

**ESCOLHA MODAL NO TRANSPORTE DE CARGAS: A CABOTAGEM COMO ALTERNATIVA
PARA EMBARCADORES DO RIO GRANDE DO SUL**

***MODAL CHOICE IN FREIGHT TRANSPORTATION: CABOTAGE AS ALTERNATIVE FOR
SOUTHERN BRAZILIAN SHIPPERS***

***ELECCIÓN MODAL EN EL TRANSPORTE DE CARGAS: EL CABOTAJE COMO ALTERNATIVA
PARA EMBARCADORES DEL SUR DE BRAZIL***

Luís Eduardo Bender

Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Técnico em Regulação na Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ)

Endereço: UREPL/ANTAQ, Rua Sete de Setembro, 586, sala 1202, Centro Histórico, CEP: 90010-190.

Porto Alegre, RS, Brasil

Telefone: (51) 2117-8450

E-mail: luis.bender@antaq.gov.br

Ana Margarita Larranaga Uriarte

Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Professora na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Endereço: DEPROT/PPGEP/UFRGS, Av. Osvaldo Aranha, 99, 5º andar, Bom Fim, CEP: 90035-190.

Porto Alegre, RS, Brasil

Telefone: (51) 3308-3491

E-mail: analarra@producao.ufrgs.br

Rodrigo Javier Tapia

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Endereço: DEPROT/PPGEP/UFRGS, Av. Osvaldo Aranha, 99, 5º andar, Bom Fim, CEP: 90035-190.

Porto Alegre, RS, Brasil

Telefone: (51) 3308-3491

E-mail: rodrigo.tapia@ufrgs.br

Artigo recebido em 10/09/2020. Revisado por pares em 10/04/2021. Reformulado em 20/04/2021. Recomendado para publicação em 01/05/2021, por Ademar Dutra (Editor Científico). Publicado em 27/05/2021. Avaliado pelo Sistema *double blind review*.

©Copyright 2021 UNISUL-PPGA/Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios. Todos os direitos reservados. Permitida citação parcial, desde que identificada a fonte. Proibida a reprodução total. Revisão gramatical, ortográfica e ABNT de responsabilidade dos autores.

RESUMO

O objetivo deste estudo é analisar a escolha do modo de transporte por estabelecimentos industriais do Rio Grande do Sul (RS) entre alternativas rodoviárias e marítimas de cabotagem, no transporte de cargas destinadas a outros estados brasileiros. Modelos de escolha discreta foram estimados com dados obtidos de uma pesquisa de preferência declarada (PD). O modelo que apresentou melhor ajuste foi o logit hierárquico, incluindo correlação entre componentes não observáveis das utilidades da cabotagem. A inelasticidade dos embarcadores à troca modal aponta dificuldade de crescimento da cabotagem com redução do frete e melhora do nível de serviço marítimo.

Palavras-chave: Transporte de Cargas; Escolha Modal; Preferência Declarada; Modelo de Escolha Discreta; Navegação de Cabotagem.

ABSTRACT

This paper aims to identify Brazilian southern industrial producers' preferences for freight transport service attributes by analyzing and quantifying their mode choice on domestic shipments among road and maritime alternatives. Using stated preference (SP) data, discrete choice models were estimated with a behavioral approach based on the Random Utility Theory. The best model was the nested logit, including a correlation between the unobserved component of the utility of the cabotage alternatives. Shippers' inelasticity to modal shifts suggests that it is hard to achieve relevant modality shifts by reducing cabotage freight and improving the maritime service level.

Keywords: Freight Transportation; Modal Choice; Stated Preference; Discrete Choice Model; Cabotage Shipping.

RESUMEN

Este estudio analiza la elección modal de establecimientos industriales del sur de Brazil en el transporte doméstico de carga, entre transporte por carretera o navegación de cabotaje. Con datos de encuestas de preferéncia declarada (PD), han sido estimados modelos de elección discreta basados en la Teoría de la Utilidad Aleatoria. El mejor modelo estimado fue el logit jerárquico, incluyendo correlación entre componentes no observables de la utilidad de las alternativas de cabotaje. La inelasticidad de los cargadores al cambio modal apunta dificultad para el crecimiento del cabotaje con sólo reducción del flete y mejora del nivel del servicio marítimo.

Palabras-clave: Transporte de Cargas; Elección Modal; Preferéncia Declarada; Modelos de Elección Discreta; Navegación de Cabotaje.

1 INTRODUÇÃO

O fenômeno de globalização da economia tornou o transporte de cargas foco de políticas públicas e de empresas do setor produtivo, despertando 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, uma vez 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 e 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 modelos de escolha discreta.

A 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 no setor de transportes. Nesse sentido, técnicas de preferência declarada e de estimação de modelos discretos podem ser utilizadas para conhecer os fatores que influenciam na decisão de embarcadores entre modos de transporte disponíveis para envio de suas cargas, especial e oportunamente no contexto de expectativas e incertezas gerado por políticas públicas recentes no setor de transportes – Política Nacional de Pisos Mínimos do Transporte Rodoviário de Cargas (PNPM-TRC) e Programa de Incentivo à Cabotagem (BR do Mar) (ANTT, 2018; MINFRA, 2020).

A demanda por transporte de cargas é essencialmente determinada pela distribuição espacial das atividades econômicas de produção e consumo (IVANOVA, 2014). 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

Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios, Florianópolis, v.14, Edição Especial 1, 2021.

200 km a partir do litoral (IBGE, 2017a), o que poderia fazer da cabotagem uma alternativa eficiente para o transporte de cargas. A grande extensão litorânea e a concentração da atividade econômica próxima à costa favorecem, em teoria, 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 km de portos marítimos relevantes (LACERDA, 2004). Por outro lado, a dinâmica dos mercados consumidores e produtores brasileiros resulta num fluxo de cargas espacialmente desbalanceado. Os estados com maior produção industrial – São Paulo (SP), Minas Gerais (MG), Rio Grande do Sul (RS), Paraná (PR) e Santa Catarina (SC) – concentram 68,7% dos estabelecimentos industriais de transformação do Brasil (FIERGS, 2018), e são também os mais populosos, concentrando, conseqüentemente, os maiores mercados consumidores.

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 – a 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 interestadual de cargas. Em horizontes de curto e médio prazo, construção de infraestrutura ferroviária pode não ser uma alternativa viável na busca por equilíbrio da 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, pode representar uma alternativa viável para o transporte entre estados mais afastados, contribuindo para a redução de custos logísticos e de externalidades negativas, como emissão de poluentes atmosféricos e acidentes envolvendo caminhões nas estradas (RODRIGUES, 2009).

Centrado na temática de modelagem da demanda por transporte de cargas, o objetivo deste estudo é analisar a escolha do modo de transporte realizada por embarcadores do setor industrial de transformação do estado do Rio Grande do Sul no envio de cargas containerizáveis para demais estados brasileiros, por meio da coleta de dados com pesquisa de preferência declarada e da estimação de modelos de escolha discreta.

2 O SERVIÇO DE TRANSPORTE MARÍTIMO DE CABOTAGEM NO RIO GRANDE DO SUL

As atividades econômicas desenvolvidas no RS são bastante diversificadas, destacando-se a agropecuária e a indústria de transformação. O Produto Interno Bruto (PIB) posiciona o estado como a 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).

Setorizada em indústria extrativa, indústria de transformação e indústria da construção civil, a atividade industrial do RS representa 6,6% do PIB da indústria brasileira e 23% do PIB total do estado. Os segmentos de maior destaque são construção civil, metalmeccânico, alimentos, couro e calçados e móveis, que juntos representam 56% do total de estabelecimentos industriais do estado. O setor de transformação representa 72,1% do Valor Adicionado Bruto (VAB) industrial do RS, valor acima da média nacional de 50,5%. Estão instalados no RS mais de 33 mil estabelecimentos industriais de transformação, número inferior somente ao dos estados de São Paulo e Minas Gerais (FIERGS, 2018; RIO GRANDE DO SUL, 2019).

Segundo Campos Neto e Santos (2005), os segmentos do setor industrial de transformação de produtos químicos, alimentos, bebidas, veículos automotores, máquinas e equipamentos, equipamentos de informática e eletrônicos, metalurgia e borracha e plástico representam aproximadamente 60% das cargas potencialmente transportáveis pelo modo marítimo de cabotagem. Atualmente, 3 armadores ofertam o serviço de transporte marítimo doméstico de contêineres no RS: Aliança Navegação e Logística Ltda., Log-In Logística Intermodal S.A. e Mercosul Line Navegação e Logística Ltda.

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 1 terminal portuário de contêineres 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 (IBB), Itajaí (ITJ), Navegantes (NVT) e Itapoá (IOA) – 3 terminais a mais em um litoral 200 km menos extenso. O quadro 1 apresenta os itinerários e o tempo em trânsito porto-a-porto, em dias, das linhas de cabotagem de contêineres que escalam os terminais do RS e de SC.

Quadro 1 - Itinerários e tempo em trânsito (em dias) 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	ITJ	SSZ	SUA	PEC	SSA	SSZ	ITJ	BUE	RIG			
				2	4	7	10	13	16	17	24	26			
Mercosul	Plata	Sáb.*	RIG	ITJ	SSZ	SUA	PEC	SSA	SSZ	ITJ	BUE	MVD	RIG		
				2	4	7	10	13	16	17	24	26	28		
Log-In	Atlântico Sul	Dom.	ITJ	SSZ	SUA	PEC	SSA	SSZ	ITJ	BUE	RIG	ITJ			
				2	5	8	11	14	15	22	24	26			
Mercosul	Plata	Seg.*	ITJ	SSZ	SUA	PEC	SSA	SSZ	ITJ	BUE	MVD	RIG	ITJ		
				2	5	8	11	14	15	22	24	26	28		
Aliança	Anel 2	Ter.	IBB	SSZ	SSA	SUA	PEC	SSZ	RIG	IBB					
				1	4	6	9	15	18	20					
Log-In	Amazonas	Qui.	ITJ	PNG	IGI	SUA	PEC	MAO	SUA	SSZ	ITJ				
				1	3	6	8	12	18	22	24				
Mercosul	Braco	Qui.	ITJ	PNG	IGI	SUA	PEC	MAO	SUA	SSZ	ITJ				
				1	3	6	8	12	18	22	24				
Aliança	Anel 1	Sáb.	IOA	SSZ	IGI	SSA	SUA	PEC	MAO	PEC	SUA	SSA	IGI	SSZ	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) e Mercosul (2020a).

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 (porto-a-porto) é de, respectivamente, 9, 7, 19 e 22 dias. Para os terminais de SC, o tempo em trânsito para esses destinos é, em média, de 2 dias a menos do que para Rio Grande. A sequência de portos escalados na rota sul-norte não é a mesma da rota norte-sul, não sendo possível estabelecer uma relação linear para a 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 origem-destino (OD).

Geograficamente, alguns municípios da metade norte do RS estão localizados mais próximos dos terminais catarinenses do que de Rio Grande. 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, as cidades mais industrializadas 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.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 PLANEJAMENTO E ELABORAÇÃO DO PROJETO EXPERIMENTAL

A divisão modal em nível desagregado é modelada a partir da teoria de escolha discreta, e os dados necessários para a estimação de modelos de escolha modal são obtidos por meio de pesquisas de preferência declarada (PD). A realização da pesquisa PD requer planejamento prévio para que as informações obtidas sejam assertivas, possibilitando que a hipótese em estudo seja testada estatisticamente e que sejam feitas inferências adequadas a partir do modelo estimado.

3.1.1 Cenário estudado e contexto da escolha modal

Para descrever adequadamente o comportamento de embarcadores de cargas, modelos de escolha modal devem ser representativos das características do mercado de transporte da região em estudo. 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 decisão pelo modo de envio são alguns fatores fundamentais a serem considerados (BEN-AKIVA *et al.*, 2013).

O decisor da escolha do modo foi definido como embarcador-produtor: estabelecimentos industriais do estado do RS produtores de cargas containerizáveis, com atividade econômica preponderante enquadrada na seção C – indústrias de transformação – da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) (IBGE, 2019). A definição do decisor conduziu 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.

O contexto da escolha consiste em decisores escolhendo uma dentre um conjunto finito de alternativas de transporte. As alternativas devem ser mutuamente exclusivas – a escolha de uma alternativa impossibilita a escolha das demais – e o conjunto de alternativas deve ser exaustivo – todas as alternativas possíveis para o transporte de carga entre pares origem-destino (OD) da região em estudo devem ser consideradas (BEN-AKIVA; LERMAN, 1985). Para a caracterização do contexto, foi estabelecida uma situação hipotética de comercialização de um lote do produto líder de vendas ao principal cliente da empresa, a ser enviado a uma nova unidade recentemente inaugurada em outro estado brasileiro.

Foram consideradas no estudo 3 alternativas de transporte, a partir das condições geográficas e da infraestrutura de transporte disponível: (i) rodoviária; (ii) marítima de cabotagem com porto de embarque em Itajaí (SC) e (iii) marítima de cabotagem com porto de embarque em Rio Grande (RS). As 3 alternativas foram definidas com serviço de coleta e entrega porta-a-porta e negociação e contratação junto a um único transportador. As alternativas multimodais marítimas de cabotagem são complementadas pelo modo rodoviário, desde a coleta no embarcador até porto de origem e do porto de destino até à entrega ao destinatário, diferenciando-se apenas quanto ao porto de embarque: Rio Grande (RS) ou Itajaí (SC).

Itajaí foi definida como localização do porto de origem catarinense pois o Complexo Portuário de Itajaí e Navegantes, no rio Itajaí-açu, abriga 2 dos 4 terminais de contêineres de SC: terminal arrendado – no interior da poligonal do Porto Organizado de Itajaí – 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 (em Imbituba, ao sul, e em Itapoá, ao norte), podendo representar valores médios de frete e tempo em trânsito

do trecho rodoviário de envios originados no RS e destinados a qualquer dos 4 terminais de SC.

A diferença entre os portos de embarque das alternativas multimodais não deve ser interpretada como uma escolha conjunta de modo e porto ou modo e rota, mesmo porque atributos de utilidade de rota e serviço portuário não compõem o contexto da escolha. Como os armadores oferecem os serviços de cabotagem na modalidade porta-a-porta, o que dispensa o embarcador da contratação de serviços portuários, foi considerado que o decisor não necessitaria avaliar na escolha atributos relativos a serviços de movimentação e armazenamento de cargas prestados pelos terminais portuários. Contudo, as diferenças entre os portos estão implícitas em termos de custo e duração do transporte – tanto do trecho rodoviário quanto do marítimo – e na frequência com que o serviço de cada alternativa está disponível para o embarcador. Na prática, é bastante provável que a carga alocada na alternativa com embarque no porto do Rio Grande seja transportada no mesmo navio em que seria caso o embarque ocorresse em Itajaí (e vice-versa).

Nem todos os possíveis pares origem-destino (OD) de uma matriz de transporte apresentam fluxo de cargas. Por isso, para a definição dos destinos, foi adotado o conceito de produtor-consumidor (PC) ao invés de origem-destino (OD). O processo de geração de viagens de carga depende de relações comerciais entre mercados produtores (embarcadores) e consumidores (destinatários), e é fortemente relacionado à distribuição desses mercados no espaço geográfico (TAVASSZY; DE JONG, 2014). A localização dos consumidores foi definida considerando a premissa de incluir destinos em que a cabotagem fosse competitiva frente ao modo rodoviário. Para isso, foi computado o custo generalizado (DE JONG, 2014) das alternativas rodoviária e marítimas de cabotagem desde o RS até capitais costeiras de 8 estados com maior PIB (IBGE, 2017b), excluindo os estados da região Sul.

O cálculo considerou somente características observáveis em escala real (custo do transporte e tempo em trânsito), que são também as únicas que variam em função da distância. Como resultado, Rio de Janeiro (RJ), Salvador (BA) e Fortaleza (CE) foram definidas como destinos – capitais de estados que ocupam a 6ª, a 8ª e a 9ª posição entre os estados brasileiros com maior número de estabelecimentos industriais de transformação (FIERGS, 2018). Para os destinos do trecho marítimo das alternativas multimodais, foram definidos os

Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios, Florianópolis, v.14, Edição Especial 1, 2021.





portos de Itaguaí (RJ), Salvador (BA) e Pecém (CE). A importância econômica dos 3 estados reflete na relevância dos portos adotados: os terminais do CE, BA e RJ são, nessa ordem, o 3º, o 7º e o 8º que mais movimentam contêineres na navegação de cabotagem em 2019 (ANTAQ, 2020).

Para delimitar o número de lotes e compatibilizá-los com especificidades das alternativas de transporte (caminhões e contêineres), a quantidade de produto adquirida pelo cliente foi pré-definida: 5, 10 ou 20 toneladas. A quantidade de produto do lote foi atribuída a cada empresa a partir da indicação do veículo rodoviário necessário para transportar o lote mais comumente enviado, conforme pergunta ilustrada na figura 1. O tamanho do lote e o destino do envio eram os mesmos para 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*).

Figura 1 - 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)

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**

Fonte: Elaborada pelos autores.

3.1.2 Atributos e níveis

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. Como variáveis explicativas observáveis da utilidade de cada alternativa de transporte, foram adotados os 5 atributos listados no quadro 3.

Quadro 2 - Atributos presentes na literatura

Atributo \ Estudo	Frete/custo	Tempo em trânsito	Frequência/headway	Confiabilidade	Atraso	Pontualidade	Segurança	Flexibilidade	Danos e perdas	Qualidade/serviço	Emissões	Rastreabilidade
Tapia <i>et al.</i> , 2019	X	X	X	X					X			
Da Silva <i>et al.</i> , 2018	X	X		X			X	X				
Vega <i>et al.</i> , 2018	X	X	X		X							
Catela e Seabra, 2017	X	X	X	X								
Kim <i>et al.</i> , 2017	X	X	X	X								
Larranaga <i>et al.</i> , 2017	X	X			X	X						
Román <i>et al.</i> , 2017	X	X	X		X							
Nugroho <i>et al.</i> , 2016	X	X		X							X	
Arencibia <i>et al.</i> , 2015	X	X	X			X						
Brooks <i>et al.</i> , 2012	X	X				X						
Arunotayanun e Polak, 2011	X	X						X		X		
Feo <i>et al.</i> , 2011	X	X	X	X								X
Feo-Valero <i>et al.</i> , 2011	X	X	X	X								
Puckett <i>et al.</i> , 2011	X		X							X		
Novaes <i>et al.</i> , 2006	X	X	X	X			X					
García-Menéndez <i>et al.</i> , 2004	X	X	X		X				X		X	
Stanton <i>et al.</i> , 2003	X		X			X	X					X
Total	17	15	12	8	4	4	3	2	2	2	2	1

Fonte: Elaborado pelos autores.

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

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

Fonte: Elaborado pelos autores.

Frete e *Tempo* 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 com que o envio por determinada alternativa está disponível. *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-destinatário de receber a carga em uma janela temporal aceitável. Já o segundo refere-se a prejuízos percebidos pela

Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios, Florianópolis, v.14, Edição Especial 1, 2021.

demora demasiada em receber a carga. 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 nível atual do *Frete* rodoviário foi definido como o valor vigente (em novembro de 2019) da Política Nacional de Pisos Mínimos do Transporte Rodoviário de Cargas (PNPM-TRC) – Resolução nº 5.849-ANTT (ANTT, 2018). Como a PNPM-TRC estabelece fretes mínimos em função do número de eixos carregados, o nível atual do *Frete* rodoviário para os lotes de 5, 10 e 20 toneladas foi calculado, respectivamente, a partir do valor tabelado para veículos de 2 (toco), 3 (*truck*) e 6 eixos (carreta semirreboque de 3 eixos em conjunto com um cavalo mecânico com 3 eixos), acrescido do somatório de tarifas de pedágios existentes na rota PC. Para o *Tempo* em trânsito do modo rodoviário, foi adotado nível atual correspondendo 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). O *Headway* da alternativa unimodal rodoviária foi definido com nível fixo unitário, representando embarques disponíveis diariamente.

O valor atual do *Frete* marítimo foi definido a partir de valores simulados na página *World Freight Rates* (2019). Para os lotes de 5, 10 e 20 toneladas, o *Frete* foi estipulado, respectivamente, como equivalente a 50%, 75% e 100% do valor do frete de um contêiner de 40 pés (FEU). Já a parcela do *Frete* multimodal do trecho rodoviário foi calculada 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) para os lotes de 5, 10 e 20 toneladas, respectivamente, acrescida da soma das tarifas de pedágios existentes na rota. 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 (-12 h) e baixo (-24 h) 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, também consultado nas programações de navios dos armadores, foi igualmente fixado como nível alto do atributo, sendo descontados desse valor 1 e 2 dias para os níveis médio e baixo.

Frete, Tempo e Headway marítimos tiveram valores atualmente praticados no mercado fixados como nível alto do projeto de experimentos, pois, dada a menor participação da cabotagem de contêineres na distribuição modal do transporte de cargas industrializadas no Brasil, não faria sentido prático avaliar os atributos do serviço em níveis piores do que os atuais. Além disso, a definição dos valores e níveis dos atributos levou em conta possíveis impactos positivos do Programa de Incentivo à Cabotagem (BR do Mar), que objetiva aumentar a oferta, incentivar a concorrência, criar novas rotas e reduzir custos, tendo como resultado esperado o aumento do volume de contêineres transportados e da capacidade da frota marítima dedicada à navegação de cabotagem (MINFRA, 2020).

Para os atributos referentes a confiabilidade – *Pontualidade e Atraso* – não foram encontrados dados estatísticos sobre 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* superiores ao rodoviário, e rodoviário com níveis de *Atraso* inferiores à cabotagem. Com exceção do *Headway* rodoviário, os cinco atributos selecionados foram definidos com 3 níveis cada um, possibilitando analisar a não linearidade dos atributos. Esses níveis corresponderam a valores atual, maior (nível alto) e menor (nível baixo). Os quadros 4 e 5 sintetizam as informações sobre atributos e seus níveis.

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 pelos autores.

Quadro 5 - Níveis dos atributos adotados no estudo

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

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.1.3 Desenho eficiente

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 ser obtidas tantas situações de escolha quantas forem as combinações possíveis (projeto fatorial completo). Neste caso, um projeto fatorial completo para 5 atributos com 3 níveis cada resultaria em 3^5 (243) situações de escolha a serem respondidas pelo decisor, absolutamente impraticável numa pesquisa com empresas. 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 foi elaborado para cada grupo (12 situações de escolha por grupo). Os grupos foram definidos de acordo com o destino (RJ, BA ou CE) e o 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.

A geração de desenhos eficientes demanda informações prévias sobre preferências de embarcadores, em termos de valores iniciais dos parâmetros a serem estimados (BROOKS *et al.*, 2012). Para isso, foram utilizados os valores iniciais de estudo anterior realizado na mesma área geográfica (LARRANAGA *et al.*, 2017), prática comum em estudos do tipo.

3.2 COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada por meio de questionário eletrônico implementado na plataforma de pesquisas *online Survey Monkey* (2019). Além da pesquisa de preferência declarada (PD), foram obtidas informações logísticas das empresas respondentes: localização, massa e volume do lote médio, valor agregado médio do produto líder de vendas, quantidade de lotes enviada semanalmente, comercialização em outros estados do país e utilização da cabotagem.

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 na metade norte do RS, previamente contatados 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 definida 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 do norte do estado.






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. No mesmo sentido, segundo Ivanova (2014), o fluxo comercial entre regiões é função do tamanho dos parceiros comerciais e da proximidade entre si. 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 (conhecido previamente ao envio do



questionário), maior a propensão de realizar trocas comerciais para regiões mais distantes. A figura 2 ilustra a interface da parte da pesquisa PD do questionário que apresentava ao respondente uma situação de escolha hipotética.



Figura 2 - 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 pelos autores.

3.3 ESTIMAÇÃO DOS MODELOS DE ESCOLHA DISCRETA

3.3.1 Especificação dos modelos

Os dados coletados por meio da pesquisa PD foram utilizados para estimar modelos de escolha modal dos embarcadores do RS. Os modelos de escolha discreta são probabilísticos, baseados em teorias comportamentais e métodos matemáticos para explicar o processo decisório. Suas bases teóricas 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 (BEN-AKIVA; LERMAN, 1985; IVANOVA, 2014).

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 aquilo que deseja otimizar – neste caso, o serviço de transporte contratado para envio de seus

produtos. A utilidade de uma alternativa i para um decisor n é representada em 2 parcelas aditivas: utilidade sistemática, associada às variáveis explicativas observáveis, e o termo do erro, que representa a aleatoriedade da utilidade (BEN-AKIVA; LERMAN, 1985):

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

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

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 ;

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 maximização da verossimilhança foi adotada para estimar os valores dos parâmetros da utilidade sistemática. O objetivo do procedimento é, a partir das observações de uma amostra, encontrar os valores dos parâmetros desconhecidos que maximizem a verossimilhança. Encontrados os valores dos parâmetros, testes de hipóteses são aplicados para verificar se os valores 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, devem fazer parte do modelo de escolha (BEN-AKIVA; LERMAN, 1985).

Inicialmente, foram estimados modelos *multinomial logit* (MNL), mais simples e popular modelo de escolha discreta, baseado na hipótese de que os termos aleatórios das utilidades são independentemente e identicamente distribuídos (IID) segundo a distribuição de Gumbel ou Valor Extremo tipo 1 (EV1) (BEN-AKIVA; LERMAN, 1985; ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011). A probabilidade de escolha de uma alternativa i pelo modelo MNL é:

$$P_n(i) = \frac{e^{V_{in}}}{\sum_{j \in C_n} e^{V_{jn}}} \quad (3)$$

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. Quando alternativas apresentam alguma correlação entre si, a distribuição IID dos termos do erro assumida para o modelo MNL resulta em inconsistências. Para testar a independência entre as alternativas modais apresentadas, foram estimados também modelos logit hierárquicos – *nested logit* (NL) –, que pertencem à família de modelos de valor extremo generalizado – *generalized extreme value* (GEV). A principal característica dos modelos GEV é a correlação da utilidade não observada de alternativas, ou seja, alternativas que não são independentes entre si podem ser agrupadas em função de alguma similaridade que compartilham (BEN-AKIVA; LERMAN, 1985; TRAIN, 2002; ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011).

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):

$$P_n(i, m) = P_n(i|M_q) \cdot P_n(M_q) = \frac{e^{\beta \cdot (v_i + V_i^*)} \cdot e^{\lambda \cdot v_{im}}}{\sum_{j \in M_q} e^{\beta \cdot (v_j + V_j^*)} \cdot \sum_{q=1}^Q e^{\lambda \cdot v_{jq}}} \quad (4)$$

$$V_q = \phi_q \cdot V_q^* \quad (5) \quad V_q^* = \ln \sum_{j \in Q} e^{(v_j / \phi_q)} \quad (6) \quad \phi = \frac{\beta}{\lambda} \quad (7)$$

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 ;

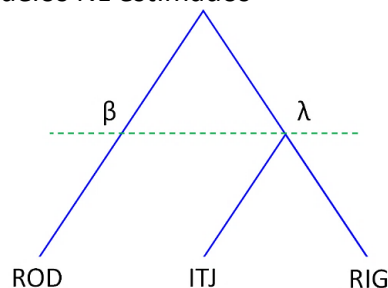
V_m^* : utilidade máxima esperada das alternativas j contidas no ninho m ;

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 ($\beta = 1$). 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 (BEN-AKIVA; LERMAN, 1985; ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011). Foram estimados modelos com as alternativas ITJ e RIG aninhadas, o que supõe atributos não observáveis relacionados ao transporte marítimo de cabotagem explicando a escolha, configuração ilustrada na figura 3.

Figura 3 - Configuração dos modelos NL estimados



Fonte: Elaborada pelos autores.

3.3.2 Procedimentos de modelagem

A estimação dos modelos 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, tanto nos modelos MNL como nos NL.

A significância estatística das variáveis supostas como explicativas da escolha de modo foi verificada 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*.

A definição do modelo adotado para estimativas de indicadores de demanda pelo transporte de cargas 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.

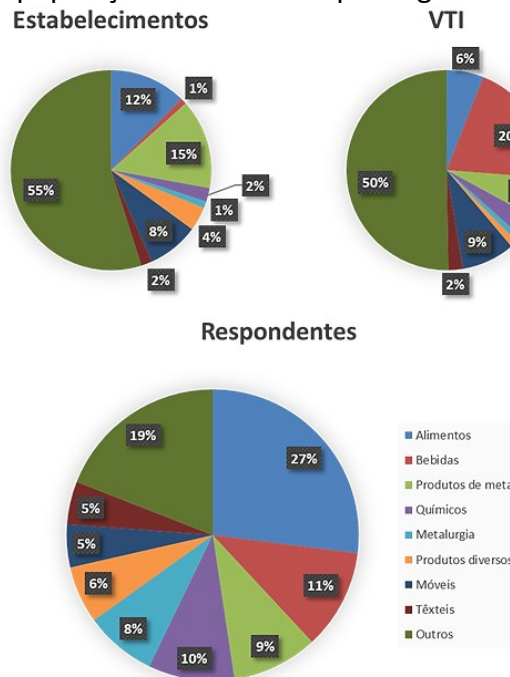
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Ao final da etapa de coleta de dados, foram contabilizadas 63 respostas ao questionário. O tamanho da amostra obtida é consistente com outras aplicações de pesquisas PD no transporte de cargas encontrados na literatura, tipicamente menores que estudos com passageiros (TAPIA *et al.*, 2019). 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).

A figura 4 apresenta distribuições da população com relação aos segmentos da indústria de transformação e ao valor da transformação industrial (VTI), caracterizando a amostra obtida quanto à relevância econômica que as respostas ao questionário representam. 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 resultam da grande diversificação encontrada neste setor da indústria (RIO GRANDE DO SUL, 2019).

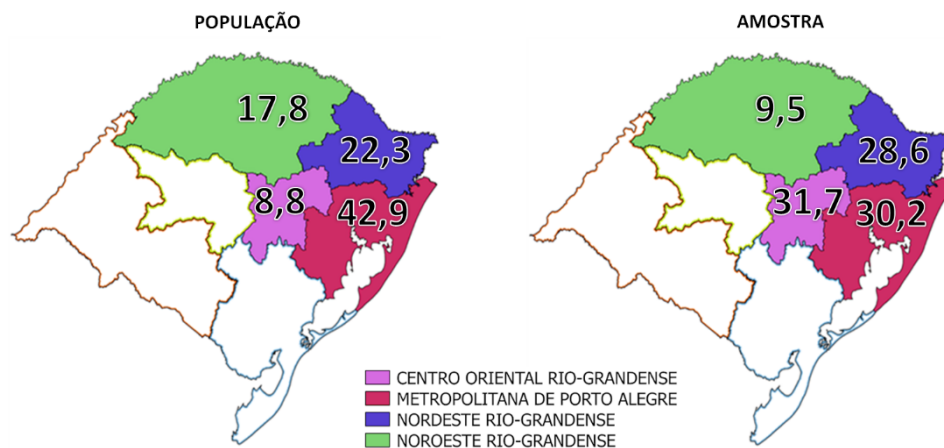
Figura 3 - Distribuições da população e da amostra por segmentos industriais



Fonte: Adaptado de FIERGS (2018).

As 63 empresas que responderam ao questionário estão localizadas em 34 diferentes municípios do RS. A figura 3 caracteriza espacialmente a amostra, com relação às microrregiões geográficas do estado em que os respondentes estão localizados.

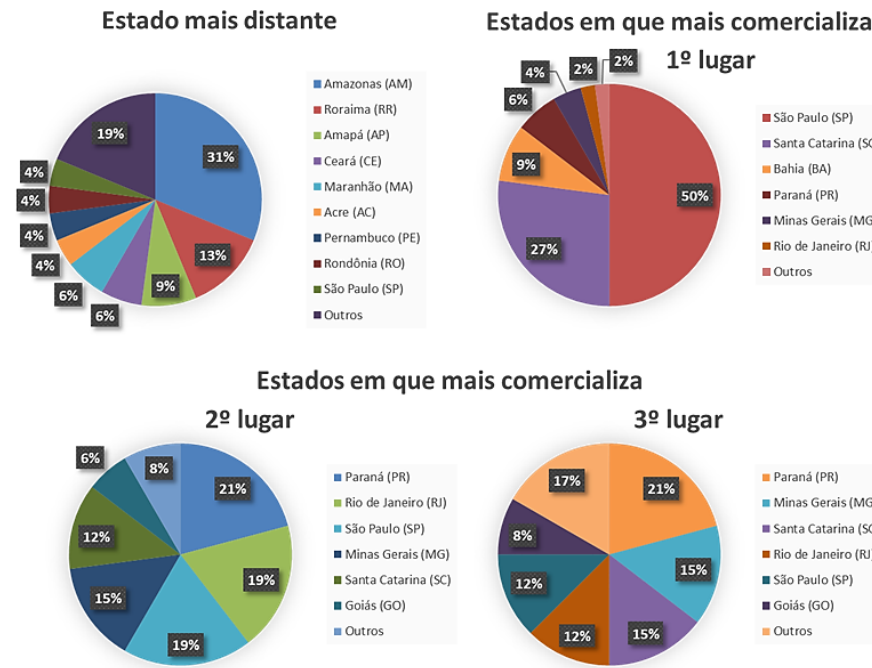
Figura 4 - Distribuição de estabelecimentos industriais de transformação nas mesorregiões da metade norte do RS e distribuição das respostas obtidas (em %)



Fonte: Adaptado de FIERGS (2018) e IBGE (2020).

A figura 4 caracteriza a amostra com relação ao fluxo de cargas – estados em que os estabelecimentos industriais mais comercializam e estado mais distante para onde enviam seus produtos. Dentre os destinos mais frequentes, predominam estados das regiões Sul e Sudeste.

Figura 5 - Caracterização da amostra com relação aos destinos de envios de carga



Fonte: Elaborada pelos autores.

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.

4.2 MODELOS ESTIMADOS

A tabela 1 apresenta os melhores modelos MNL e NL estimados. Os valores entre parênteses correspondem ao estatístico *t*. 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 e 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 do serviço de transporte.

Tabela 1 - Melhores modelos estimados

Modelo	<i>Multinomial Logit – MNL</i>	<i>Nested Logit – NL</i>
Observações	744	744
Respondentes	62	62
Variável	Coeficiente (est. t)	Coeficiente (est. t)
<i>cte_ROD</i>	1,500 (1,80)*	-
<i>cte_ITJ</i>	-	-0,4650 (-2,72)
<i>cte_RIG</i>	2,9300 (0,93)	-0,4370 (-2,48)
<i>Frete</i> (100 R\$)	-0,0361 (-4,96)	-0,0114 (-4,15)
<i>Frete_ROD</i> (100 R\$)	-0,0194 (-6,38)	-
<i>Tempo</i> (h)	-0,0117 (-4,78)	-0,0019 (-2,62)
<i>Headway</i> (dias)	-0,2830 (-4,48)	-0,0278 (-2,83)
<i>Pontual</i> (%)	-	0,6170 (3,07)
<i>Pontual_ITJ</i> (%)	3,0800 (1,62)*	-
<i>Atraso</i> (%)	-5,8600 (-3,43)	-1,1000 (-2,95)
<i>Atraso_ROD</i> (%)	-	-9,2200 (-1,97)
Lambda	-	14,4000 (3,19)
Log verossimilhança	-729,7863	-703,8976
ρ^2 ajustado	0,0974	0,1280

*Nível de significância: 90%

Fonte: Elaborada pelos autores.

As variáveis *Frete*, *Tempo*, *Headway* e *Atraso* foram significativamente diferentes de zero (95% de nível de confiança) nos modelos estimados, estando de acordo com resultados de outros estudos na literatura que incluíram 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). A variável *Pontualidade* foi significativamente diferente de zero (95% de nível de confiança) no modelo NL apenas.

As variáveis de alternativas específicas presentes nos modelos estimados indicam que aumento no valor do frete rodoviário é percebido com menor impacto pelos embarcadores do que aumento no frete marítimo. Por outro lado, atraso superior a 2 dias impacta muito mais negativamente a percepção do serviço de transporte rodoviário do que o marítimo de cabotagem. Ou seja, esses resultados revelam que os embarcadores depositam expectativa de menor custo de transporte pelo modo marítimo de cabotagem, em troca de uma predisposição a possíveis atrasos na entrega da carga, enquanto que para o modo rodoviário a expectativa é depositada no cumprimento do prazo da entrega, com uma predisposição a pagar mais pelo serviço de transporte por caminhão.

Apenas o modelo hierárquico (NL) apresentou constantes com sinais e valores de acordo com o esperado (constantes das alternativas multimodais menores do que a rodoviária). Significa que o modelo prediz, com 95% de confiança, que o valor da constante ROD é maior do que o das constantes multimodais (ITJ de RIG), indicando consistência com a realidade do mercado de transporte de cargas do estado do RS, em que o modo rodoviário representa 90% da distribuição modal (RIO GRANDE DO SUL, 2019) – o valor maior da constante indica que, em situação *ceteris paribus*, quando todas as variáveis do modelo possuírem o mesmo valor, a maior probabilidade de escolha seria do modo rodoviário.

Para o modelo NL, o teste de hipótese de 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 λ implica um valor menor que 1 para o parâmetro estrutural \emptyset , 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.

Além da consistência dos sinais das constantes, o modelo hierárquico, NL, é o que apresenta melhor ajuste às observações (maior verossimilhança, maior ρ^2 ajustado e todos os parâmetros significativos e com sinais consistentes), razão pela qual foi adotado para aplicações apresentadas na sequência. O modelo NL adotado apresenta as alternativas multimodais marítimas de cabotagem aninhadas, o que indica que compartilham atributos não observáveis que não foram especificados na utilidade do modelo. O cálculo do valor do tempo para o modelo NL resultou em R\$ 1,47/t.h, indicando que os embarcadores estariam dispostos a pagar R\$ 1,47 para redução de 1 hora no tempo em trânsito para cada tonelada de carga transportada. O valor do tempo calculado é próximo do obtido por Larranaga *et al.* (2017), de R\$ 1,09/t.h.

4.3 APLICAÇÕES DO MODELO ADOTADO

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 são apresentadas na tabela 2.

Tabela 2 - Elasticidades ponto agregadas das probabilidades de escolha

Atributo	Alternativa	ROD	ITJ	RIG
Frete	ROD	- 0,68	0,31	0,05
	ITJ	0,33	- 0,21	0,05
	RIG	0,33	0,31	- 0,45
Tempo	ROD	- 0,15	0,20	0,03
	ITJ	0,07	- 0,13	0,03
	RIG	0,07	0,20	- 0,32
Headway	ROD	- 0,02	0,07	0,02
	ITJ	0,01	- 0,05	0,02
	RIG	0,01	0,07	- 0,15
Pontualidade	ROD	0,32	- 0,31	- 0,05
	ITJ	- 0,17	0,21	- 0,05
	RIG	- 0,17	- 0,31	0,47
Atraso	ROD	- 0,02	0,04	0,01
	ITJ	0,01	- 0,03	0,01
	RIG	0,01	0,04	- 0,06

Fonte: Elaborada pelos autores.

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 a 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.

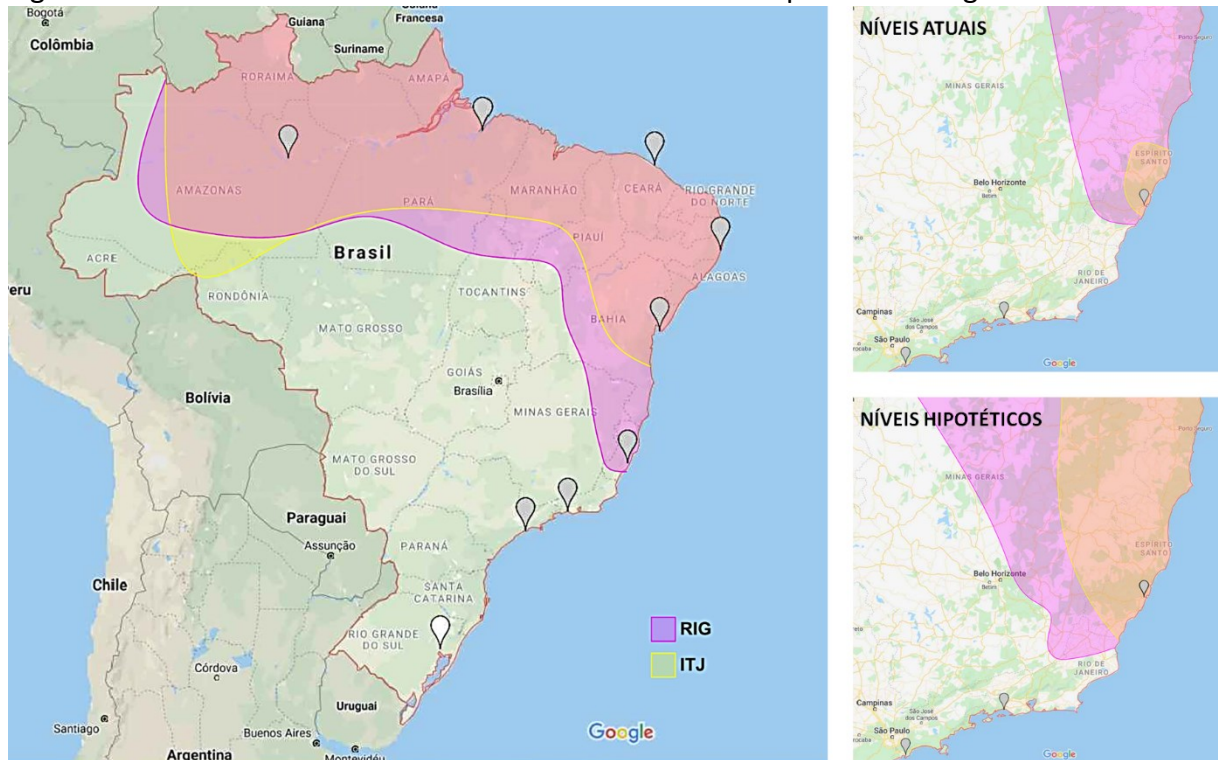
Outra aplicação do modelo NL foi a determinação de fronteiras de isoutilidade de cada uma das 3 alternativas em função da distância de transporte (TAPIA *et al.*, 2019). A utilidade das alternativas calculada pelo modelo depende da distância, pois as variáveis *Frete* e *Tempo* têm a composição de seus valores diretamente proporcional à quilometragem percorrida. Dessa forma, é possível determinar a que distância de transporte as utilidades das alternativas

ROD e ITJ e ROD e RIG são iguais, ou seja, onde os pares de alternativas são igualmente atrativas para o embarcador.

Usualmente, essas distâncias representam o raio de circunferências centradas na origem do transporte. Entretanto, 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 do transporte marítimo, em razão das distâncias rodoviária da origem ao porto de embarque e marítima porto-a-porto serem conhecidas (partindo-se da capital do estado, Porto Alegre). Dessa forma, a determinação das distâncias da cabotagem foi discretizada para 8 portos de maior relevância ao longo da costa brasileira.

Os raios calculados foram ajustados para representar 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 alternativas rodoviária e marítima e a interpolação dos pontos em que circunferências das diferentes alternativas se interceptam geraram as áreas ilustradas na figura 7, abrangendo localidades em que as alternativas ITJ (área amarela) e RIG (área rosa) apresentam maior utilidade do que a rodoviária.

Figura 6 - Fronteiras de isoutilidade e áreas 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, segundo o modelo. As utilidades das alternativas multimodais de cabotagem superam a do modo rodoviário a partir de uma distância de aproximadamente 2000 km, sendo o porto de Vitória (ES) – ainda na região Sudeste do país – o destino viável do trecho marítimo do transporte multimodal mais próximo do RS, embora a utilidade da cabotagem seja maior apenas para uma área relativamente próxima ao porto (distante no máximo 150 km).

Os mapas do lado direito da figura 6 ilustram em detalhes as proximidades da costa brasileira onde a cabotagem começa a se apresentar vantajosa. No *zoom* inferior, as fronteiras e áreas foram determinadas adotando-se níveis hipotéticos dos atributos *Frete*, *Tempo* e *Headway* da cabotagem: redução de 20% do *Frete* de ambas as alternativas marítimas, redução de 24 (ITJ) e 48 horas (RIG) do *Tempo* em trânsito e redução do *Headway* para 2 (ITJ) e 3 dias (RIG) – supondo efeitos positivos do Programa de Incentivo à Cabotagem (BR do Mar) no mercado da cabotagem de contêineres. Nessa situação hipotética, a cabotagem também apresentaria vantagem sobre o modo rodoviário somente a pelo menos 2000 km de distância do RS, em área que continua não abrangendo os principais destinos dos envios de cargas

containerizáveis originados no estado (SP, SC, PR). Contudo, áreas dos estados de RJ e MG (os próximos na sequência de importância) passam a figurar como viáveis para a cabotagem.

À medida que aumenta a distância de transporte, 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 de viabilidade se estendem desde 300 até 500 km de distância do litoral. A utilidade – e consequentemente as distâncias e áreas de viabilidade – da alternativa ITJ é menor, em função, possivelmente, dos valores do frete do trecho da origem da carga ao porto de embarque (cerca de 50% mais caro do que para Rio Grande), e menores valores de *Tempo* e *Headway* observados no nível atual acabam não compensando essa diferença monetária.

O mapa contendo as fronteiras de isoutilidades das alternativas modais representa apropriadamente a realidade do transporte de cargas pela cabotagem, configurando-se também numa forma de verificação da adequabilidade do modelo de escolha adotado. Conforme dados estatísticos de movimentação portuária em 2019, as regiões Norte e Nordeste foram destino de 88% das cargas containerizadas transportadas por cabotagem embarcadas no porto de Rio Grande, enquanto que as regiões Sul e Sudeste representaram apenas 12% (ANTAQ, 2020).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os modelos de escolha 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. O modelo logit hierárquico foi selecionado, considerando correlação entre os componentes não observáveis da utilidade das alternativas multimodais de cabotagem.

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 ser cativos (SENNA, 2014), apresentando comportamento inelásticos em relação a variações de atributos tanto do modo rodoviário como da cabotagem.

Frete e Pontualidade se mostraram os atributos mais importantes na escolha dos embarcadores do RS. Aumento nos níveis de confiabilidade do serviço marítimo também seriam motores da troca modal para a cabotagem, embora menos efetivos quando não acompanhado de mudanças nos valores cobrados pelo serviço, uma vez que as variáveis de alternativas específicas indicam que aumento no valor do frete rodoviário é percebido com menor impacto pelos embarcadores do que mudanças no frete marítimo. Aprimoramento do nível de pontualidade das entregas e mitigação de atrasos de maior impacto (maiores do que 2 dias) mostram-se medidas fundamentais por parte dos armadores para aumento da demanda pelo serviço de cabotagem, podendo ainda utilizarem tais atributos como ferramenta de propaganda para venda do serviço de transporte marítimo.

As fronteiras de isoutilidades das alternativas modais desenvolvidas a partir das preferências dos embarcadores revelam uma barreira geográfica para utilização da cabotagem desde o RS até os estados costeiros da região Sudeste, mesmo em cenário hipotético supondo efeitos positivos do Programa de Incentivo à Cabotagem (BR do Mar). Nesse sentido, a regulação dos fretes por meio de políticas públicas se mostra essencial, mas não suficiente para utilização da cabotagem entre as regiões Sul e Sudeste (maiores mercados produtores e consumidores de produtos industrializados), destacando-se que, por sua posição geográfica, as maiores distâncias de transporte por cabotagem são obtidas com origem ou destino no RS.

Contribuições metodológicas para a área de planejamento de transporte de carga doméstica poderiam ser obtidas por meio de uma adequação ainda maior do contexto de escolha modal à realidade das empresas, sobretudo do ponto de vista comercial, como, por exemplo, considerando 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 tomadas na cadeia logística e, sobretudo, considerando preferências do destinatário dos envios de cargas. Contextos de escolha mais realísticos poderiam 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, o que poderia revelar aumento de atratividade do modo para empresas de menor porte e fluxo comercial, que atualmente podem não ser foco da política comercial dos armadores, de acordo com dados revelados por embarcadores no questionário aplicado.

REFERÊNCIAS

ALIANÇA. **Produtos e Serviços**, 2020. Disponível em:

https://www.alianca.com.br/alianca/media/alian_a/services_products/ALCT_Service_Profile_.pdf. Acesso em: 03 mar. 2020.

ALIANÇA. **Programação de Navios**, 2019. Disponível em:

<https://www.portalcabotagem.com.br/programacaonavios>. Acesso em: 14 out. 2019.

ANTAQ. **Anuário**, 2020. Disponível em: <http://web.antaq.gov.br/Anuario/>. Acesso em: 08 jan. 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: 23 nov. 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.

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.

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

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: 17 set. 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: 09 mar. 2019.

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: 03 set. 2019.

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: Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes da ANPET, 62., 2018. Gramado. **Anais...** Gramado: ANPET. 2018. p. 49-59.

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

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: 04 nov. 2019.

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: 15 out. 2019.

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.

GRUPO AMANHÃ. **500 Maiores do Sul**, 2018. Disponível em: <http://www.amanha.com.br/500maiores/>. Acesso em: 12 set. 2019.

IBGE. **Concla: Busca online**, 2019. Disponível em: <https://cnae.ibge.gov.br/>. Acesso em: 19 out. 2019.

IBGE. **Distribuição Populacional**, 2017. Disponível em: https://atlascolar.ibge.gov.br/images/atlas/mapas_brasil/brasil_distribuicao_populacao.pdf. Acesso em: 03 mar. 2020.

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: 03 mar. 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: 21 set. 2019.

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

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: 18 ago. 2019.

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. **Cabotagem**, 2020. Disponível em: <https://www.loginlogistica.com.br/cabotagem>. Acesso em: 05 mar. 2020.

LOG-IN. **Programação de navios**, 2019. Disponível em: <https://www.loginlogistica.com.br/programacao-de-navios#>. Acesso em: 17 out. 2019.

MERCOSUL. **Programação de navios**, 2020. Disponível em: http://www.mercosul-line.com.br/areacliente_programacao_completa.php. Acesso em: 02 mar. 2020.

MERCOSUL. **Rotas**, 2019. Disponível em: http://www.mercosul-line.com.br/servicos_rota.php. Acesso em: 17 out. 2019.

MINFRA. **BR do Mar**, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/brdomar>. Acesso em: 14 fev. 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.

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

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: 18 out. 2019.

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: 10 nov. 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. dos. S. **Economia e planejamento dos transportes**. 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.

SURVEY MONKEY. **SurveyMonkey: a ferramenta de questionários online mais popular do mundo**, 2019. Disponível em: <https://pt.surveymonkey.com/>. Acesso em: 29 out. 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.

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: 01 nov. 2019.