68)	-0,0036 (-2,17)	-0,0069 (-2,51)
<i>Headway</i> (dias)	-0,0306 (-2,84)	-0,0359 (-2,99)	-0,0840 (-2,96)	-0,1740 (-3,43)
<i>Pontual</i> (%)	0,6590 (3,18)	0,7040 (3,27)	1,6800 (3,47)	3,5500 (3,83)
<i>Atraso</i> (%)	-1,2400 (-2,94)	-1,3300 (-3,01)	-3,4000 (-3,06)	-6,6300 (-3,77)
<i>Atraso_ROD</i> (%)	-	-	-	-19,4000 (-2,28)
<i>Porte</i> (0 = médio, 1 = grande)	-	0,594 (2,61)	-	-
<i>Lambda</i>	13,1000 (3,21)	12,2000 (3,29)	5,2700 (3,31)	2,5100 (3,98)
Log verossimilhança	-705,3935	-701,9299	-383,2787	-373,6535
ρ^2 ajustado	0,1270	0,1300	0,1760	0,1920

(fonte: elaborado pelo autor)

6.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para todos os modelos estimados, os sinais dos coeficientes das variáveis explicativas foram consistentes com a teoria microeconômica, a qual postula que os usuários de transporte buscam minimizar custos, otimizar tempo, reduzir atrasos, maximizando seus resultados. Coeficientes de *Frete*, *Tempo*, *Headway* e *Atraso* tiveram sinal negativo, indicando que a utilidade de todas as alternativas cai à medida que aumentam os valores desses atributos. Entregas mais caras e mais demoradas, com maior chance de atrasar e com envios temporalmente mais espaçados (disponibilidade de envio com menor frequência) configuram exemplo da desutilidade característica desses atributos. O único atributo com coeficiente

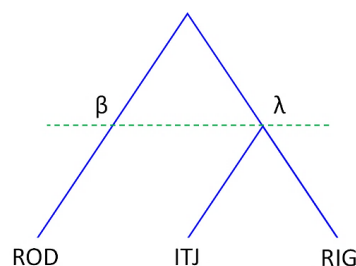
positivo foi a *Pontualidade*, indicando que entregas dentro do prazo acordado contribuem para aumento da utilidade das alternativas.

As variáveis *Frete*, *Tempo*, *Headway* e *Atraso* foram significativamente diferentes de zero (95% de nível de confiança) em todos os modelos estimados, estando de acordo com resultados de outros estudos na literatura que incluíram todos esses 4 atributos (TAPIA *et al.*, 2019; VEGA *et al.*, 2018; CATELA; SEABRA, 2017; KIM *et al.*, 2017; FEO *et al.*, 2011; FEO-VALERO *et al.*, 2011; NOVAES *et al.*, 2006). Nos modelos *multinomial logit*, a variável *Pontualidade* foi significativa apenas para estimações com conjunto de dados de 432 observações (eliminadas as respostas idênticas). Para o conjunto completo de respostas (744 observações), a *Pontualidade* não resultou significativa em nenhuma especificação de modelo testada.

Independentemente de qual constante de alternativa foi fixada em zero, todos as configurações de modelos estimadas apresentaram constantes significativamente diferentes de zero (95% de nível de confiança). Contudo, somente os modelos hierárquicos *NL 01* e *NL 02* apresentaram sinais e valores de acordo com o esperado (*cte_ROD* maior do que as constantes das alternativas multimodais). Tais modelos predizem, com 95% de confiança, que o valor da constante ROD é menor do que o das constantes multimodais (ITJ de RIG), indicando consistência com a realidade do mercado de transporte de cargas do estado do RS – o valor maior da constante indica que em situação *ceteris paribus*, quando todas as variáveis do modelo possuem o mesmo valor, o maior probabilidade de escolha será para o modo rodoviário.

Dentre as estruturas NL testadas, somente a especificação com alternativas ITJ e RIG aninhadas, ilustrada pela Figura 28, resultou em modelos NL com todas as variáveis significativas (95% de confiança).

Figura 28: Configuração do modelo NL de melhor resultado



(fonte: elaborado pelo autor)

Nessa configuração, o teste de hipótese da significância do parâmetro escalar λ do ninho contendo as alternativas ITJ e RIG verifica se o valor de λ é diferente de 1. Caso o parâmetro não seja diferente de 1 a um nível de confiança de 95%, as alternativas aninhadas não estão correlacionadas e o modelo NL colapsa ao MNL (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011). O resultado obtido para o parâmetro ($\lambda = 11,2$) implica um valor menor que 1 para o parâmetro estrutural \emptyset ($\emptyset = 0,09$), indicando consistência do modelo NL com a teoria da utilidade aleatória (BEN-AKIVA; LERMAN, 1985) e, portanto, correlação entre utilidades não observadas das alternativas multimodais de cabotagem, as quais apresentam padrão de substituição de probabilidades de IAA do modelo MNL.

Para as outras configurações de ninhos (ROD e RIG testando se o decisor considera regionalidade na escolha e ROD e ITJ testando se a localização meridional do porto de Rio Grande prejudica sua escolha), o parâmetro λ resultou menor que 1 (ou seja, $\beta > \lambda$ e $\emptyset > 1$), indicando incompatibilidade da estrutura hierárquica aninhada com os princípios teóricos do modelo NL.

Dentre as variáveis logístico-econômicas testadas, somente *Porte* resultou significativas e de acordo com o sinal esperado, melhorando o ajuste dos modelos MNL e NL. A modelagem do conjunto de dados com ou sem decisores que escolheram a mesma alternativa para as 9 últimas situações permitiu analisar o impacto no comportamento dos modelos ao excluir estes respondentes. Os diferentes níveis dos atributos da PD não impactaram a escolha desses respondentes, e os dados de suas respostas não causaram efeito na estimação dos valores dos parâmetros dos modelos. Contudo, influenciam o valor estimado para as constantes de modo, conforme mudanças observadas entre os modelos estimados com 744 ou 432 observações.

Os modelos estimados com os dados contendo respostas idênticas (744 observações) tiveram ajustes inferiores (entre 0,0937 e 0,0978 para os modelos MNL e 0,127 a 0,130 para os NL) do que os estimados com os conjuntos de 432 observações (entre 0,150 e 0,180 para os MNL e 0,176 e 0,192 para os NL). Nesse caso, a inferioridade no ajuste pode ter ocorrido devido à quantidade maior de observações que não seguem as hipóteses comportamentais adotadas na especificação do modelo, ou seja, as observações de um mesmo respondente iguais para todas as situações não correspondem à expectativa de utilidade especificada (variando em função dos atributos).

Desta forma, essas observações foram analisadas detalhadamente buscando identificar se são o reflexo do predomínio do modo rodoviário na matriz de transporte brasileira e podem representar, de fato, as preferências dos embarcadores, ou se são devidas a erros existentes associados à pesquisa. Isso porque foram recebidos *feedbacks* de alguns respondentes informando que, mesmo diante do contexto hipotético de escolha, a cabotagem não era uma alternativa de transporte viável em função do tempo em trânsito dos produtos e da expectativa de seus clientes quanto a esse atributo. Assim, essas respostas foram adotadas como conjunto de dados para análise do modelo de melhor ajuste e para o cálculo de indicadores.

6.2.1 Modelo adotado

Para definição do melhor modelo, foram considerados e comparados apenas os que resultaram da estimação com o conjunto de 62 respostas (744 observações), sem descartar as respostas idênticas. Essas respostas foram mantidas considerando que refletem a concentração modal predominante da matriz de transporte do Brasil e do Rio Grande do Sul no modo rodoviário.

Dentre esse conjunto de respostas, o modelo *nested logit NL 02* é o que apresentam melhor ajuste às observações (maior verossimilhança, maior ρ^2 ajustado e todos os parâmetros significativos e com sinais consistentes), e será analisado na sequência, portanto. As utilidades sistemáticas das alternativas são expressas pelas equações 14 a 16:

$$V_{ROD} = -0,0131 * Frete - 0,0023 * Tempo - 0,0328 * Headway + 0,704 * Pontual - 1,33 * Atraso \quad (14)$$

$$V_{ITJ} = -0,3380 - 0,0131 * Frete - 0,0023 * Tempo - 0,0328 * Headway + 0,704 * Pontual - 1,33 * Atraso + 0,594 * Porte \quad (15)$$

$$V_{RIG} = 0,3000 - 0,0131 * Frete - 0,0023 * Tempo - 0,0328 * Headway + 0,704 * Pontual - 1,33 * Atraso + 0,594 * Porte \quad (16)$$

Em que:

V_{ROD} : utilidade sistemática da alternativa rodoviária;

V_{ITJ} : utilidade sistemática da alternativa marítima de cabotagem pelo porto de Itajaí;

V_{RIG} : utilidade sistemática da alternativa marítima de cabotagem pelo porto de Rio Grande;

Frete: Custo total do transporte (porta-a-porta);

Tempo: Tempo total de viagem (porta-a-porta);

Headway: Intervalo de tempo entre embarques consecutivos;

Pontual: Percentual de entregas que cumprem o prazo contratado;

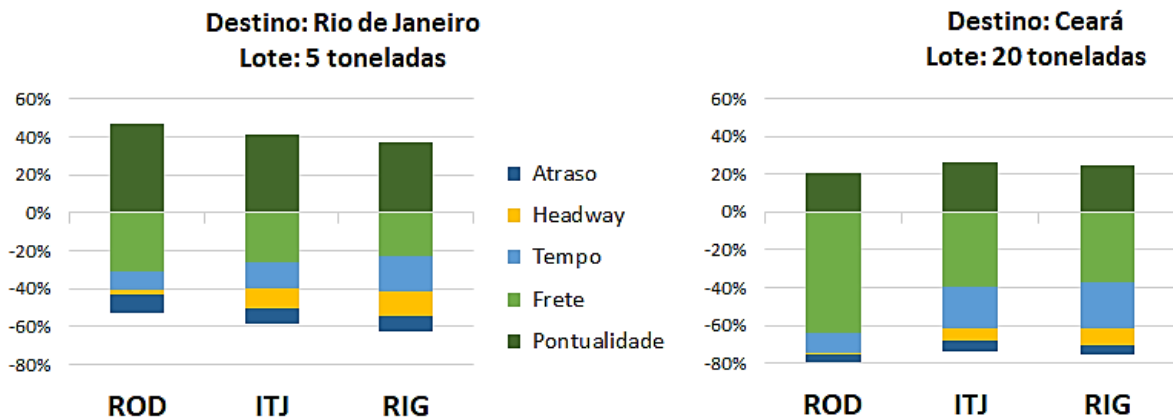
Atraso: Percentual de entregas que chegam 2 ou mais dias após o prazo contratado;

As constantes de modo do modelo *NL 02* (cte_{ITJ} e cte_{RIG} , significativas e com sinal negativo) indicam que os embarcadores são mais propensos a escolher a alternativa rodoviária quando as parcelas variáveis das utilidades forem iguais para todas as alternativas, o que condiz com a realidade logística do estado do RS – o modo rodoviário representa quase 90% da distribuição modal (RIO GRANDE DO SUL, 2019).

O modelo *NL 02* adotado apresenta as alternativas multimodais marítimas de cabotagem aninhadas, o que indica compartilham atributos não observáveis que não foram especificados na utilidade do modelo. Nesse caso, a propriedade da independência de alternativas irrelevantes (IIA) se aplica entre as alternativas contidas no ninho, ou seja, as probabilidades de escolha das alternativas ITJ e RIG não são afetadas por utilidade sistemática da alternativa ROD, fora do ninho. Além disso, há substituição proporcional entre as probabilidades de escolha entre ITJ e RIG.

O cálculo do valor do tempo para o modelo *NL 02* resultou em R\$ 1,25/t.h, indicando que os embarcadores estariam dispostos a pagar R\$ 1,25 para redução de 1 hora no tempo em trânsito para cada tonelada de carga transportada. O valor obtido é condizente com o obtido por Larranaga *et al.* (2017), de R\$ 1,088/t.h. Para a confiabilidade do serviço de transporte, medida por meio dos atributos *Pontualidade* e *Atraso*, o modelo indica que probabilidade de atraso superior a 2 dias é cerca de 2,3 vezes mais importante na decisão de escolha de modo do que variações de menor magnitude na janela temporal contratada para entrega da carga. A figura 29 ilustra a composição percentual das 3 utilidades para 2 situações de escolha extremas da pesquisa PD (menor lote para o destino mais próximo e maior lote para o destino mais distante).

Figura 29: Composição da utilidade das alternativas de transporte



(fonte: adaptado de Google Maps)

Os atributos que mais contribuem para a utilidade (ou desutilidade, no caso de parâmetros negativos) são *Frete* e *Pontualidade*. A importância de todos os atributos varia conforme distância e tamanho do lote: pode se inferir que custo e duração do transporte influenciam mais fortemente a escolha de modo para distâncias mais longas, enquanto que para destinos mais próximos, atributos relacionados à confiabilidade do serviço (*Pontualidade* e *Atraso*) e à disponibilidade (*Headway*) tornam-se mais importantes.

O modelo prediz probabilidades de escolha de modo com base nos dados de embarcadores de carga do RS amostrados por meio da pesquisa PD, às quais não correspondem à distribuição modal observada na população. Não há disponibilidade de informações sobre a distribuição da matriz de transporte entre as alternativas modais consideradas no estudo representando especificamente o contexto de envio de cargas do RS para outros estados brasileiros. Assim, para a correção das constantes, uma estimativa dos percentuais de divisão modal foi calculada a partir de dados das matrizes do RS (RIO GRANDE DO SUL, 2019) e brasileira (EPL, 2016) para o transporte de carga geral, e de dados de movimentação portuária de contêineres na navegação cabotagem pelo porto de Rio Grande (ANTAQ, 2020). Como resultado, foram adotados os percentuais de 90%, 3% e 7% para as alternativas ROD, ITJ e RIG, respectivamente.

6.2.2 Elasticidades

As elasticidades ponto das probabilidades de escolha de cada uma das 3 alternativas em relação a variações nos 5 atributos de transporte incluídos no modelo *NL 02* são apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8: Elasticidades ponto agregadas das probabilidades de escolha

Atributo	Alternativa	ROD	ITJ	RIG
<i>Frete</i>	ROD	ROD	-0,62	0,26
	ITJ	ITJ	0,58	-0,36
	RIG	RIG	0,58	0,26
<i>Tempo</i>	ROD	ROD	-0,14	0,17
	ITJ	ITJ	0,13	-0,24
	RIG	RIG	0,13	0,17
<i>Headway</i>	ROD	ROD	-0,02	0,05
	ITJ	ITJ	0,02	-0,08
	RIG	RIG	0,02	0,05
<i>Pontualidade</i>	ROD	ROD	0,28	-0,24
	ITJ	ITJ	-0,28	0,35
	RIG	RIG	-0,28	-0,24
<i>Atraso</i>	ROD	-0,02	0,03	0,01
	ITJ	0,02	-0,05	0,01
	RIG	0,02	0,03	-0,07

(fonte: elaborado pelo autor)

Os resultados das elasticidades indicam que as probabilidades de escolha de todas as alternativas modais são inelásticas a variações em quaisquer dos atributos explicativos da tomada de decisão. Variações de 1% no valor de qualquer um dos 5 atributos das 3 alternativas representaria uma variação menor que 1% na probabilidade de escolha de qualquer alternativa modal. Relativamente, as probabilidades de escolha são mais sensíveis a mudanças no valor do *Frete* e na taxa de *Pontualidade* das entregas.

A maior sensibilidade com relação ao *Frete*, de modo direto ou cruzado, indica pertinência de políticas públicas para regulação de preços e subsídios de custos para que ocorra troca modal, sobretudo do modo rodoviário para a navegação de cabotagem.

6.2.3 Simulações

Uma vez que o cálculo de elasticidades não resultou em probabilidades elásticas para qualquer um dos atributos, o modelo de escolha discreto *NL 02* adotado foi operacionalizado para simular cenários hipotéticos com variações de maior magnitude nas variáveis explicativas. O modelo foi aplicado para simular condições hipotéticas de valores dos atributos tangíveis com a implementação de políticas públicas no setor de transportes – especificamente a Política Nacional de Pisos Mínimos do Transporte Rodoviário de Cargas (PNPM-TRC) e o programa BR do Mar. Para isso, foram definidos 5 cenários em que variam, em relação ao nível atual, os valores dos atributos *Frete* da alternativa rodoviária e *Frete*, *Tempo* e *Headway* das alternativas multimodais de cabotagem. Dada a ausência de dados consistentes sobre pontualidade e atraso de ambos os modos, atributos *Pontualidade* e *Atraso* foram mantidos iguais para todas as alternativas.

A variação máxima do *Frete* rodoviário corresponde ao valor instituído por meio da Resolução nº 5.820 da ANTT e que vigorou entre junho de 2018 e novembro de 2019 (para alguns pares OD, o acréscimo instituído pela política de piso mínimo rodoviário quase dobrou o valor do frete praticado no mercado). Já os valores adotados para as variáveis das alternativas da cabotagem representam possíveis impactos da implementação exitosa do programa BR do Mar: redução dos entraves para entrada de novos transportadores no mercado (intensivo em custo de capital inicial, da ordem de dezenas de milhões de reais), aumentando a oferta pelo serviço, redução de tributos e impostos incidentes na atividade de navegação de cabotagem e no preço do combustível (*bunker*), dentre outros. Os cenários simulados consideram que, nessas condições favoráveis, o valor do *Frete* marítimo poderia reduzir até 40% em relação ao valor atual (seja pelo aumento da concorrência ou pela redução dos custos de capital e de combustível).

Com relação ao *Tempo* em trânsito da alternativa multimodal, maior oferta de serviços de transporte de cabotagem poderia impactar positivamente a cadeia logística do modo, vez que novas linhas poderiam ser criadas, fazendo ligação direta pares OD que atualmente são possíveis somente com transbordos em portos intermediários (o que aumenta consideravelmente a duração da viagem) ou ligando portos que já são conectados por linhas diretas, mas que poderiam fazer menos escalas intermediárias. Analogamente ao *Tempo*, mais linhas de transporte por cabotagem poderiam significar maior frequência de embarques nos

terminais portuários de contêineres, reduzindo o *Headway* das alternativas ITJ e RIG simuladas. Foram definidas, então, reduções no *Tempo* em trânsito entre portos em até 3 dias e *Headway* de 1 dia entre embarques (disponibilidade diária de envio por cabotagem). A Tabela 9 consolida os valores dos cenários simulados e apresenta a participação modal atual e hipotética de cada alternativa.

Tabela 9: Valores dos atributos e resultados percentuais obtidos nas simulações

Cenário	Alternativa	Valor do atributo			W_i	
		<i>Frete</i> (R\$)	<i>Tempo</i> (h)	<i>Headway</i> (dias)	Hipotético	Atual
1	ROD	+75%	Atual	Atual	84,4%	94,1%
	ITJ	Atual	Atual	Atual	0,4%	0,2%
	RIG	Atual	Atual	Atual	15,2%	5,8%
2	ROD	Atual	Atual	Atual	89,7%	94,1%
	ITJ	-40%	-48	1	0,3%	0,2%
	RIG	-40%	-72	2	10,1%	5,8%
3	ROD	+75%	Atual	Atual	75,2%	94,1%
	ITJ	-40%	-48	1	0,7%	0,2%
	RIG	-40%	-72	2	24,1%	5,8%
4	ROD	Atual	Atual	Atual	91,7%	94,1%
	ITJ	-20%	-24	2	0,2%	0,2%
	RIG	-20%	-48	3	8,0%	5,8%
5	ROD	+50%	Atual	Atual	86,6%	94,1%
	ITJ	-40%	-24	2	0,4%	0,2%
	RIG	-40%	-48	3	13,0%	5,8%

(fonte: elaborado pelo autor)

Os resultados indicam que, mesmo o cenário mais favorável à cabotagem (com Frete rodoviário no nível máximo tabelado na PNPM-TRC até hoje e supondo considerável redução de Frete da cabotagem de 40% como resultado do programa BR do Mar), a troca modal seria de no máximo 20%.

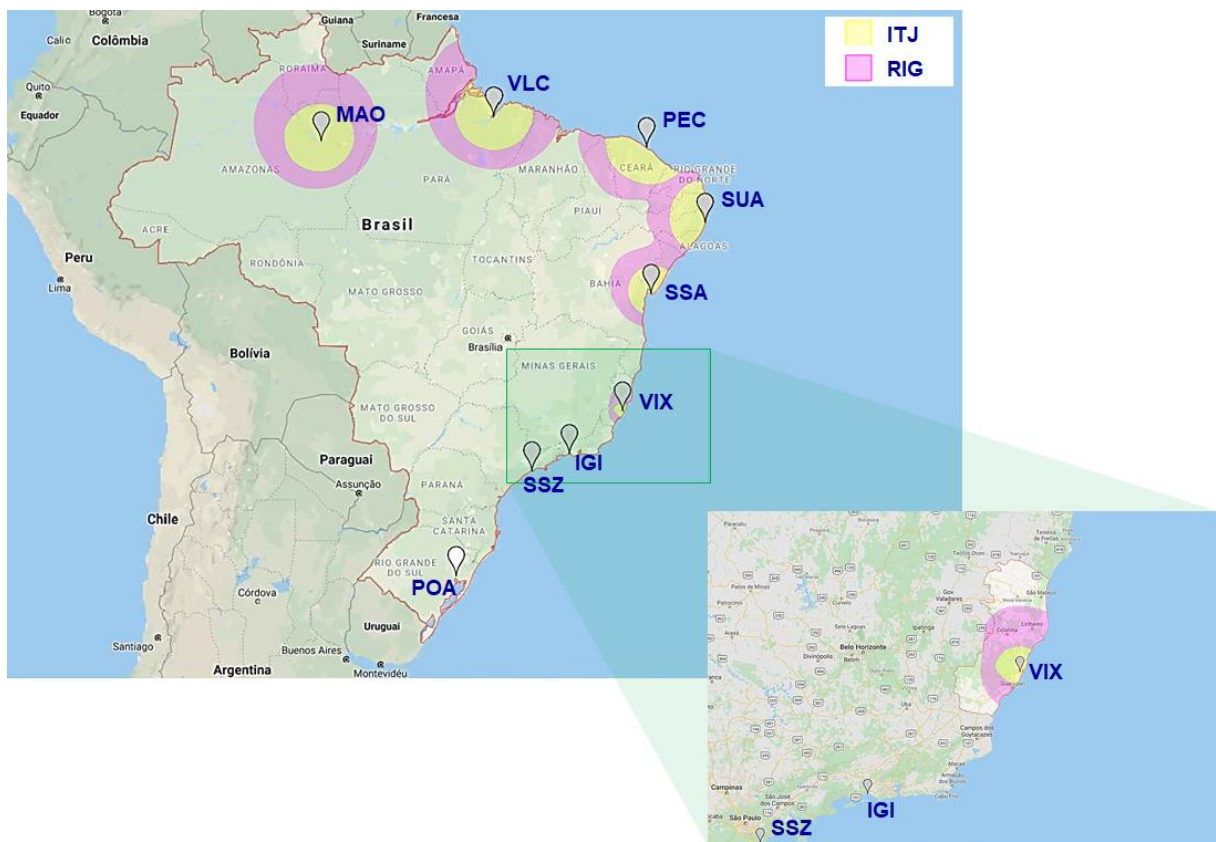
6.2.4 Fronteiras de isoutilidade

Outra aplicação do modelo NL 02 foi a determinação de fronteiras de isoutilidade de cada uma das 3 alternativas, em função da distância de transporte. A utilidade das alternativas calculada pelo modelo depende da distância, pois as variáveis Frete e Tempo têm a composição de seus valores diretamente proporcional à quilometragem percorrida. Dessa forma, é possível determinar a que distância de transporte as utilidades das alternativas ROD, ITJ e RIG são iguais, ou seja, onde as alternativas são igualmente atrativas para o embarcador.

Usualmente, essas distâncias representam o raio de circunferências centradas na origem do transporte. Não obstante, a distância percorrida no transporte multimodal de cabotagem não pode ser representada adequadamente dessa forma. No caso das alternativas ITJ e RIG, a circunferência foi centrada no porto de destino no transporte marítimo, em razão das distâncias rodoviária da origem ao porto de embarque e marítima porto-a-porto serem conhecidas. Dessa forma, a determinação das distâncias da cabotagem foi discretizada para 8 relevantes portos ao longo da costa brasileira.

Os raios calculados foram ajustados para representar com mais fidedignamente as distâncias, pois quando alocadas na rede viária, essas serão sempre maiores do que uma reta. A sobreposição de circunferências de raio equivalente à mesma utilidade das 3 alternativas e a interpolação dos pontos em que circunferências de diferentes alternativas se interceptam gerou as áreas ilustradas na figura 30, abrangendo localidades em que as alternativas ITJ (área amarela) e RIG (área rosa) apresentam maior utilidade do que a rodoviária.

Figura 30: Mapa das regiões com viabilidade para a cabotagem



(fonte: adaptado de Google Maps)

Para destinos contidos no interior dessas áreas, o envio de carga por cabotagem se mostra mais atrativo do que por transporte rodoviário. As utilidades das alternativas multimodais de cabotagem superam a do modo rodoviário a partir de uma distância de 2000 km, sendo o porto de Vitória (ES), ainda na região sudeste do país, o destino do trecho marítimo do transporte, embora a utilidade da cabotagem seja maior para uma área relativamente próxima ao porto (distante no máximo 150 km).

À medida que aumenta a distância, aumentam as áreas em que a navegação cabotagem é mais atrativa, o que confirma a necessidade de economia de distância como pressuposto para utilização desse modo. Entre as regiões nordeste e norte, as áreas se estendem desde 300 até 500 km de distância do litoral.

A utilidade, e conseqüentemente as distâncias e áreas de viabilidade, da alternativa ITJ é menor, possivelmente, em função dos valores do trecho da origem da carga ao porto de embarque Itajaí (cerca de 50% mais caro do que para Rio Grande). Menores valores de *Tempo* e *Headway* observados no nível atual acabam não compensando essa diferença monetária.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fenômeno de globalização da economia tornou o transporte de cargas foco de políticas públicas e de empresas do setor produtivo. O transporte de matérias primas e bens de consumo desperta interesse crescente de diferentes atores da sociedade, sob diferentes óticas. A função primordial do transporte no desenvolvimento de atividades econômicas pauta a atuação do setor público, assim como ações para minimização de externalidades negativas geradas pela movimentação de cargas, como poluição atmosférica, congestionamentos e acidentes de trânsito, visto que um sistema de transporte eficiente é condição para crescimento econômico sustentável. No setor produtivo, indústrias buscam otimizar níveis de serviço e de satisfação de clientes por meio de transporte eficiente ao menor custo possível – não somente custo monetário, mas também em termos de valor do tempo, integridade e segurança da carga, cumprimento de prazos de entregas (BEN-AKIVA *et al.*, 2013; TAVASSZY; DE JONG, 2014). Na modelagem de escolha modal, esse custo se converte em (des)utilidades explicadas por meio de modelos de escolha discreta.

Este trabalho teve como objetivo analisar a escolha do modo de transporte feita por estabelecimentos industriais do estado do Rio Grande do Sul no envio de cargas para outros estados brasileiros. A pesquisa iniciou pela revisão da literatura, que identificou 5 atributos mais recorrentes de serviço de transporte que impactam na utilidade dos modos rodoviário e marítimo de cabotagem: *Frete*, *Tempo*, *Headway* (ou frequência), *Pontualidade* e *Atraso*. Paralelamente, foram levantadas informações acerca do setor industrial do RS, da infraestrutura de transporte instalada e das características do transporte marítimo de cabotagem ofertado aos embarcadores, a fim de definir o contexto de escolha da pesquisa de preferência declarada.

A pesquisa PD foi aplicada por meio de questionário *online* respondido pelos principais estabelecimentos industriais das cidades de maior relevância do RS no setor industrial. A caracterização dos estabelecimentos respondentes indicou boa representatividade da amostra em termos da localização e enquadramento nos setores industriais de transformação.

Com os dados obtidos, foram estimados modelos de escolha discreta do tipo *multinomial logit* e *nested logit*, que resultando em 5 atributos e 1 característica logístico-econômica dos embarcadores estatisticamente significativas para explicar a escolha dos embarcadores pelo

modo de transporte no envio de cargas a outros estados brasileiros: *Frete, Tempo, Headway, Pontualidade, Atraso e Porte* da empresa.

Os modelos estimados apresentaram ajustes satisfatórios às observações da base de dados e sinais de parâmetros consistentes com a teoria microeconômica. Dentre os modelos estimados, foi selecionado aquele que apresentou melhor ajuste, avaliado pelos valores do logaritmo da verossimilhança e do ρ^2 ajustado, sendo adotado modelo *nested logit* com as alternativas multimodais de cabotagem aninhadas. Nesse caso, as alternativas ITJ e RIG apresentam correlações entre parte não observável de suas utilidades.

O cálculo das elasticidades das probabilidades de escolha de cada alternativa indicou que a decisão pelo modo de envio é inelástica em relação a alterações nos valores dos atributos, inclusive para atributos tradicionalmente explicativos de escolha no transporte, como custo e tempo. Esse resultado sugere que embarcadores que utilizam o modo rodoviário possam cativos (SENNA, 2014), apresentando comportamento inelásticos em relação a variações de atributos tanto do modo rodoviário como da cabotagem. De fato, 1/3 dos respondentes do questionário de PD escolheram unicamente a alternativa rodoviária para todas as 12 situações do cenário proposto.

O modelo adotado foi utilizado para simular cenários e avaliar possíveis impactos de políticas de transporte nos modos rodoviário (Política Nacional de Pisos Mínimos do Transporte Rodoviário de Cargas) e marítimo de cabotagem (BR do Mar), na busca de maior equilíbrio da matriz de transportes de cargas containerizáveis enviadas desde Rio Grande do Sul para outros estados brasileiros, a partir da predição do modelo de probabilidades de escolha com os valores dos atributos mantidos no nível médio. Embora tenham sido ajustados os coeficientes e a amostra tenha sido agregada por enumeração amostral com atribuição de pesos, o resultado não deixa de ser predição das probabilidades com base nas preferências declaradas de embarcadores, e não exatamente a prática real de mercado, o que é, por si, uma limitação da modelagem com dados de preferência declarada.

As simulações sugerem com que regulação do frete rodoviário e subsídios ou políticas de redução do frete marítimo seriam medidas mais efetivas para maior participação da multimodalidade na matriz. Mesmo que o frete rodoviário praticamente dobrasse e o frete marítimo reduzisse à metade, a participação modal rodoviária permaneceria acima dos 70%. A alternativa multimodal pelo porto de Itajaí não se mostrou viável ao embarque pelo porto de

Rio Grande. Esses resultados estão de acordo com as elasticidades calculadas, que indicaram probabilidades inelásticas tanto diretas quanto cruzadas para todas as alternativas em função de alterações em todos os atributos.

Ainda que relativamente baixa, a troca modal de 20% predita pelo modelo poderia impactar muito positivamente o contexto prático, como redução de acidentes rodoviários envolvendo caminhões, menor nível de degradação de pavimentos rodoviários e menores índices de emissão de poluentes atmosféricos. Os cenários hipotéticos simulados considerando possíveis efeitos do programa BR do Mar indicaram perspectivas positivas quanto ao aumento da participação modal da cabotagem no transporte de cargas partindo do estado do RS, mesmo nos menores níveis de alteração dos atributos *Frete*, *Tempo* e *Headway* das alternativas multimodais.

Frete e pontualidade se mostraram os atributos mais importantes na escolha dos embarcadores do RS. Aumento nos níveis de confiabilidade do serviço de cabotagem também seriam motores da troca modal para a cabotagem, embora menos efetivos quando não acompanhado de mudanças nos valores cobrados pelo serviço. Aprimoramento do nível de pontualidade das entregas e mitigação de atrasos maiores do que 2 dias são medidas cabíveis por parte dos armadores para aumento da demanda pelo serviço de cabotagem.

Uma das maiores limitações deste trabalho foi a coleta de respostas idênticas para diferentes situações de escolha. Não foi possível determinar se tal fato é puramente reflexo da inelasticidade dos embarcadores a troca de modo de envio ou se houve desinteresse, fadiga ou falta de seriedade nas respostas ao questionário. Dessa forma, uma contribuição sugerida para ser testada em estudos futuros de escolha modal é aumentar progressivamente os valores dos atributos da pesquisa PD à medida que forem sendo obtidas respostas iguais às determinado número de situações já respondidas, associada a técnica de utilidade penalizada já aplicada em alguns estudos da área.

Contribuições poderiam ser obtidas também no sentido de adequar ainda mais o contexto de escolha por modo de transporte à realidade das empresas, sobretudo do ponto de vista comercial, como, por exemplo, se as vendas são pontuais ou *just-in-time*, e se os envios são com frete CIF ou FOB, relacionando ou não a escolha de modo com outras decisões da cadeia logística (sobretudo considerando as preferências do consignatário dos envios de cargas). Contextos de escolha mais realísticos podem ser obtidos levando-se em conta as inúmeras

particularidades e tipologias de cargas, permitindo que as métricas que quantificam os lotes enviados sejam indicadas pelo próprio respondente da pesquisa de PD, ao invés de serem determinadas previamente pelo pesquisador.

Especificamente para análise de viabilidades da cabotagem, poderia ser explorada a distinção entre geração de carga e geração das viagens, visto que têm importante relação com o tamanho do lote. Nesse contexto, poderia ser testado o impacto da oferta de serviços logísticos complementares (armazenamento no porto de destino, consolidação e desconsolidação de lotes, distribuição) na probabilidade de escolha da cabotagem, podendo revelar aumento de atratividade do modo para empresas de menor porte e fluxo comercial.

REFERÊNCIAS

ABATE, M.; VIERTH, I.; KARLSSON, R.; DE JONG, G.; BAAK, J. A disaggregate stochastic freight transport model for Sweden. **Transportation**, 46, 2019. 671-696.

ALIANÇA. **Programação de Navios**, 2019. Disponível em: <<https://www.portalcabotagem.com.br/programacaonavios>>. Acesso em: outubro 2019.

ALIANÇA. **Cabotagem**, 2020. Disponível em: <<https://www.alianca.com.br/alianca/pt/alianca/cabotage/index.html>>. Acesso em: Março 2020.

ALIANÇA. **Produtos e Serviços**, 2020. Disponível em: <https://www.alianca.com.br/alianca/media/alian_a/services_products/ALCT_Service_Profile_.pdf>. Acesso em: Março 2020.

ANTAQ. **VEN 2018 - Vias economicamente navegadas**, 2019. Disponível em: <http://portal.antaq.gov.br/wp-content/uploads/2020/01/VEN_2018_Finalizado.pdf>. Acesso em: março 2020.

ANTAQ. **Anuário**, 2020. Disponível em: <<http://web.antaq.gov.br/Anuario/>>. Acesso em: janeiro 2020.

ANTAQ. **Estudo de Cabotagem**: Subsídio ao debate regulatório sobre a competição no transporte de cargas no país, em média e longa distâncias, com foco no transporte de contêineres na cabotagem, 2020. Disponível em: <http://portal.antaq.gov.br/wp-content/uploads/2020/02/Estudo_Cabotagem_06-02.pdf>. Acesso em: fevereiro 2020.

ANTAQ. **Informações Geográficas**: Mapa - Elementos dos Transportes Aquaviários, 2020. Disponível em: <<http://portal.antaq.gov.br/index.php/informacoes-geograficas/>>. Acesso em: fevereiro 2020.

ANTT. **Política Nacional de Pisos Mínimos do Transporte Rodoviário de Cargas**, 2018. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/cargas/arquivos_old/Tabelas_de_Precos_Minimos_do_Transporte_Rodoviario_de_Cargas.html>. Acesso em: novembro 2019.

ARENCIBIA, A. I.; FEO-VALERO, M.; GARCÍA-MENÉNDEZ, L. Modelling mode choice for freight transport using advanced choice experiments. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, 75, 2015. 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**, 47, 2011. 138-148.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

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

BEN-AKIVA, M.; MEERSMAN, H.; VAN DE VOORDE, E. Recent Developments in Freight Transport Modelling. In: BEN-AKIVA, M.; MEERSMAN, H.; VAN DE VOORDE, E. **Freight Transport Modelling**. 1ª. ed. Bingley: Emerald, 2013. Cap. 1.

BEUTHE, M.; BOUFFIOUX, C. Analysing Qualitative Attributes of Freight Transport from Stated Orders of Preference Experiment. **Journal of Transport Economics and Policy**, 42(1), 2008. 105-128.

BIERLAIRE, M. **PandasBiogeme: a short introduction**. [S.l.]: Transport and Mobility Laboratory, ENAC, EPFL, 2018.

BLIEMER, M. C.; ROSE, J. M. **Efficiency and Sample Size Requirements for Stated Choice Studies**. Sidney: Institute of Transport and Logistics Studies, 2005.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei n. 9.432, de 8 de janeiro de 1997. Dispõe sobre a ordenação do transporte aquaviário e dá outras providências**, 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9432.htm>. Acesso em: março 2020.

BRASIL. Presidência da República. Secretaria-Geral. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei n. 13.103, de 2 de março de 2015. Dispõe sobre o exercício da profissão de motorista, jornada de trabalho e tempo de direção do motorista profissional**, 2015. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13103.htm>. Acesso em: setembro 2019.

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

CAMPOS NETO, C. A. D. S.; SANTOS, M. D. B. **Perspectivas do Crescimento do Transporte por Cabotagem no Brasil**, 2005. Disponível em: <http://ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1129.pdf>. Acesso em: março 2019.

CASACA, A. C. P.; GALVÃO, C. B.; ROBLES, L. T.; CUTRIM, S. S. Domestic short sea shipping services in Brazil: competition by enhancing logistics integration. **International Journal of Shipping and Transport Logistics**, 9, 2017. 280-303.

CATELA, E. Y. D. S.; SEABRA, F. Aglomerações produtivas e escolha de modal de transporte: um estudo de caso do setor industrial de São Paulo e Manaus. **Nova Economia**, 27, 2017. 295-321.

CHOICE METRICS. **Ngene 1.2 - User Manual & Reference Guide**, 2018. Disponível em: <<http://www.choice-metrics.com/NgeneManual120.pdf>>. Acesso em: setembro 2019.

CNT. **Entraves logísticos ao escoamento de soja e milho**. Brasília: CNT, 2015. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/Estudo/transporte-desenvolvimento>>. Acesso em: março 2020.

COMBES, F. Inventory Theory and Freight Transport Modelling. In: TAVASSZY, L.; DE JONG, G. **Modelling Freight Transport**. 1ª. ed. London: Elsevier, 2014. Cap. 5.

COMBES, F.; TAVASSZY, L. A. Inventory theory, mode choice and network structure in freight transport. **European Journal of Transport and Infrastructure Research**, 16(1), 2016. 38-52.

DA SILVA, F. G. F.; FILHO, J. K. D. M.; POMPERMAYER, F. M. **Estudo empírico do valor do tempo de viagem por região dos embarcadores de carga brasileiros**. In: 32º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes da ANPET, 2018. Gramado: ANPET. 2018. p. 49-59.

DE BOK, M.; DE JONG, G.; TAVASSZY, L.; VAN MEIJEREN, J.; DAVYDENKO, I.; BENJAMINS, M.; GROOT, N.; MIETE, O.; VAN DEN BERG, M. A multimodal transport chain choice model for container transport. **Transportation Research Procedia**, 31, 2018. 99-107.

DE JONG, G. Mode Choice Models. In: TAVASSZY, L.; DE JONG, G. **Modelling Freight Transport**. 1ª. ed. London: Elsevier, 2014. Cap. 6.

DE JONG, G.; TAVASSZY, L.; BATES, J.; GRØNLAND, S. E.; HUBER, S.; KLEVEN, O.; LANGE, P.; OTTEMÖLLER, O.; SCHMORAK, N. The issues in modelling freight transport at the national level. **Case Studies on Transport Policy**, 4, 2016. 13-21.

DE JONG, G.; BEN-AKIVA, M. A micro-simulation model of shipment size and transport chain choice. **Transportation Research Part B: Methodological**, 41, 2007. 950-965.

ECONODATA. **Empresas de Indústrias De Transformação no Rio Grande Do Sul**, 2019. Disponível em: <<https://www.econodata.com.br/consulta-cnae/C-INDUSTRIAS-DE-TRANSFORMACAO/RIO-GRANDE-DO-SUL>>. Acesso em: novembro 2019.

EPL. **Transporte inter-regional de carga no Brasil - Panorama 2015**, 2016. Disponível em: <<https://www.epl.gov.br/transporte-inter-regional-de-carga-no-brasil-panorama-2015>>. Acesso em: março 2020.

EPL. **Movimentação por UF - ONLT**, 2020. Disponível em: <<https://www.ontl.epl.gov.br/movimentacao-por-uf1>>. Acesso em: Fevereiro 2020.

FEO, M.; ESPINO, R.; GARCÍA, L. An stated preference analysis of Spanish freight forwarders modal choice on the south-west Europe Motorway of the Sea. **Transport Policy**, 18, 2011. 60-67.

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**, 47, 2011. 446-460.

FIERGS. **Panorama RS**, 2018. Disponível em: <<https://www.fiergs.org.br/panorama-rs>>. Acesso em: outubro 2019.

FLEURY, P. F.; WANKE, P. Transporte de cargas no Brasil: estudo exploratório das. In: KUBOTA, L. C.; NEGRI, J. A. **Estrutura e Dinâmica do Setor de Serviços no**. Brasília: IPEA, 2006. p. 409-464.

FRIEDRICH, H.; TAVASSZY, L.; DAVYDENKO, I. Distribution Structures. In: TAVASSZY, L.; DE JONG, G. **Modelling Freight Transport**. 1ª. ed. London: Elsevier, 2014. Cap. 4.

GARCÍA-MENÉNDEZ, L.; MARTÍNEZ-ZARZOSO, I.; DE MIGUEL, D. P. Determinants of Mode Choice between Road and Shipping for Freight Transport: Evidence for Four Spanish Exporting Sectors. **Journal of Transport Economics and Policy**, 38, 2004. 447-466.

GREENE, W. H.; HENSHER, D. A. A latent class model for discrete choice analysis: contrasts with mixed logit. **Transportation Research Part B: Methodological**, 37, 2003. 681-698.

GRUPO AMANHÃ. **500 Maiores do Sul**, 2018. Disponível em: <<http://www.amanha.com.br/500maiores/>>. Acesso em: setembro 2019.

HOLGUÍN-VERAS, J.; JALLER, M.; SÁNCHEZ-DÍAZ, I.; CAMPBELL, S.; LAWSON, C. T. Freight Generation and Freight Trip Generation Models. In: TAVASSZY, L.; JONG, G. D. **Modelling Freight Transport**. 1ª. ed. London: Elsevier, 2014. Cap. 3.

IBGE. **Distribuição Populacional**, 2017. Disponível em: <https://atlascolar.ibge.gov.br/images/atlas/mapas_brasil/brasil_distribuicao_populacao.pdf>. Acesso em: março 2020.

IBGE. **Sistema de Contas Regionais - SCR**, 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9054-contas-regionais-do-brasil.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: setembro 2019.

IBGE. **Concla**: Busca online, 2019. Disponível em: <<https://cnae.ibge.gov.br/>>. Acesso em: outubro 2019.

IBGE. **Divisão Regional do Brasil**, 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/redes-geograficas/15778-divisoes-regionais-do-brasil.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: março 2020.

IVANOVA, O. Modelling Inter-Regional Freight Demand with Input - Output, Gravity and SCGE Methodologies. In: TAVASSZY, L.; DE JONG, G. **Modelling Freight Transport**. 1^a. ed. London: Elsevier, 2014. Cap. 2.

JENSEN, A. F.; THORHAUGE, M.; DE JONG, G.; RICH, J.; DEKKER, T.; JOHNSON, D.; CABRAL, M. O.; BATES, J.; NIELSEN, O. A. A disaggregate freight transport chain choice model for Europe. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, 121, 2019. 43-62.

KIM, H.-C.; NICHOLSON, A.; KUSUMASTUTI, D. Analysing freight shippers' mode choice preference heterogeneity using latent class modelling. **Transportation Research Procedia**, 25, 2017. 1109-1125.

LACERDA, S. M. Navegação de Cabotagem: Regulação ou Política Industrial? **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, 19, 2004. 49-66. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2435>>. Acesso em: agosto 2019.

LARRANAGA, A. M.; DE SOUZA, F. L. U.; ARELLANA, J.; SENNA, L. A. **Valor do tempo e escolha modal no transporte de carga**: Estudo de caso de Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul. In: 32º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET, 2018. Gramado: ANPET. 2018. p. 657-668.

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**, 102, 2017. 202-211.

LOG-IN. **Programação de navios**, 2019. Disponível em: <<https://www.loginlogistica.com.br/programacao-de-navios#>>. Acesso em: outubro 2019.

LOG-IN. **Cabotagem**, 2020. Disponível em: <<https://www.loginlogistica.com.br/cabotagem>>. Acesso em: Março 2020.

LOUVIERE, J. J.; HENSHER, D. A.; SWAIT, J. D. **Stated Choice Methods**: Analysis and Applications. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

MARINE TRAFFIC. AIS Marine Traffic. **Voyage Planner**. Disponível em: <<https://www.marinetraffic.com/>>. Acesso em: outubro 2019.

MERCOSUL. **Rotas**, 2019. Disponível em: <http://www.mercosul-line.com.br/servicos_rota.php>. Acesso em: Outubro 2019.

MERCOSUL. **Programação de navios**, 2020. Disponível em: <http://www.mercosul-line.com.br/areacliente_programacao_completa.php>. Acesso em: Março 2020.

MINFRA. **BR do Mar é tema de evento realizado pela Agência iNFRA**, 2019. Disponível em: <<http://transportes.gov.br/ultimas-noticias/9134-br-do-mar-%C3%A9-tema-de-evento-realizado-pela-ag%C3%Aancia-infra.html>>. Acesso em: fevereiro 2020.

NOVAES, A. G.; GONÇALVES, B. S.; COSTA, M. B.; SANTOS, S. DOS. Rodoviário, ferroviário ou marítimo de cabotagem? O uso da técnica de preferência declarada para avaliar a intermodalidade no Brasil. **Transportes**, XIV, 2006. 11-17.

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

ORTÚZAR, J. D. D.; WILLUMSEN, L. G. **Modelling Transport**. 4^a. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2011.

PORTAL DA INDÚSTRIA. **Aumento do preço mínimo do frete elevará o valor dos produtos para os brasileiros, causando inflação e desemprego**, 2018. Disponível em: <<https://noticias.portaldaindustria.com.br/posicionamentos/aumento-do-preco-minimo-do-frete-elevara-o-valor-dos-produtos-para-os-brasileiros-causando-inflacao-e-desemprego/>>. Acesso em: fevereiro 2020.

PUCKETT, S. M.; HENSHER, D. A.; BROOKS, M. R.; TRIFTS, V. Preferences for alternative short sea shipping opportunities. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, 2011. 182-189.

QUALP. **Cálculo de rotas com pedágio, combustível, distância e tempo**, 2019. Disponível em: <<https://qualp.com.br/>>. Acesso em: outubro 2019.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Infraestrutura e Logística. **PELT/RS - Produto P3: Análise do Sistema Logístico Atual**, Porto Alegre, 2014.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão. **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul**, 2019. Disponível em: <<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/inicial>>. Acesso em: novembro 2019.

RODRIGUES, J. A. **Estradas d'água**: as hidrovias do Brasil. Rio de Janeiro: Action, 2009.

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**, 102, 2017. 212-227.

SENNA, L. A. D. S. **Economia e planejamento dos transportes**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

STANTON, M. A.; MICHEL, F. D.; DANILEVICZ, A. DE M. F.; SENNA, L. A. DOS S. Aplicação de QFD e preferência declarada no transporte de cabotagem. **Transportes**, XI, 2003. 43-49.

STINSON, M.; POURABDOLLAHI, Z.; LIVSHITS, V.; JEON, K.; NIPPANI, S.; ZHU, H. A joint model of mode and shipment size choice using the first generation of Commodity Flow Survey Public Use Microdata. **International Journal of Transportation Science and Technology**, 6, 2017. 330-343.

SURVEY MONKEY. **SurveyMonkey**: a ferramenta de questionários online mais popular do mundo, 2019. Disponível em: <<https://pt.surveymonkey.com/>>. Acesso em: outubro 2019.

TAPIA, R. J.; SENNA, L. A. DOS S.; LARRANAGA, A. M.; CYBIS, H. B. B. Joint mode and port choice for soy production in Buenos Aires province, Argentina. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, 121, 2019. 100-118.

TAVASSZY, L.; DE JONG, G. Introduction. In: TAVASSZY, L.; DE JONG, G. **Modelling Freight Transport**. 1ª. ed. London: Elsevier, 2014. Cap. 1.

TRAIN, K. **Discrete Choice Methods with**. Berkeley: Cambridge University Press, 2002. Disponível em: <<https://eml.berkeley.edu/books/train1201.pdf>>. Acesso em: agosto 2019.

VEGA, A.; FEO-VALERO, M.; ESPINO-ESPINO, R. The potential impact of Brexit on Ireland's demand for shipping services to continental Europe. **Transport Policy**, 71, 2018. 1-13.

WORLD FREIGHT RATES. **Calculadora de frete**, 2019. Disponível em: <<https://www.worldfreightrates.com/pt/freight>>. Acesso em: novembro 2019 2019.

**APÊNDICE: QUESTIONÁRIO DA PESQUISA DE PREFERÊNCIA
DECLARADA**



Preferências no transporte interestadual de cargas

Esta pesquisa tem por finalidade avaliar o comportamento e as escolhas de empresas do setor industrial gaúcho entre diferentes modos de transporte de cargas, no contexto de comércio interestadual, bem como identificar fatores que influenciam a escolha de modo frente a diferentes cenários.

A resposta ao questionário leva cerca de **10 minutos**.

Ressalta-se compromisso do pesquisador quanto à garantia da confidencialidade de informações e dados obtidos e da privacidade da empresa e do respondente. O nome da empresa não será exposto de nenhuma forma no decorrer do estudo. Informações e dados obtidos serão tratados de maneira anônima, com uso de técnicas estatísticas, e não serão divulgados de forma individualizada.

1. Nome da empresa (a identificação é **opcional**):

2. CNAE da atividade preponderante da empresa:

3.

Pense na **quantidade** de mercadorias mais **comumente** enviada a seus **principais clientes** e considere-a como sendo o **lote médio**. Considere ainda que um lote é enviado para um **único cliente** e gera um **único conhecimento de transporte**.

Qual dos seguintes veículos é **necessário** para transportar o **lote médio** da empresa?

Caminhão 3/4 ou VUC
(Veículo Urbano de Carga)



Capacidade: **3 t** e **30 m³**

Caminhão truck



Capacidade: **14 t** e **60 m³**

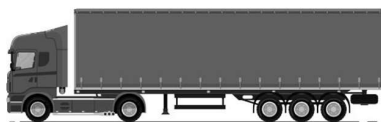
Veículo de maior capacidade ou mais de um veículo

Caminhão toco



Capacidade: **6 t** e **45 m³**

Carreta semirreboque de 3 eixos



Capacidade: **42 t** e **100 m³**



Preferências no transporte interestadual de cargas

Pesquisa de preferência declarada

Os 12 cenários apresentados a seguir foram elaborados para determinar como a escolha de alternativas de transporte pela empresa mudaria se características dos diferentes modos de transporte fossem alteradas. **A quantidade de carga e o destino do envio são os mesmos para todos os cenários.**

Você deve escolher entre as 3 alternativas de transporte apresentadas e considerar que são as **únicas disponíveis** para o envio do lote:

- Transporte **RODOVIÁRIO**;



- Transporte intermodal marítimo de **CABOTAGEM** com embarque no porto de **ITAJAÍ/SC**;








- Transporte intermodal marítimo de **CABOTAGEM** com embarque no porto de **RIO GRANDE/RS**.



As alternativas de transporte marítimo são complementados por transporte rodoviário (da empresa ao porto de origem e do porto de destino à unidade do cliente). Considere que as 3 alternativas incluem serviço de **coleta e entrega porta-a-porta** e são negociadas e contratadas junto a um **único agente transportador**, gerando um **único conhecimento de transporte**. Além disso, todas as alternativas possibilitam rastreamento da carga em tempo real.

Cada alternativa apresenta **características de serviço distintas**, que devem ser levadas em conta na escolha:

-  **Custo total do transporte, porta-a-porta (em R\$);**
-  **Tempo total de viagem, porta-a-porta (em dias);**
-  **Disponibilidade de embarque (intervalo entre partidas do serviço de transporte);**
-  **Porcentagem de entregas que **cumprem o prazo** contratado;**
-  **Porcentagem de entregas que **chegam 2 ou mais dias após o prazo** contratado.**

Caso alguma característica relevante para sua decisão não tenha sido especificada, considere que esta afeta igualmente as 3 alternativas.








4.

Imagine que seu principal cliente abriu uma nova unidade na região metropolitana de **Salvador/BA** e comprou **5 toneladas** de seu produto líder de vendas, na modalidade de frete pago (CIF).

Por qual alternativa de transporte este lote seria enviado?

ATENÇÃO! Este e os próximos 11 cenários retratam situações **hipotéticas** de tomadas de decisão. Não se trata de indicar o modo de transporte atualmente utilizado pela empresa, mas sim de escolher uma das alternativas em função do **custo-benefício** das características apresentadas na **tabela**.

	RODOVIÁRIO	CABOTAGEM (ITAJÁ/SC)	CABOTAGEM (RIO GRANDE/RS)
 Custo total do transporte (porta-a-porta)	R\$ 5.100,00	R\$ 3.300,00	R\$ 2.900,00
 Tempo total de viagem (porta-a-porta)	4 dias e 3 horas	6 dias e 22 horas	7 dias e 2 horas
 Disponibilidade de embarque (frequência)	Diária	A cada 4 dias	A cada 6 dias
 Porcentagem de entregas que cumprem o prazo contratado	80 %	85 %	85 %
 Porcentagem de entregas que chegam 2 ou mais dias após o prazo contratado	1 %	6 %	10 %

RODOVIÁRIO



CABOTAGEM (ITAJÁ/SC)



CABOTAGEM (RIO GRANDE/RS)








5.

Imagine que seu principal cliente abriu uma nova unidade na região metropolitana de **Salvador/BA** e comprou **5 toneladas** de seu produto líder de vendas, na modalidade de frete pago (CIF).

Por qual alternativa de transporte este lote seria enviado?

ATENÇÃO! Este e os próximos 10 cenários retratam situações **hipotéticas** de tomadas de decisão. Não se trata de indicar o modo de transporte atualmente utilizado pela empresa, mas sim de escolher uma das alternativas em função do **custo-benefício** das características apresentadas na **tabela**.

	RODOVIÁRIO	CABOTAGEM (ITAJAÍ/SC)	CABOTAGEM (RIO GRANDE/RS)
 Custo total do transporte (porta-a-porta)	R\$ 5.100,00	R\$ 3.300,00	R\$ 3.400,00
 Tempo total de viagem (porta-a-porta)	5 dias e 1 horas	5 dias e 22 horas	6 dias e 2 horas
 Disponibilidade de embarque (frequência)	Diária	A cada 5 dias	A cada 5 dias
 Porcentagem de entregas que cumprem o prazo contratado	85 %	80 %	90 %
 Porcentagem de entregas que chegam 2 ou mais dias após o prazo contratado	5 %	10 %	10 %

RODOVIÁRIO



CABOTAGEM (ITAJAÍ/SC)



CABOTAGEM (RIO GRANDE/RS)








6.

Imagine que seu **principal cliente** abriu uma **nova unidade** na região metropolitana de **Salvador/BA** e comprou **5 toneladas** de seu produto líder de vendas, na modalidade de frete pago (CIF).

Por qual alternativa de transporte este lote seria enviado?

ATENÇÃO! Este e os próximos 9 cenários retratam situações **hipotéticas** de tomadas de decisão. Não se trata de indicar o modo de transporte atualmente utilizado pela empresa, mas sim de escolher uma das alternativas em função do **custo-benefício** das características apresentadas na **tabela**.

	RODOVIÁRIO	CABOTAGEM (ITAJAÍ/SC)	CABOTAGEM (RIO GRANDE/RS)
 Custo total do transporte (porta-a-porta)	R\$ 6.900,00	R\$ 2.800,00	R\$ 2.400,00
 Tempo total de viagem (porta-a-porta)	4 dias e 14 horas	6 dias e 10 horas	6 dias e 14 horas
 Disponibilidade de embarque (frequência)	Diária	A cada 5 dias	A cada 5 dias
 Porcentagem de entregas que cumprem o prazo contratado	85 %	80 %	80 %
 Porcentagem de entregas que chegam 2 ou mais dias após o prazo contratado	1 %	2 %	6 %

RODOVIÁRIO



**CABOTAGEM
(ITAJAÍ/SC)**



**CABOTAGEM
(RIO GRANDE/RS)**



7.

Imagine que seu principal cliente abriu uma nova unidade na região metropolitana de **Salvador/BA** e comprou **5 toneladas** de seu produto líder de vendas, na modalidade de frete pago (CIF).

Por qual alternativa de transporte este lote seria enviado?

	RODOVIÁRIO	CABOTAGEM (ITAJAÍ/SC)	CABOTAGEM (RIO GRANDE/RS)
Custo total do transporte (porta-a-porta)	R\$ 5.100,00	R\$ 3.300,00	R\$ 2.900,00
Tempo total de viagem (porta-a-porta)	4 dias e 3 horas	6 dias e 22 horas	7 dias e 2 horas
Disponibilidade de embarque (frequência)	Diária	A cada 5 dias	A cada 6 dias
Porcentagem de entregas que cumprem o prazo contratado	80 %	85 %	85 %
Porcentagem de entregas que chegam 2 ou mais dias após o prazo contratado	1 %	10 %	10 %

RODOVIÁRIO



CABOTAGEM (ITAJAÍ/SC)



CABOTAGEM (RIO GRANDE/RS)



8.

Imagine que seu principal cliente abriu uma nova unidade na região metropolitana de **Salvador/BA** e comprou **5 toneladas** de seu produto líder de vendas, na modalidade de frete pago (CIF).

Por qual alternativa de transporte este lote seria enviado?

	RODOVIÁRIO	CABOTAGEM (ITAJAÍ/SC)	CABOTAGEM (RIO GRANDE/RS)
Custo total do transporte (porta-a-porta)	R\$ 6.000,00	R\$ 3.300,00	R\$ 2.400,00
Tempo total de viagem (porta-a-porta)	4 dias e 14 horas	6 dias e 22 horas	6 dias e 14 horas
Disponibilidade de embarque (frequência)	Diária	A cada 4 dias	A cada 5 dias
Porcentagem de entregas que cumprem o prazo contratado	85 %	80 %	80 %
Porcentagem de entregas que chegam 2 ou mais dias após o prazo contratado	3 %	6 %	6 %

RODOVIÁRIO



CABOTAGEM (ITAJAÍ/SC)



CABOTAGEM (RIO GRANDE/RS)



9.

Imagine que seu principal cliente abriu uma nova unidade na região metropolitana de **Salvador/BA** e comprou **5 toneladas** de seu produto líder de vendas, na modalidade de frete pago (CIF).

Por qual alternativa de transporte este lote seria enviado?

	RODOVIÁRIO	CABOTAGEM (ITAJAÍ/SC)	CABOTAGEM (RIO GRANDE/RS)
Custo total do transporte (porta-a-porta)	R\$ 6.900,00	R\$ 2.300,00	R\$ 2.400,00
Tempo total de viagem (porta-a-porta)	5 dias e 1 horas	6 dias e 10 horas	6 dias e 2 horas
Disponibilidade de embarque (frequência)	Diária	A cada 5 dias	A cada 5 dias
Porcentagem de entregas que cumprem o prazo contratado	75 %	90 %	90 %
Porcentagem de entregas que chegam 2 ou mais dias após o prazo contratado	5 %	2 %	2 %

RODOVIÁRIO



CABOTAGEM (ITAJAÍ/SC)



CABOTAGEM (RIO GRANDE/RS)



10.

Imagine que seu **principal cliente** abriu uma **nova unidade** na região metropolitana de **Salvador/BA** e comprou **5 toneladas** de seu produto líder de vendas, na modalidade de frete pago (CIF).

Por qual alternativa de transporte este lote seria enviado?

	RODOVIÁRIO	CABOTAGEM (ITAJAÍ/SC)	CABOTAGEM (RIO GRANDE/RS)
Custo total do transporte (porta-a-porta)	R\$ 6.900,00	R\$ 2.800,00	R\$ 2.400,00
Tempo total de viagem (porta-a-porta)	5 dias e 1 horas	5 dias e 22 horas	6 dias e 2 horas
Disponibilidade de embarque (frequência)	Diária	A cada 3 dias	A cada 7 dias
Porcentagem de entregas que cumprem o prazo contratado	75 %	90 %	80 %
Porcentagem de entregas que chegam 2 ou mais dias após o prazo contratado	1 %	10 %	10 %

RODOVIÁRIO



CABOTAGEM (ITAJAÍ/SC)



CABOTAGEM (RIO GRANDE/RS)



11.

Imagine que seu principal cliente abriu uma nova unidade na região metropolitana de **Salvador/BA** e comprou **5 toneladas** de seu produto líder de vendas, na modalidade de frete pago (CIF).

Por qual alternativa de transporte este lote seria enviado?

	RODOVIÁRIO	CABOTAGEM (ITAJAÍ/SC)	CABOTAGEM (RIO GRANDE/RS)
Custo total do transporte (porta-a-porta)	R\$ 6.000,00	R\$ 3.300,00	R\$ 2.400,00
Tempo total de viagem (porta-a-porta)	4 dias e 14 horas	6 dias e 10 horas	6 dias e 14 horas
Disponibilidade de embarque (frequência)	Diária	A cada 3 dias	A cada 7 dias
Porcentagem de entregas que cumprem o prazo contratado	75 %	90 %	80 %
Porcentagem de entregas que chegam 2 ou mais dias após o prazo contratado	3 %	6 %	6 %

RODOVIÁRIO



CABOTAGEM (ITAJAÍ/SC)



CABOTAGEM (RIO GRANDE/RS)



12.

Imagine que seu **principal cliente** abriu uma **nova unidade** na região metropolitana de **Salvador/BA** e comprou **5 toneladas** de seu produto líder de vendas, na modalidade de frete pago (CIF).

Por qual alternativa de transporte este lote seria enviado?

	RODOVIÁRIO	CABOTAGEM (ITAJAÍ/SC)	CABOTAGEM (RIO GRANDE/RS)
Custo total do transporte (porta-a-porta)	R\$ 5.100,00	R\$ 3.300,00	R\$ 3.400,00
Tempo total de viagem (porta-a-porta)	5 dias e 1 horas	5 dias e 22 horas	6 dias e 2 horas
Disponibilidade de embarque (frequência)	Diária	A cada 3 dias	A cada 7 dias
Porcentagem de entregas que cumprem o prazo contratado	75 %	90 %	90 %
Porcentagem de entregas que chegam 2 ou mais dias após o prazo contratado	5 %	2 %	2 %

RODOVIÁRIO



CABOTAGEM (ITAJAÍ/SC)



CABOTAGEM (RIO GRANDE/RS)



13.

Imagine que seu **principal cliente** abriu uma **nova unidade** na região metropolitana de **Salvador/BA** e comprou **5 toneladas** de seu produto líder de vendas, na modalidade de frete pago (CIF).

Por qual alternativa de transporte este lote seria enviado?

	RODOVIÁRIO	CABOTAGEM (ITAJÁ/SC)	CABOTAGEM (RIO GRANDE/RS)
Custo total do transporte (porta-a-porta)	R\$ 6.000,00	R\$ 2.800,00	R\$ 2.900,00
Tempo total de viagem (porta-a-porta)	4 dias e 3 horas	6 dias e 10 horas	7 dias e 2 horas
Disponibilidade de embarque (frequência)	Diária	A cada 4 dias	A cada 6 dias
Porcentagem de entregas que cumprem o prazo contratado	80 %	85 %	85 %
Porcentagem de entregas que chegam 2 ou mais dias após o prazo contratado	3 %	10 %	6 %

RODOVIÁRIO



CABOTAGEM (ITAJÁ/SC)








CABOTAGEM (RIO GRANDE/RS)



14.

Imagine que seu principal cliente abriu uma nova unidade na região metropolitana de **Salvador/BA** e comprou **5 toneladas** de seu produto líder de vendas, na modalidade de frete pago (CIF).

Por qual alternativa de transporte este lote seria enviado?

	RODOVIÁRIO	CABOTAGEM (ITAJAÍ/SC)	CABOTAGEM (RIO GRANDE/RS)
 Custo total do transporte (porta-a-porta)	R\$ 6.000,00	R\$ 2.800,00	R\$ 2.900,00
 Tempo total de viagem (porta-a-porta)	4 dias e 3 horas	6 dias e 22 horas	7 dias e 2 horas
 Disponibilidade de embarque (frequência)	Diária	A cada 4 dias	A cada 6 dias
 Porcentagem de entregas que cumprem o prazo contratado	80 %	85 %	85 %
 Porcentagem de entregas que chegam 2 ou mais dias após o prazo contratado	3 %	6 %	2 %

RODOVIÁRIO



CABOTAGEM (ITAJAÍ/SC)








CABOTAGEM (RIO GRANDE/RS)



15.

Imagine que seu principal cliente abriu uma nova unidade na região metropolitana de **Salvador/BA** e comprou **5 toneladas** de seu produto líder de vendas, na modalidade de frete pago (CIF).

Por qual alternativa de transporte este lote seria enviado?

	RODOVIÁRIO	CABOTAGEM (ITAJAÍ/SC)	CABOTAGEM (RIO GRANDE/RS)
 Custo total do transporte (porta-a-porta)	R\$ 6.900,00	R\$ 2.300,00	R\$ 2.400,00
 Tempo total de viagem (porta-a-porta)	4 dias e 14 horas	5 dias e 22 horas	6 dias e 14 horas
 Disponibilidade de embarque (frequência)	Diária	A cada 3 dias	A cada 7 dias
 Porcentagem de entregas que cumprem o prazo contratado	85 %	80 %	90 %
 Porcentagem de entregas que chegam 2 ou mais dias após o prazo contratado	5 %	2 %	2 %

RODOVIÁRIO



**CABOTAGEM
(ITAJAÍ/SC)**



**CABOTAGEM
(RIO GRANDE/RS)**





Preferências no transporte interestadual de cargas

Pesquisa de preferência declarada

16.

A tabela a seguir apresenta cenário com valores de custo e tempo das 3 alternativas de transporte para o envio de um lote de **5 toneladas** para a região metropolitana de **Salvador/BA**.

	RODOVIÁRIO	CABOTAGEM (ITAJAÍ/SC)	CABOTAGEM (RIO GRANDE/RS)
 Custo total do transporte (porta-a-porta)	R\$ 6.000,00	R\$ 3.300,00	R\$ 3.350,00
 Tempo total de viagem (porta-a-porta)	4 dias e 14 horas	6 dias e 22 horas	7 dias e 2 horas

Analisando os valores, indique o quanto são semelhantes à **realidade** logística da empresa, movendo a barra deslizante para o lado esquerdo (pouco semelhante) ou direito (muito semelhante). A escala varia de 1 a 5.

Realidade logística da empresa

(1) Pouco semelhante Muito semelhante (5)

17. Ainda com relação à tabela, assinale os aspectos que, na sua percepção, contribuem para a **distorção** do cenário apresentado em relação à **realidade** logística da empresa (é possível selecionar mais de uma opção):

	RODOVIÁRIO	CABOTAGEM (ITAJAÍ/SC)	CABOTAGEM (RIO GRANDE/RS)
 Custo total do transporte (porta-a-porta)	R\$ 6.000,00	R\$ 3.300,00	R\$ 3.350,00
 Tempo total de viagem (porta-a-porta)	4 dias e 14 horas	6 dias e 22 horas	7 dias e 2 horas

A área de mercado da empresa **não abrange** o estado da **Bahia (BA)**

A duração da viagem rodoviária está **menor** do que o praticado pelos transportadores

As durações das viagens marítimas estão **menores** do que o praticado pelos transportadores



A empresa **não possui** clientes no estado da **Bahia (BA)**

A duração da viagem rodoviária está **maior** do que o praticado pelos transportadores

As durações das viagens marítimas estão **maiores** do que o praticado pelos transportadores



A empresa pode utilizar **outras alternativas de transporte** que não foram consideradas no cenário

Não tenho informações sobre as características do modo rodoviário para este destino

Não tenho informações sobre as características do modo marítimo de cabotagem para este destino



O custo da alternativa rodoviária está **abaixo** da realidade de mercado

Os custos das alternativas marítimas estão **abaixo** da realidade de mercado



O custo da alternativa rodoviária está **acima** da realidade de mercado

Os custos das alternativas marítimas estão **acima** da realidade de mercado



Outro



Preferências no transporte interestadual de cargas

Percepções sobre o transporte marítimo de cabotagem

Nas questões seguintes, manifeste sua **concordância** ou **discordância** com o **conteúdo da afirmação**, movendo a barra deslizante para o lado esquerdo (discordo totalmente) ou direito (concordo plenamente). A escala varia de 1 a 5.

18. "O envio por cabotagem demandaria ajustes e adaptações na cadeia logística a que nossos clientes não estariam preparados ou não aceitariam tão facilmente."

(1) Discordo totalmente Concordo plenamente (5)

19. "Burocracias nos portos e necessidade de contato e envolvimento de diversos agentes intermediários afasta a empresa de cogitar adotar a cabotagem."

(1) Discordo totalmente Concordo plenamente (5)

20. "Não comercializamos o suficiente para obter vantagens com a cabotagem, e a quantidade enviada não nos proporcionaria o mesmo poder de negociação que temos junto a transportadores rodoviários."

(1) Discordo totalmente Concordo plenamente (5)

21. "Menos caminhões nas estradas e redução da emissão de poluentes atmosféricos são vantagens ambientais da cabotagem que podem impactar positivamente a imagem da empresa junto a clientes, consumidores finais e sociedade."

(1) Discordo totalmente Concordo plenamente (5)



Preferências no transporte interestadual de cargas

Informações logísticas da empresa

22.

Indique as faixas de valores de **peso (t)** e **volume (m³)** que melhor caracterizam o **lote médio** enviado pela empresa a seus principais clientes.

Recorde-se de que **lote médio** é a quantidade de mercadorias mais comumente comercializada pela empresa, é enviado para um único cliente e gera um único conhecimento de transporte.



Peso (t)

Volume (m³)

Selecione:





Preferências no transporte interestadual de cargas

Informações logísticas da empresa

61.

Qual é o **valor agregado médio** do produto líder de vendas da empresa? (em R\$/tonelada)



Valor agregado médio (R\$/t)

Selecione:



62. Quantos lotes a empresa envia por semana, em média?

Lotes enviados/semana

Selecione:



63. Localização da empresa (caso haja mais de uma unidade, considere a localização da unidade pela qual você é responsável):

64. A empresa comercializa ou distribui produtos em outros estados brasileiros?

Sim

Não



Preferências no transporte interestadual de cargas

Informações logísticas de empresa

65.

Do total comercializado pela empresa, quanto os envios para outros estados brasileiros representam, em média, no volume de vendas? (em %)

Vendas para outros estados

Selecione:



66. Além do Rio Grande do Sul (RS), quais são os estados em que a empresa mais comercializa?

1º lugar

2º lugar

3º lugar

Classifique:



67. Qual é o estado mais distante em que a empresa comercializa?

Estado mais distante

Selecione:



68. A empresa alguma vez recebeu oferta ou proposta por serviço de transporte marítimo de cabotagem?

Sim

Não

69. A empresa utiliza serviços de transporte marítimo de cabotagem?

Sim

Não



Preferências no transporte interestadual de cargas

Informações logísticas da empresa

70. Quanto a **cabotagem** representa na **distribuição modal** da empresa no envio de lotes para **outros estados brasileiros**? (em % de volume de vendas)

Porcentagem de envios por cabotagem

Selecione



71.

Em qual dos seguintes estados a empresa mais comercializou no último ano?

- Amazonas (AM)
- Bahia (BA)
- Ceará (CE)
- Espírito Santo (ES)
- Pará (PA)
- Pernambuco (PE)
- Rio de Janeiro (RJ)
- Não comercializamos em nenhum dos estados acima



Preferências no transporte interestadual de cargas

Pesquisa de preferência revelada

122.

Com relação à venda mais recente da empresa a cliente do estado de Pernambuco (PE), quais eram os **modos de transporte disponíveis** para envio do lote? (É possível selecionar mais de uma opção).

- Rodoviário
- Ferroviário
- Marítimo de cabotagem
- Outro

123. Com relação à venda mais recente a cliente do estado de Pernambuco (PE), a empresa **cogitou** enviar o lote pelo modo marítimo de **cabotagem**?

- Sim
- Não

124.

Com relação à venda mais recente da empresa a cliente do estado de Pernambuco (PE), por qual modo de transporte o lote foi enviado?

- Rodoviário
- Ferroviário
- Marítimo de cabotagem
- Outro



Preferências no transporte interestadual de cargas

Pesquisa de preferência revelada

125.

Com relação à venda mais recente da empresa a cliente do estado de Pernambuco (PE), indique as faixas de valores aproximados correspondentes ao **valor total pago pelo transporte e o tempo em trânsito total dos produtos:**

	Custo total do transporte (porta-a-porta)	Tempo total de viagem (porta-a-porta)
Especifique:	<input type="text"/>	<input type="text"/>

126.

Ainda com relação à venda mais recente da empresa a cliente do estado da Bahia (BA), qual dos seguintes veículos foi **necessário para transportar o lote enviado?**

- Caminhão 3/4 ou VUC (Veículo Urbano de Carga) Caminhão truck Veículo de maior capacidade ou mais de um veículo



Capacidade: **3 t e 30 m³**

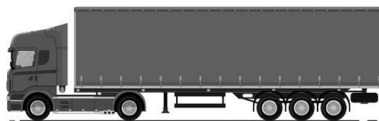


Capacidade: **14 t e 60 m³**

- Caminhão toco Carreta semirreboque de 3 eixos



Capacidade: **6 t e 45 m³**



Capacidade: **42 t e 100 m³**



Preferências no transporte interestadual de cargas

Pesquisa de preferência revelada

127.

A tabela a seguir apresenta **valores atuais** das características do serviço de transporte marítimo de cabotagem.

PESt	CABOTAGEM (ITAJAÍ/SC)	CABOTAGEM (RIO GRANDE/RS)
Custo total do transporte (porta-a-porta)	R\$ 3.400,00	R\$ 3.450,00
Tempo total de viagem (porta-a-porta)	9 dias e 12 horas	7 dias e 12 horas
Disponibilidade de embarque (frequência)	A cada 5 dias	A cada 7 dias

Considerando as características da tabela e comparando-as com as do serviço de transporte pelo qual a empresa **efetivamente enviou seus produtos** na venda mais recente a cliente do estado de Pernambuco (PE), indique, movendo a barra deslizante para o lado esquerdo (pouco provável) ou direito (muito provável), **qual a probabilidade de escolher a cabotagem** como modo de transporte de um próximo envio de um lote de **5 toneladas** para este estado. A escala varia de 1 a 5.

Probabilidade de envio por transporte marítimo de cabotagem

(1) Pouco provável Muito provável (5)