



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
MESTRADO E DOUTORADO EM ECONOMIA

FEDNEL SAINTIL

**ANÁLISE DAS EXPORTAÇÕES MARÍTIMAS BRASILEIRAS A
PARTIR DO MODELO GRAVITACIONAL**

Salvador

2021

FEDNEL SAINTIL

**ANÁLISE DAS EXPORTAÇÕES MARÍTIMAS BRASILEIRAS A
PARTIR DO MODELO GRAVITACIONAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Economia da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia.

Área de concentração: Economia Aplicada com ênfase à economia internacional.

Orientador: Prof^o Dr. Gervásio Ferreira dos Santos

Co-orientadora: Prof^a Dra. Tician Grecco Zanon Moura – UESC/Ilheus

Salvador

2021

S139 Saintil, Fednel.

Análise das exportações marítimas brasileiras a partir do modelo gravitacional. /FednelSaintil. – Salvador, 2021.

68 f.; il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Economia. Orientador: Prof. Dr. Gervásio Ferreira dos Santos; Co-orientadora: Prof^aDr^aTiciana Grecco Zanon Moura.

1. Transporte - Brasil. 2. Transporte marítimo. 3. Exportações marítimas. 4. Transportes – infraestrutura - Brasil. I. Universidade Federal da Bahia. II. Santos, Gervásio Ferreira dos. III. Moura, Ticiana Grecco Zanon. IV. Título.

CDD: 388



Universidade Federal da Bahia
Faculdade de Economia
Programa de Pós-Graduação em Economia
Mestrado e Doutorado em Economia

TERMO DE APROVAÇÃO

FEDNEL SAINTIL

*"ANÁLISE DAS EXPORTAÇÕES MARÍTIMAS BRASILEIRAS A PARTIR DO
MODELO GRAVITACIONAL"*

Dissertação de Mestrado aprovada, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Economia no Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Economia da Universidade Federal da Bahia, pela seguinte banca examinadora:

Prof. Dr. Gervásio Ferreira Santos
(Orientador – UFBA)

Tician Grecco Zanon Moura
(Co-Orientadora - UESC/ILHEUS)

Henrique Tomé Da Costa Matá
(UFBA)

Marta Cristiane Timoteo Rossi
(UFMG)

Aprovada em 05 de outubro de 2021.

DEDICATÓRIA

A Deus, por me conceder saúde, energia e sabedoria para seguir sempre em frente. Obrigado, A ti, Senhor, por ser a minha fonte de força e dedicação e por ser o meu guia em todos os momentos.

A mim pessoalmente, minha família, sobretudo, minha filha (princesa) Anaica Fedna Saintil e minha esposa Anne Carine pelo apoio constantemente e pelos carinhos.

A todos que, de alguma forma, sempre me incentivam em todos os momentos da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pela saúde, força, energia, coragem e todas as características intangíveis e espirituais que me concedeu durante toda esta jornada.

Ao meu orientador, o Professor **Dr. Gervasio Ferreira dos Santos** do PPGE-UFBA, agradeço pela oportunidade de realizar este trabalho, bem como pela disposição, confiança e paciência. Obrigado por todos os ensinamentos compartilhados e pelas orientações tanto no grupo de pesquisa em economia espacial quanto para o desenvolvimento deste trabalho em particular.

À minha co-orientadora, professora Dra. **Ticiano Grecco Zanon Mourada** Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC/Ilhéus – BA), pela oportunidade e por concordar o convite para colaborar neste trabalho. Sua contribuição é de suma importância para a realização desta dissertação. Agradeço, de maneira especial, pelo engajamento, confiança, dedicação e por toda gentileza que havia feito para mim.

Aos professores do programa de pós-graduação em Economia da UFBA que contribuíram de alguma na minha formação durante esse percurso. De forma particular, aos professores da área-2 (Economia Aplicada), por todo conhecimento transmitido ao decorrer do curso, e pela agradável convivência, sobretudo, **Vinicius de Araújo Mendes, Raymundo José Santos Garrido, Rodrigo Carvalho Oliveira, André Luis Mota dos Santos**. Obrigado a professor **Stélio Coêlho Lombardi Filho** por me conceder a oportunidade de fazer o estágio docente, orientado na disciplina **ECOB71 – Avaliação de Políticas, Programas e Projetos**, no Semestre Letivo Suplementar de 2020.

Aos meus colegas e amigos do PPGE-UFBA. Obrigado aqueles com quem eu passei noites, feriados estudando microeconomia nos seguintes manuais: **MAS-COLELL, WHINSTON** e **GREEN** – Microeconomic Theory, Oxford Economic Press, 1995; **KREPS, D.** – A Course in Microeconomic Theory, Princeton University Press, 1990; **VARIAN, H.** – Microeconomic Analysis, 2nd ed., New York, W. W. Norton & Company, 1984. Agradeço por me estarem dispostos a ajudar mesmo quando as coisas não eram fáceis para ninguém, mas juntos superamos todos os desafios.

Aos colegas e membros do Grupo de Pesquisas em Economia Aplicada, PPGE/UFBA e do Grupo de Pesquisas em Economia Espacial/UFBA. Obrigado a todos os envolvidos das oficinas de leitura e/ou escrita acadêmica e, também os colegas de curso de programação em R (Data Science) coordenado pelo professor Gervásio. Gostaria de agradecer a Enoch, Fábio pelos ensinamentos e das dicas sobre as boas práticas de programação com o software R.

A minha companheira, amiga, esposa, Anne Carine Bien Aime, por estar sempre presente nos bons e nos momentos difíceis comigo. Agradeço a minha família de forma geral, minha mãe, minha filha Anaica Fedna Saintil pelos sorrisos e alegria.

A todos os amigos, familiares e professores que sempre me apoiaram de alguma forma, seja com palavras de esperança, mensagens de conforto ou apoio psicológico durante a pandemia da Covid-19. Agradeço àqueles que acreditaram em mim e que nunca subestimaram minha capacidade. Sou profundamente grato pela confiança depositada em mim.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-graduação em Economia da Universidade Federal da Bahia, bem como aos professores membros da banca examinadora da defesa desta pesquisa, expresso meus sinceros agradecimentos.

Por fim, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES), agradeço pelo apoio financeiro durante esta jornada.

EPÍGRAFE

Considero as Escrituras de Deus como sendo a filosofia mais sublime. Eu encontro mais marcas de autenticidade na Bíblia do que em qualquer história profana, seja qual for. A **gravidade** explica os movimentos dos planetas, mas não pode explicar quem colocou os planetas em movimento. Deus governa todas as coisas e sabe tudo que é ou que pode ser feito. A maravilhosa disposição e harmonia do universo só pode ter tido origem segundo o plano de um Ser que tudo sabe e tudo pode. Isso fica sendo a minha última e mais elevada descoberta.

Isaac Newton

RESUMO

O objetivo desta pesquisa é analisar o efeito de custo de transporte sobre o desempenho das exportações marítimas brasileiras. A infraestrutura e a eficiência da dotação de serviços de transporte e os custos vêm sendo investigados ultimamente no campo da economia de transporte. O Brasil tem um desempenho baixo no que se refere à qualidade e a conectividade de transporte e em alguns outros aspectos ligados à infraestrutura. Desse modo, um modelo econométrico gravitacional com efeitos fixos de origem e destino utilizado para mensurar os efeitos de custos de transporte sobre o peso das exportações dos estados brasileiros. Foram utilizados os dados de exportações das 27 unidades de federação do Brasil com o resto do mundo por via marítima para o período de 2013 a 2019. Com base na literatura, foi utilizada a distância entre as capitais das unidades de federação e os portos que movimentam em média 95% das exportações brasileiras, e também um conjunto de variáveis socioeconômicas dos estados. Os resultados, encontrados mostraram que existe uma relação negativa, estatisticamente significativa e elástica entre a distância e o volume de peso das exportações, significando que quanto maior a distância entre as capitais dos estados e os portos, menor será o peso do volume das exportações.

Palavras-chave: Exportações marítimas; Modelo gravitacional; Custo de transporte.

ABSTRACT

The objective of this research is to analyze the effect of transportation cost on the performance of Brazilian maritime exports. The infrastructure and efficiency of the provision of transport services and costs have lately been investigated in the field of transport economics. Brazil performs poorly in terms of transport quality and connectivity and in some other infrastructure-related aspects. Thus, a gravitational econometric model with fixed effects of origin and destination used to measure the effects of transport costs on the weight of exports from Brazilian states. Export data from the 27 states of Brazil with the rest of the world by sea were used for the period from 2013 to 2019. Based on the literature, the distance between the capitals of the states and the ports they handle was used on average 95% of Brazilian exports, and also a set of socioeconomic variables of the states. The results found showed that there is a negative, statistically significant and elastic relationship between the distance and the volume of export weight, meaning that the greater the distance between the state capitals and the ports, the smaller the weight of the export volume.

Keywords: Maritime exports; Gravitational model; Transportation costs.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Custo operacional do transporte rodoviário por tipo de gestão e Regiões	26
Figura 2 –	Distribuição espacial das malhas de rodovias totais no Brasil em 2017	28
Figura 3 –	Distribuição espacial das malhas não pavimentadas	28
Figura 4 –	Distribuição da Rede das estradas pavimenta	29
Figura 5 –	Variação das exportações brasileiras e mundiais, 2019	33
Figura 6 –	Volume das exportações correntes (US\$) por via marítima nos portos brasileiros (95% movimentação total), 2013-2019	33
Figura 7 –	Distribuição de volume das exportações marítimas brasileiras (US\$) correntes para o ano 2018	34
Figura 8 –	Grau de abertura econômica e Participação do Brasil no PIB mundial	35
Figura 9 –	Mapa da localização dos portos considerados e capitais das UF	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Classificação do Estado Geral da extensão total avaliada	26
Tabela 2 -	Classificação por tipo de gestão	27
Tabela 3 -	Ranking dos eixos da infraestrutura de transporte do Brasil em 2019	30
Tabela 4 -	Ranking e pontuação da infraestrutura de transporte dos países em 2019	30-31
Tabela 5 -	Competitividade da infraestrutura de transporte no Brasil e sua classificação do mundo em 2013	31
Tabela 6 -	Pontuação dos países na competitividade global 2018-2019 conforme GCI	32
Tabela 7 -	Percentual de exportações marítimas usadas	50-51
Tabela 8 -	Região dos Portos considerados no estudo	51
Tabela 9 -	Percentual do valor das exportações por porto	52
Tabela 10	Decomposição dos produtos da amostra	53
Tabela 11 -	Número de países de destino das exportações por UF	54
Tabela 12 -	Resultados das estimações	55

LISTA DE ABREVIATURAS

AC	Acre
AL	Alagoas
AM	Amazonas
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
AP	Amapa
BA	Bahia
BR	Brasil
CE	Ceara
CES	<i>Constant Elasticity of Substitution</i>
CNT	Confederação Nacional do Transporte
DF	Distrito Federal
ES	Espírito Santo
EU	<i>Union European</i>
GCI	<i>Global Competitiveness Index</i>
GO	Goiás
HO	<i>Heckscher-Ohlin</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IED	Investimento Externo Direto
ISIC	<i>International Standard Industrial Classification</i>
KM	Kilo Metro
LPI	<i>Logistics Performance Index</i>
MA	Maranhão
MERCOSUL	Mercado Comum do Sul
MG	Minas Gerais
MQO	Mínimos Quadrados Ordinários
MS	Mato Grosso do Sul
MT	Mato Grosso
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OLS	<i>Ordinary Least Squares</i>
OMC	Organização Mundial do Comércio
ONU	Organização das Nações Unidas
PA	Pará
PB	Paraíba
PE	Pernambuco
PECO	Países da Europa Central e Oriental
PI	Piauí
PIB	Produto Interno Bruto
PIB <i>per capita</i>	Produto Interno Bruto por Habitante
PPML	<i>Poisson Pseudo Maximum Likelihood</i>

PPMLHDFE	<i>Poisson Pseudo-Likelihood Regression with Multiple Levels of Fixed Effects</i>
PR	Paraná
RJ	Rio de Janeiro
RN	Rio Grande do Norte
RO	Rondonia
RR	Roraima
RS	Rio Grande do Sul
SC	Santa Catarina
SE	Sergipe
SP	São Paulo
TO	Tocantins
TRM	Termos de Resistência Multilateral
UF	Unidades de Federação
UNCTAD	<i>United Nations Conference on Trade and Development</i>
WEF	<i>World Economic Forum</i>
X	Exportação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 CUSTO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUTURA NO BRASIL	20
2.1 CUSTO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUTURA.....	21
2.2 INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA NO BRASIL	25
2.2.1 Distribuição Espacial das Malhas de Rodovias no Brasil	27
2.3 QUALIDADE DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE	29
2.4 AS EXPORTAÇÕES MARITIMAS DO BRASIL	33
2.4.2 Produto Interno Bruto e Abertura Econômica	34
3 MODELO ECONOMÉTRICO GRAVITACIONAL	35
3.1 ORIGENS, EVOLUÇÃO E APLICAÇÕES DO MODELO ECONOMÉTRICO GRAVITACIONAL.....	35
3.1.1 Críticas ao Modelo Gravitacional	38
3.2 DEFINIÇÃO DO MODELO TEÓRICO ADOTADO NO TRABALHO	39
3.2.1 Literaturas Internacionais	39
3.2.2 Revisão das Literaturas Nacionais	41
4 METODOLOGIA E BASE DE DADOS	43
4.1 ESTRATÉGIAS EMPÍRICAS DE ESTIMAÇÃO	43
4.1.1 Especificação do Modelo Conforme Anderson e Wincoop	43
4.1.2 Estimação do Modelo Gravitacional com Efeitos Fixos	45
4.1.3 Poisson Pseudo <i>Maximum Likelihood</i> (PPML)	46
4.2 MODELO ECONOMÉTRICO GRAVITACIONAL.....	46
4.3 BANCO DE DADOS E FONTES	47
5 RESULTADOS	49
5.1 ANÁLISE DESCRITIVA DOS DADOS CONSIDERADOS.....	49
5.2 ESTIMAÇÕES ECONOMETRICAS	54
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
REFERÊNCIAS	58
APÊNDICES	65
APÊNDICE A - valor total das exportações brutas das UFs em dólares correntes	65
APÊNDICE B – valor total das exportações marítimas usadas na pesquisa.....	67
APÊNDICE C - tipos de produtos exportados.....	67
APÊNDICE E - mapa de distribuição espacial da força de trabalho total em 2018	68
APÊNDICE F - mapa da distribuição de número de unidades empresariais locais.....	69

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país de dimensão continental, com um imenso território e uma costa marítima com 7.367 km. Na história do país, o mar sempre foi e ainda é um fator importante. No período mais recente da sua história, em que houve maior industrialização e globalização, ocorreu também o maior crescimento econômico e o aumento do mercado interno. Diante disso, a demanda por melhorias nos sistemas de transportes é cada vez maior, para diminuir os custos de transporte e de comércio, e tornar a produção e a venda dos produtos nacionais mais competitivos no exterior e no mercado interno. De modo geral, a República Federativa do Brasil possui enorme diversidade de transporte, o que possibilita o uso de modais distintos para facilitar a mobilidade dos indivíduos e para o transporte de mercadorias para comercialização nacional e internacional. No entanto, o uso dos modais de transporte e a distribuição espacial da infraestrutura de transporte no Brasil são muito desiguais entre as regiões, o que pode promover uma desigualdade na inserção das unidades da federação no mercado internacional.

Apesar das potencialidades que o Brasil possui em termos de tamanho e acessibilidade ao mar, o país ainda apresenta uma série de deficiências que o impedem de tirar proveito das vantagens comparativas no setor de infraestrutura de transporte, que é um vetor chave para o desenvolvimento regional e econômico. Dentre os modais de transportes usados no país, destacam-se o rodoviário, ferroviário, aquaviário (transporte marítimo e fluvial), aéreo e o modal dutoviário. No entanto, a distribuição espacial da logística de transportes no território nacional revela uma predominância do modal rodoviário

O Brasil foi fortemente afetado pela crise política e econômica nos últimos anos. Isso fez com que o valor das exportações por via marítima nos principais portos (95% de movimentação em média para o período de 2013 a 2019) permanecesse estagnado entre 2013 e 2016. A taxa de variações das exportações foi negativa (- 3%) em 2016 e teve um crescimento favorável de 10% em 2018, comparando ao ano anterior. O grau de abertura econômica brasileira passou de 19% para 22%, respectivamente para os anos 2013 e 2019 conforme os dados do Ministério da Economia do Brasil (2020). Além disso, a contribuição do PIB brasileiro para o PIB mundial não foi relevante, sendo de 2,0% em 2019. Entretanto, apesar do desempenho insignificante dos indicadores econômicos, os

determinantes das exportações marítimas regionais brasileiras ainda se constituem num objeto de pesquisa relevante.

As baixas taxas de crescimento econômico do país nos últimos anos podem ser atribuídas, em parte, a um desempenho comercial insignificante em termos de valor agregado. Além disso, também ocorre a concentração na especialização dos produtos exportados. O grau de abertura econômica ainda é menor do que seria esperado. No entanto, isso pode não representar o padrão do mercado de bens e serviços ofertados pelo Brasil. A competitividade das exportações, medida pelas mudanças na participação no mercado de exportação global, talvez seja um bom indicador para ilustrar a realidade da inserção brasileira ao comércio internacional.

A especialização setorial e o nível de complexidade das exportações das regiões ou dos estados são pontos importantes que devem ser estudados mais profundos no Brasil. Isso permite o entendimento dos desafios a nível regional, para que os formuladores de políticas públicas e para que os tomadores de decisão conheçam os obstáculos e problemas estruturais de cada localidade e/ou região. Conforme Artuce e outros (2014), é importante analisar o desempenho comercial não apenas no nível nacional, mas também no nível local para entender melhor a dinâmica de exportação do país e informar as soluções de políticas. Os desafios que moldam os padrões de desenvolvimento e de comércio são espacialmente distribuídos no país com base na escala geográfica. A homogeneidade nos processos e atividades econômicas não é o padrão nas economias. No Brasil, por exemplo, as 27 unidades de federação contribuem para as atividades de exportação, mas o desempenho das exportações varia consideravelmente entre os estados.

Diante do presente contexto, o presente trabalho analisa as diferenças no desempenho das exportações das 27 unidades de federação brasileiras para o período de 2013 a 2019, e verifica o efeito dos custos de transporte sobre o peso das exportações. Neste trabalho de pesquisa, usa-se apenas as exportações do transporte marítimo para as estimações. Este modal é o mais utilizado para realização das exportações do país. Desse modo, a pesquisa tem seu foco no desempenho dos complexos portuários cuja movimentação média alcança 95% das exportações brasileiras para o período escolhido.

No tratamento das informações sobre as exportações de cada unidade de federação, para cada Estado de origem, foi identificado o valor das exportações por via marítima e o porto de destino dessas exportações para embarcar para o exterior. A saída da carga da origem

até o destino aos portos pressupõe a utilização do modal rodoviário na maior parte do trajeto. A existência de mais de um meio de transporte utilizado de origem até o destino das exportações marítimas brasileiras implica na análise de algumas variáveis relacionadas às fricções internas ligadas à infraestrutura de transporte pelo modal rodoviário do Brasil. A qualidade das rodovias e a conectividade das rodovias, conforme (Schwab, 2018; 2019; CNT, 2019), pode ser utilizadas na análise, uma vez que possibilitam a realização das exportações por via marítima.

A infraestrutura abrange a estrutura e a qualidade de organização das atividades econômicas de um país. Estes elementos são cruciais para produção de bens e serviços dentro daquele país e também para exportação. No âmbito das empresas exportadoras e/ou importadoras, para realizarem as transações de mercadorias com facilidade e com um custo razoável ou baixo, é necessário existir uma infraestrutura eficiente. A infraestrutura de transporte (logística) é fundamental para o desenvolvimento econômico de um país. Quanto mais consistente e/ou eficaz é a infraestrutura na área de transporte e/ou logística, menores serão os custos de transportes das mercadorias. Assim, as empresas se tornam mais produtivas devido à competitividade na produção, implicando na maior geração de empregos e maior bem-estar da população.

No Brasil, 2/3 dos serviços transportes, especialmente nas regiões próximas ao litoral para ter acesso aos portos, usam o sistema rodoviário. Conforme a 23ª Pesquisa CNT (2019) de Rodovias, 59% da extensão dos trechos avaliados apresentam problemas em 2019. Apesar dessa dependência no setor de transporte para transações de mercadoria no mercado brasileiro, ainda existe uma série de problemas estruturais no funcionamento e na qualidade de transporte pelo modal dominante, que justamente impacta nos custos de transporte e comércio do país.

O comércio mundial vem crescendo nas duas últimas décadas com taxas significantes e superiores às do crescimento econômico ao nível mundial. Conforme o relatório da Organização Mundial do Comércio (OMC)(2013), desde 1980 o comércio mundial aumentou em média quase duas vezes mais rápida que a produção. Os novos atores neste novo cenário fazem com que a parcela de exportações das economias em desenvolvimento, e que representava apenas 34% das exportações mundiais em 1980, alcançou 47% em 2011, ou seja, quase metade das exportações.

O aumento do comércio possibilita o aumento da renda pela difusão tecnológica de informação e pela qualidade de infraestrutura de transporte. Uma série de fatores podem impactar o aumento dos fluxos comerciais, tais como o aumento dos acordos comerciais, a redução de barreiras tarifárias a ampliação do investimento direto estrangeiro, etc. Alguns fatores estão ligados à redução nos custos de transporte e comércio, que levam ao melhor desempenho dos fluxos de comércio entre os países.

No presente estudo estes elementos não serão incorporados à estimação do modelo adotado para as exportações marítimas brasileiras. Duas variáveis principais serão o foco da análise, a saber: ‘evolução da distância’ entre os estados e os complexos portuários para o período eo peso do volume das exportações. A infraestrutura de transporte tem importância por facilitar a movimentação de bens e serviços nacionais e internacionais. Além disso, também facilita a mobilidade dos indivíduos. O Brasil tem um desempenho baixo quanto à qualidade e a conectividade de transporte, e em aspectos ligados à infraestrutura.

Neste contexto, pode ser apresentado o seguinte problema de pesquisa: *como as infraestruturas de rodovias e custo de transporte impactam a inserção dos estados brasileiros no mercado internacional?*

A literatura tem observado que houve um aumento na taxa de comércio internacional. Conforme Novy (2013), um dos motivos para esse aumento foi a queda nos custos do comércio internacional. A redução nos custos de transporte e nas tarifas impactam diretamente esses custos. No entanto, essa queda nos custos de transporte e comércio pode estar dependente da competitividade entre os agentes econômicos envolvidos na implementação de projetos de infraestrutura de transporte e de logística.

A literatura econômica relacionada à acessibilidade de transporte e comércio mostra que os custos comerciais são importantes nas transações de mercadorias. Eles têm uma grande influência sobre os fluxos comerciais não apenas entre os países, mas também dentro dos países. Os países com altos custos de transporte têm dificuldade para se inserirem no mercado global e seus consumidores não são capazes de adquirir produtos estrangeiros com preços competitivos. Este argumento vale também para as exportações de mercadorias. Entretanto, a eficiência da dotação de serviços de transporte e os custos comerciais vêm sendo investigados nas últimas décadas no campo da economia de transporte, comércio e logística.

Nos estudos relacionados à economia internacional e espacial, o modelo gravitacional é um *standard* robusto para analisar os fluxos comerciais entre os países considerando os seus tamanhos econômicos e as distâncias geográficas entre eles. O modelo faz analogia com a teoria newtoniana da gravidade, e foi estimado por Tinbergen em 1962. Este mostrava uma relação negativa entre as exportações de mercadorias com a distância entre um país e seus parceiros comerciais.

Os trabalhos mais recentes permitiram a realização de testes com os fundamentos microeconômicos dos modelos de gravidade, bem como especificar melhor as equações a serem estimadas. Novas técnicas de estimação também foram implementadas, tornando possível corrigir um viés de estimação associado ao uso de estimadores de tipo mínimos quadrados ordinários (MQO) em dados heterocedásticos transformados em logaritmo.

A literatura recente também incorpora efeitos fixos de exportador e/ou importador (os “termos de resistência multilateral” introduzidos por Anderson e VanWincoop (2003)). O modelo é estimado em nível global por pseudo-máximaverossimilhança de Poisson (PPML) com efeitos fixos. Este tipo de estimador garante uma restrição de contorno sobre os dados de comércio teóricos resultantes do modelo, o que não é o caso nas estimativas MQO clássicas. Neste trabalho será utilizada a mesma metodologia da pesquisa realizada por Artuce e outros (2014) como referência para analisar o caso das unidades de federação do Brasil de 2013 a 2019. Naquele estudo, os autores concluíram que as exportações aumentam com a densidade de rodovias. O tamanho da força de trabalho e a densidade das rodovias também estão associados a uma maior diversidade de exportações em termos de produtos e destinos.

Diante do contexto apresentado esta dissertação tem como objetivo *analisar o efeito de custo de transporte no desempenho das exportações marítimas dos estados brasileiros, dando atenção às fricções internas de cada Estado*. Considera-se apenas os complexos portuários que se movimentam 95% das exportações marítimas brasileiras em média para o período escolhido e a distância entre as capitais dos estados brasileiros e os complexos portuários. A distância seria uma *proxy* para custos de transporte. A hipótese para o trabalho é que *quando a distância for maior haverá impacto significativo sobre a redução das exportações marítimas. O maior grau de desenvolvimento da infraestrutura permite a inserção mais eficiente das regiões no mercado internacional, com um volume de peso de exportações marítimas mais elevadas*.

Além desta introdução, o trabalho está dividido em mais cinco capítulos. No segundo capítulo será apresentado alguns elementos conceituais relativos à temática da economia de transporte. Além disso, também será apresentado um panorama sobre a distribuição espacial das exportações dos estados brasileiros para o período escolhido. O terceiro capítulo faz uma revisão sobre a evolução da aplicação do modelo gravitacional no campo da economia internacional, tanto as literaturas internacionais quanto nacionais. O quarto capítulo aborda a metodologia aplicada para estimação do modelo proposto e apresenta também as bases de dados e suas fontes. O quinto capítulo mostra os resultados das estimações e as discussões em torno dos parâmetros do modelo. Por fim, o sexto capítulo apresenta as considerações finais desta pesquisa de dissertação.

2 CUSTO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUTURA NO BRASIL

O objetivo deste capítulo é apresentar os conceitos ligados à temática de custo de transporte, infraestrutura e possibilitar a compreensão da distribuição espacial de algumas variáveis utilizadas no trabalho. A seção 2.1 apresenta as considerações sobre o conceito custo de transporte e infraestrutura. Em seguida, a seção 2.2 e 2.2.1 abordam a temática

da infraestrutura no Brasil, focalizando na distribuição espacial particularmente o modal rodoviário. A seção 2.3 trata a questão da competitividade da qualidade de infraestrutura de transporte entre o Brasil e o resto do mundo. Na seção 2.4 apresenta o panorama das exportações marítimas das unidades de federação do Brasil. Finalmente, na seção 2.4.1 e 2.4.2 são apresentadas as discussões no entorno do volume das exportações por unidade de federação e a participação do Brasil no PIB mundial e seu grau de abertura econômica, respectivamente.

2.1 CUSTO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUTURA

A globalização e o processo de ampliação dos acordos comerciais regionais e bilaterais com a criação de OMC na metade da década de 1990 fortaleceram as políticas comerciais. Ao mesmo tempo, ocorreu uma tendência de quedas consideráveis nas barreiras tarifárias. No entanto, um dos mecanismos que facilita as atividades comerciais dentro de um país (região) e a nível internacional é a infraestrutura. Trata-se de um fator importante, sobretudo na formação de custo de comércio. A infraestrutura de transporte particularmente é um dos determinantes de um desempenho comercial favorável de um determinado espaço geográfico.

As últimas décadas têm sido marcadas pela expansão do comércio internacional, sem precedente. Conforme o relatório do Comércio Mundial da OMC (2013)¹ a expansão do comércio mundial nos dois últimos séculos contribuiu para a ascensão da globalização, também no aumento da especialização, na disseminação de investimentos e tecnologias, a forte aceleração do crescimento da renda e da demografia dos países. Conforme Limão e Venables (2001), os custos comerciais são determinantes para os países em suas participações na economia mundial. Na lógica da inserção internacional dos países, destaca-se alguns elementos importantes que, de alguma forma, impactam no mecanismo da redução de custos de transações comerciais: a eficiência das infraestruturas (domésticas ligadas às rodovias, das estradas e portuárias), distância, aspectos geográficos e demográficos, por exemplo, o acesso ao mar.

¹World Trade Report (2013).

Os economistas em geral concordam com a natureza benéfica do livre comércio, que aumenta o comércio internacional. O debate sobre o papel da infraestrutura e tudo que envolve o custo distribuição interna sobre o comercio internacional é pouco discutido nas esferas públicas e nas pesquisas científicas no Brasil. A carência de dados para evidenciar as hipóteses pode ser um dos motivos dessa escassez de trabalhos. No entanto, os tipos de custos de comércio interno que estão relacionados à infraestrutura, ainda são barreiras significativas ao comércio internacional.

Anderson e Van Wincoop (2004) mostram que, para os países desenvolvidos, o impacto geral dos custos comerciais pode ser decomposto da seguinte forma: 21% para taxa de frete (incluindo custo de frete medido diretamente e custo de tempo de trânsito de frete equivalente a 9% de imposto), 44% para obstáculos na fronteira e 55% para taxa de distribuição de atacado e varejo. Os autores apontam que os custos de comércio são todos aqueles custos incluídos no processo de transferência de um produto ao seu consumidor final, excluindo-se o custo marginal de produção. Logo, o custo de comércio está constituído por uma série de elementos tais como o custo de transporte, os seguros, os custos de distribuição e armazenamento, dentre outros.

Os custos dependem da modalidade de transporte a ser utilizada, que pode ser aéreo, marítimo, ferroviário, rodoviário, por exemplo. No entanto, uma série de outros elementos também definem as especificidades dos custos de comércio conforme alguns estudos analisados, tais como: o tipo de embarcação, as distâncias, as características das mercadorias como peso, fragilidade, valor, durabilidade, a quantidade transportada, o percurso, qualidade da infraestrutura, frequências de passagem, oportunidades de transporte na viagem de regresso, a situação econômica da região, congestionamento, e o poder de mercado da transportadora.

Os custos de transportes são considerados como uma das barreiras ao comércio, pois reduzem a lucratividade e assim desestimulam o comércio internacional. Além disso, os outros principais entraves ao comércio são as barreiras tarifárias regulatórias e não tarifárias, bem como os custos de transmissão de informações. Ainda conforme Anderson e Van Wincoop (2004) os custos de comercio fazem parte de todas as fases de um processo de comércio internacional. A eficiência operacional do país que está envolvido no processo de exportação e/ou importação é um ponto fundamental para a definição destes custos. O aprimoramento da infraestrutura e da eficiência portuária, a

uniformização das práticas alfandegárias são elementos benéficos para o comércio internacional e fazem com que haja uma diminuição nos custos de comércio. Desse modo, conforme Roy e Bagai (2005), a facilitação de comércio deve incluir o investimento em infraestrutura de portos e aeroportos, melhoria de serviços de transporte, modernização alfandegária, eficiência dos processos administrativos e reformas institucionais, eficiência portuária e regulatória, serviços de tecnologia da informação, entre outras.

Para Hummels (2007), os custos de transporte co-variam com a distância e apresentam uma variabilidade maior que as próprias tarifas das mercadorias. O autor destacou a problemática de facilitação de comércio e defende que os custos de transporte são considerados como barreiras comerciais muito relevantes que as próprias tarifas. Nos trabalhos mais recentes, além da contribuição de Hummels, Shepherd e Wilson (2009); Hoeckman e Nicita (2011); Benassi e outros (2015); Portugal-Perez e Wilson (2010) e outros desenvolveram estudos sobre o desempenho comercial e logístico para muitos países e blocos econômicos.

O trabalho de Portugal-Perez e Wilson (2010) mostra que a melhoria na qualidade da infraestrutura pode trazer benefícios maiores para o setor exportador. Os autores estimaram o modelo gravitacional para uma amostra de 101 países em desenvolvimento para os anos de 2004 e 2007. No estudo, empregaram o método de análise fatorial na qual quatro indicadores de facilitação foram escolhidos e divididos em dois grupos: (i) infraestrutura física e ii) tecnologia da comunicação e informação; (iii) ambiente alfandegário e de negócios; iv) eficiência alfandegária e de transporte. O trabalho concluiu que o indicador de infraestrutura física apresentou o maior impacto sobre o fluxo comercial dos países. Quanto mais pobre for o país, maior será o impacto de uma reforma na infraestrutura sobre os fluxos comerciais dele. Para o caso do Brasil, as reformas na infraestrutura física levariam a um aumento de cerca de 25% dos ganhos em termos de fluxos comerciais.

Hoeckman e Nicita (2011) destacaram que os ganhos de exportações dependem de melhoras em áreas que são beneficiadas do setor logístico. Benassi e outros (2015) apontaram para a relevância da inserção dos determinantes geográficos e de infraestrutura para analisarem o desempenho do comércio internacional. Conforme os

autores, é muito importante entender a logística interna e as disposições de intermodalidade e suas conexões com o resto do mundo.

Donaldson (2010; 2018) investigou sobre a infraestrutura de transporte no período colonial das províncias indianas sob uma perspectiva histórica. O autor utilizou um modelo de equilíbrio geral para investigar a influência da infraestrutura sobre o comércio. Os resultados demonstraram que infraestrutura de transporte reduziu os custos de comércio. Cabe ressaltar que o autor considerou o desenvolvimento das redes de rodovias durante a Índia colonial. Maria (2014); Saputra (2014); Koczan e Plekhanov (2013) e entre outros também mostraram que a qualidade da infraestrutura afeta positivamente as exportações dos países.

Os países podem ter estabelecidos reformas para beneficiar dos impactos positivos da liberação comercial, mas se a infraestrutura de portos (aeroportos, estradas e comunicação) for ineficiente, então o desempenho comercial poderá não ser favorável. Os baixos custos de transporte e comércio dependem da qualidade da infraestrutura de transporte e de outros aspectos geográficos que influenciaram direta ou indiretamente no processo de transação comercial. Isso gera o aumento da competitividade regional e impacta de certa forma no desenvolvimento econômico como já foram mostrados por diversos estudos sobre o impacto da infraestrutura na economia como um todo.

Para Sánchez e Wilmsmeier (2005) existe uma relação positiva entre a oferta de infraestrutura e o crescimento econômico. Os autores analisaram a situação da infraestrutura de transporte na América Latina, perceberam que deve haver uma prevenção imediata para políticas nacionais e regionais no setor de transporte devido a carências e situações críticas da infraestrutura. Conforme o estudo, o custo de transporte e comércio na região latino-americana é 40% maior do que a média mundial. Wilmsmeier e outros (2006) usaram os indicadores de eficiência portuária, infraestrutura portuária, participação do setor privado e a conectividade entre portos para verificar os seus impactos nos custos do transporte marítimo internacional. A principal conclusão que foi que esses indicadores têm um impacto significativo sobre os custos de transporte marítimo.

Os custos do transporte dependem ainda de fatores gerais como a distância, a morfologia da superfície atravessada, do tipo de transporte, da natureza e volume das mercadorias. Os avanços e os progressos tecnológicos aplicados aos transportes fazem com que o

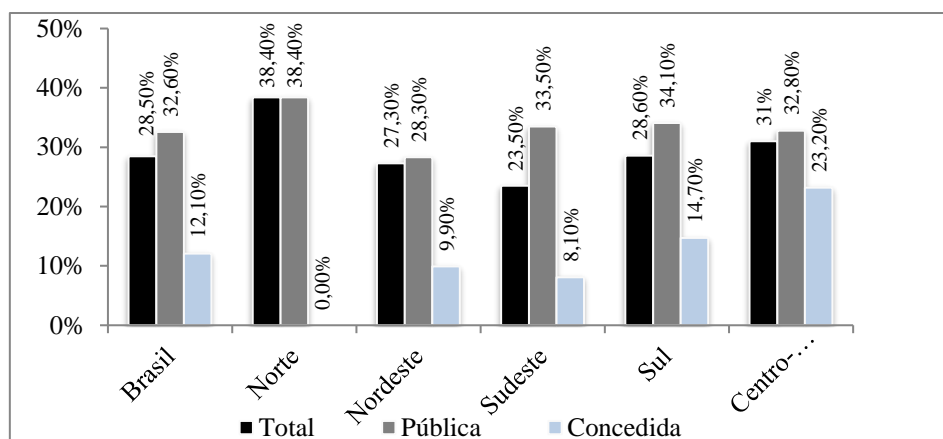
deslocamento se torne mais fácil e com um custo mais baixo. Desse modo, o grau de facilidade no deslocamento de um lugar para outro (acessibilidade) tem aumentado significativamente em termos de tempo ou de custo. Os conceitos “distância-tempo” e “distância-custo” podem ser utilizados para mensurar a distância entre dois pontos. Para estimar o modelo neste trabalho, serão utilizados os dados da evolução da distância-custo entre os Estados e os complexos portuários que possuem 95% de movimentação média das exportações marítimas das 27 Unidades de federação do Brasil.

2.2 INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA NO BRASIL

O Brasil possui uma grande extensão territorial com cinco regiões distintas. O grau de infraestrutura por modal de transporte nos Unidades Federais e/ou nas regiões é bastante desigual. O Brasil possui 219.000 quilômetros de rodovias pavimentadas, 29.000 quilômetros de ferrovias, 19.000 quilômetros de dutovias e 14.000 quilômetros de hidrovias navegáveis. Existe uma enorme dependência no setor rodoviário. Esse modal responde por 2/3 do total transportado no país tanto para o recebimento dos insumos quanto para o *flow* da produção para os mercados interno e externo. A liderança do transporte pelo modal rodoviário faz com que o efeito da variação na qualidade e na eficiência sobre as exportações seja um elemento importante a serem investigados.

A pesquisa CNT (2019) mostra que os custos do transporte são impactados diretamente pelas condições das rodovias, aumentando em média 28,5% o custo operacional no Brasil. A figura 1, mostra que a região Norte tem a maior média (+ de 38%). A pesquisa apontou ainda que em torno de 108.863 km foram avaliados em 2019 de toda a malha federal pavimentada e dos principais trechos estaduais. Foram identificados 797 trechos com pontos críticos caracterizados por quedas de barreira (26 ocorrências), pontes caídas (2 ocorrências), erosões na pista (130 ocorrências) e buracos grandes ocupam a maior quantidade de ocorrências (639).

Figura 1 -Custo operacional do transporte rodoviário por tipo de gestão e regiões



Fonte: Elaboração própria com dados extraídos do relatório da CNT(2019).

A figura 1 mostra que a maior parte das rodovias é liderada pelo governo público no Brasil. De ponto de vista regional, as regiões Norte do Brasil não têm ainda uma gestão concedida (privada). Na região Centro-Oeste existe quasesimetria no aumento dos custos operacionais de transporte rodoviário sob a gestão pública e da gestão concedida. Além disso, a região Sudeste está marcada por um menor aumento, de 8,1% nos custos operacionais para o modal rodoviário. Isso ocorre devido à qualidade da infraestrutura e dos serviços oferecidos pela gestão concedida que atua no setor dentro dos quatro estados no sudeste do Brasil (São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo). A pesquisa CNT(2019) foi realizada em todos os estados brasileiros em 2019, um total de 108.863 quilômetros de rodovias foram avaliados dos quais mais de 59% apresentam algum tipo de problema do Estado Geral. A tabela 1 indica a quantidade de extensão avaliada em km.

Tabela 1 - Classificação do Estado Geral da extensão total avaliada

Estado Geral	Extensão Total	
	KM	%
Ótimo	12951	11.9
Bom	31714	29.1
Regular	37628	34.6
Ruim	19039	17.5
Péssimo	7531	6.9
Total	108863	100

Fonte:Elaboração própria, CNT(2019, p.73).

Uma classificação categórica com cinco níveis (ótimo, bom, regular, ruim e péssimo) de total das extensões avaliadas mostra que as maiores taxas das categorias eram “Regular e Bom” com 34.6 e 29.1% respectivamente. Ao desagregar esta classificação por tipo de gestão, temos o resultado apresentado da tabela 2. Percebe-se ainda que 80% das extensões de rodovias avaliadas foram da gestão pública e sua maior taxa nas categorias

estabelecidas foi Regular com 38% e com 5% de ótimo. A gestão concedida apresenta a maior taxa “ótimo” com 38%, seguida pela categoria “Bom” com 37%.

Tabela 2 -Classificação por tipo de gestão

Estado Geral	Gestão Pública		Gestão Concedida	
	KM	%	KM	%
Ótimo	4513	5%	8438	38%
Bom	23655	27%	8059	37%
Regular	32577	38%	5051	23%
Ruim	18596	21%	443	2%
Péssimo	7443	9%	88	0%
Total	86784	100%	22079	100%

Fonte: Elaboração própria,CNT(2019, p.90).

O relatório da pesquisa CNT de Rodovias aponta também que em 2019, 59% da extensão dos trechos avaliados apresentam problemas. A tendência está piorando porque no ano precedente, o percentual foi 57%. Comparando os dados avaliados para esses dois anos, os problemas estão concentrados em 50,9% com problema da situação do pavimento, 44,7% da sinalização e da geometria da via foi 75,7% para o ano de 2018 e no ano seguinte, a avaliação foi 52,4%, 48,1% e 76,3% com problemas respectivamente.

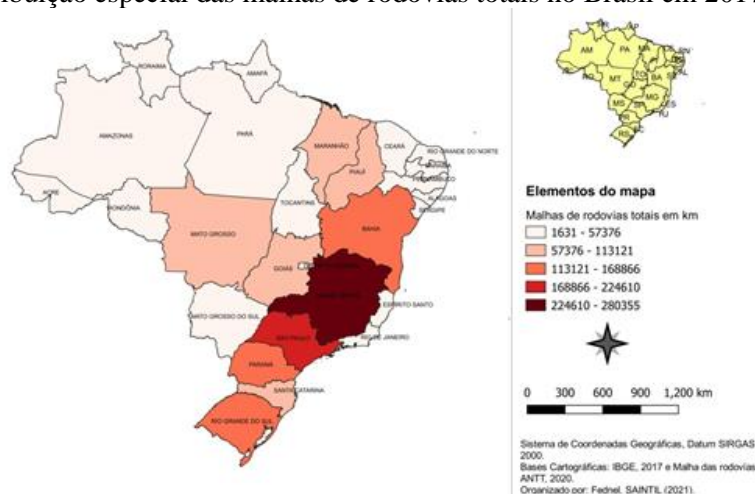
2.2.1 Distribuição Espacial das Malhas de Rodovias no Brasil

O Brasil apresentava em 2017 um total de 1.720.701 km de malhas de rodovias conforme os dados da ANTT (2020). O estado de Minas Gerais lidera o ranking das unidades de federação com a taxa maior de malhas de rodovias totais (16.29%), totalizando 280.355,2 km. O Distrito Federal registra a menor taxa de participação das malhas de rodovias com menos de 1%. Nas próximas figuras, faremos o mapeamento para ver como se comporta a distribuição espacial da rede de estradas totais, pavimentadas e não pavimentadas do Brasil.

A figura 2apresenta participação da distribuição espacial das malhas de rodovias(estradas não pavimentadas + pavimentadas) no Brasil em 2017. De modo geral, os estados Sudeste e Sul apresentavam a maior rede de estrada no Brasil. A Região Sudeste desempenha um papel muito importante na rede de estradas cuja maior participação era do Estado de Minas Gerais, seguido pelo Estado de São Paulo. Cabe ressaltar que não é por acaso os estados da região Sudeste lideram as exportações do país,então a ampla malha de rodovias

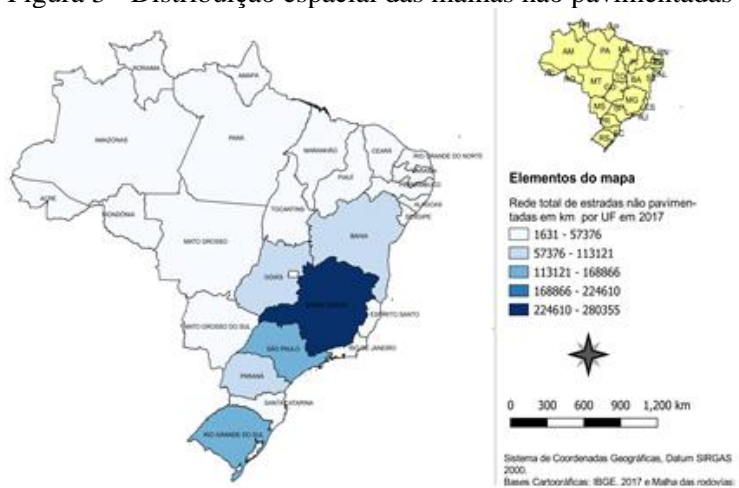
certamente ocupa um papel central nesse desempenho das exportações dos estados sulistas.

Figura 2 - Distribuição espacial das malhas de rodovias totais no Brasil em 2017



Fonte: Elaboração própria, Bases Cartográficas – IBGE, 2017 e Malhas rodovias: ANTT, 2020.

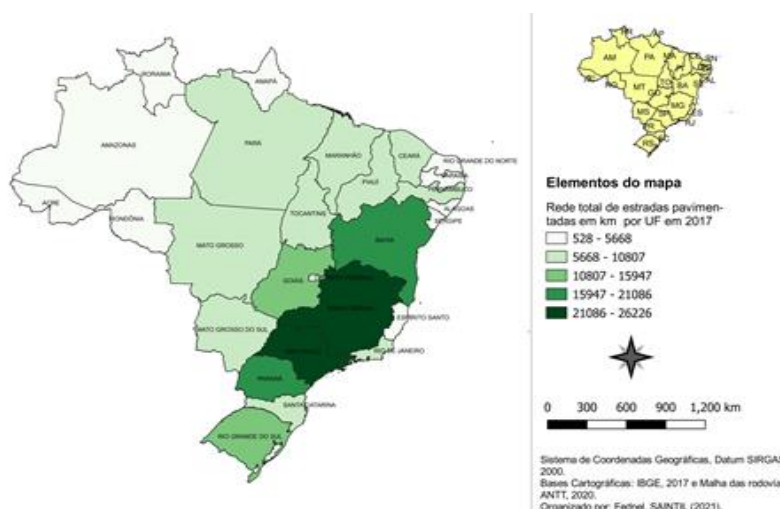
Figura 3 - Distribuição espacial das malhas não pavimentadas



Fonte: Elaboração própria, Bases Cartográficas – IBGE, 2017 e Malhas rodovias: ANTT, 2020.

Conforme a figura 3, mais uma vez, os estados de Minas Gerais e São Paulo têm liderado as estatísticas para as malhas não pavimentadas. O mesmo ocorre para a malha de estradas pavimentadas, conforme a figura 4. No entanto, entende-se que o desempenho das exportações para as regiões depende estritamente do potencial infraestrutura existente.

Figura 4 - Distribuição da Rede das estradas pavimentadas



Fonte:Elaboração própria, Bases Cartográficas – IBGE, 2017 e Malhas rodovias - ANTT, 2020.

Em síntese, os estados no Sudeste (MG e SP) têm liderado as estatísticas referentes à disponibilidade de estradas e rodovias no Brasil. O estado Rio Grande do Sul tem também uma rede de estrada não pavimentada significativa conforme os valores apresentados. Os estados da região Norte apresentam a menor rede de estradas no país, em média conforme as figuras apresentadas.

2.3 QUALIDADE DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE

O Brasil ocupava o 71º entre 141 países no ranking de competitividade global do Fórum Econômico Mundial (*World Economic Forum* - WEF). Nesse contexto, o país tem um desempenho abaixo dos países vizinhos em relação à oferta de serviços de transporte através de rodovias. A variável rodovia, no ranking do relatório do GCI, compõe dois índices²: conectividade entre as maiores cidades do país e qualidade da via.

Tabela 3 -Ranking dos eixos da infraestrutura de transporte do Brasil em 2019.

Perfil da Infraestrutura de transporte do Brasil	Valor	Classificação /141
---	--------------	---------------------------

² Nota: a) Pontuação no Índice de conectividade rodoviária, que mede a velocidade média e a retidão de um itinerário de carro que conecta as 10 ou mais das maiores cidades que, juntas, concentram pelo menos 15% da população total da economia. A escala varia de 0 a 100 (excelente).

b) Resposta à pergunta da pesquisa “No seu país, qual é a qualidade (extensão e condição) da infraestrutura rodoviária?” [1 = extremamente ruim - entre as piores do mundo; 7 = extremamente bom - entre os melhores do mundo] | Média ponderada de 2018– 2019 ou período mais recente disponível.

Conectividade rodoviária 0-100 (melhor)	76.1	69
Qualidade da infraestrutura rodoviária 1-7 (melhor)	3.0	116
Densidade ferroviária km/1000km ²	3.6	78
Eficiência dos serviços de trem 1-7 (melhor)	2.5	86
Eficiência dos serviços de transporte aéreo 1-7 (melhor)	4.4	85
Conectividade de transporte marítimo de 0 a 100 (melhor)	38.2	48
Eficiência dos serviços do porto marítimo 1-7 (melhor)	3.2	104

Fonte:Elaboração própria com base do relatório GCI, Schwab (2019).

A tabela 3 mostra o desempenho da infraestrutura brasileira para o ano 2019 em alguns eixos e apresenta na segunda coluna o valor do desempenho e a terceira coluna apresenta as respectivas classificações no ranking dos países analisados. O desempenho da qualidade da infraestrutura rodoviária do Brasil numa escala de 1 a 7 contabiliza um valor de 3.0. Isso faz com que o país ocupa o 116º lugar entre os 141 países avaliados. Em relação à conectividade rodoviária, na mesma escala, o Brasil tem um valor igual a sua pontuação 76.1. Entretanto, no resultado do ranking, o país ocupa a 69ª posição entre os países que foram avaliados pelo Schwab (2019) no relatório do GCI. Em seguida, a tabela 4 mostrará a pontuação do Brasil e de alguns países no Ranking da infraestrutura de transporte no mesmo ano 2019³:

³Nota*: Infraestrutura de transporte numa escala de 0-100. A pontuação de cada país é a média das seguintes variáveis: Conectividade da estrada 0-100 (melhor); qualidade da infraestrutura rodoviária 1-7 (melhor); densidade da ferrovia km/1000 km; Eficiência dos serviços de trem 1-7 (melhor); Pontuação de conectividade do aeroporto; Eficiência dos serviços de transporte aéreo 1-7 (melhor); Conectividade de remessa regular 0-100 (melhor) e por fim, Eficiência dos serviços portuários.

Observação: A China ocupa o 24º lugar com uma pontuação de 68.9 em média de infraestrutura de transporte em 2019 no ranking de 141 países. Portanto, os EUA estavam a 12ª posição com uma média de 79.6 de acordo com o relatório GCI de Schwab (2019).

Tabela 4 - Ranking e pontuação da infraestrutura de transporte dos países em 2019

Rank/141	Países	Pontuação
1º	Cingapura	91.7
2º	Holanda	89.2
3º	Hong Kong	89.0
4º	Japão	87.8
5º	Coreia	87.6
6º	Suíça	87.5
7º	Alemanha	84.3
8º	Emirados Árabes Unidos	84.1
9º	Espanha	83.6
10º	França	82.6
51º	México	57.4
54º	Chile	56.6
78º	Argentina	47.7
85º	Brasil	45.6
90º	Uruguai	44.2
92º	Colômbia	43.8

Fonte: Elaboração própria com base do relatório do GCI, Schwab (2019).

Conforme os dados da tabela 4, a Cingapura lidera o ranking com uma pontuação média de 91.7 numa escala de 1 a 100, enquanto o Brasil ocupou o 85º lugar com uma pontuação abaixo da média mundial. Os países vizinhos do Brasil tiveram desempenho melhor para esse mesmo indicador de infraestrutura. Como pode ser observado pela tabela, o México ocupa o 51º lugar, Chile (54º) e Argentina (78º). Elesse apresentam mais competitivos do que o Brasil para este indicador analisado. No entanto, pode-se afirmar que todos os países latino-americanos se encontram abaixo da média mundial.

Tabela 5 - Competitividade da infraestrutura de transporte no Brasil e sua classificação do mundo em 2013

2º pilar: infraestrutura	valor	Rank/148
Qualidade da infraestrutura geral	3,4	114
Qualidade das estradas	2,8	120
Qualidade da infraestrutura ferroviária	1,8	103
Qualidade da infraestrutura portuária	2,7	131
Qualidade da infraestrutura de transporte aéreo	3,3	123
Assento de avião disponível km/semana, milhões*	3 780,6	9

Fonte: Elaboração própria com base no relatório da GCI, Schwabe outros, (2013).

A tabela 5 mostra que no caso na qualidade de estradas o país brasileiro fica em 120º lugar entre os 148 países avaliados. Parece-nos que esta é uma posição crítica para o país. Esse desempenho ruim da infraestrutura de transporte tem impacto direto e indireto nos custos de transporte e de comércio. Em 2013 o Brasil ocupava o 120º lugar no ranking de 148 países, para o índice de qualidade de estradas, com uma média de 2.8, enquanto a

média mundial era 4. Em 2019, o país passou para 116ª posição sob 141 com uma média de 3.0. Os dados deixam claro que é preciso urgentemente ter mais investimentos públicos e privados no setor para melhorar os serviços nas estradas para que o país possa se tornar mais competitivo no mercado internacional. A tabela 6 nos mostra as diferenças na classificação para o Brasil e alguns países da região e do mundo da competitividade global

Tabela 6 -pontuação dos países na competitividade global 2018-2019 conforme GCI⁴

Ano 2018			Ano 2019		
Rank /140	Países	Pontuação	Rank/141	Países	Pontuação
1	Estados Unidos	85.6	1	Cingapura	84.8
2	Singapura	83.5	2	Estados Unidos	83.7
3	Alemanha	82.8	3	Hong Kong	83.1
4	Suíça	82.6	4	Holanda	82.4
5	Japão	82.5	5	Suíça	82.3
6	Holanda	82.4	6	Japão	82.3
7	Hong Kong	82.3	7	Alemanha	81.8
8	Inglaterra	82	8	Suécia	81.2
9	Suécia	81.7	9	Inglaterra	81.2
10	Dinamarca	80.6	10	Dinamarca	81.2
11	Finlândia	80.3	11	Finlândia	80.2
12	Canadá	79.9	12	Taiwan, China	80.2
13	Taiwan, China	79.3	13	Rep. Coreia	79.6
14	Austrália	78.9	14	Canadá	79.6
15	Rep. Coreia	78.8	15	França	78.8
16	Noruega	78.2	16	Austrália	78.7
17	França	78	17	Noruega	78.1
18	Nova Zelândia	77.5	18	Luxemburgo	77
19	Luxemburgo	76.6	19	Nova Zelândia	76.7
20	Israel	76.6	20	Israel	76.7
28	China	72.6	28	China	73.9
33	Chile	70.3	33	Chile	70.5
46	México	64.4	40	México	64.9
53	Uruguai	62.7	54	Uruguai	63.5
55	Costa Rica	62.1	57	Colômbia	62.7
60	Colômbia	61.6	62	Costa Rica	62
63	Peru	61.3	65	Peru	61.7
64	Panamá	61	66	Panamá	61.6
72	Brasil	59.5	71	Brasil	60.9

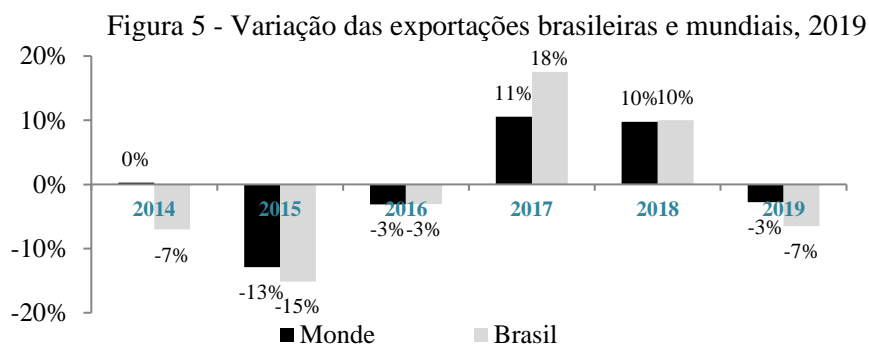
Fonte: Elaboração própria com base nos relatórios do GCI de Schwab,(2018; 2019).

Na competitividade global dos países para os dois últimos anos, é importante observar os países vizinhos da América Latina, ainda muitos têm um desempenho relevante e superior ao do Brasil. Nosso país tem dificuldades para ocupar boa posição no ranking da competitividade mundial devido à baixa qualidade das estradas e da conectividade das rodovias e também do baixo grau de infraestrutura praticamente em todos os eixos de transporte.

⁴ Nota*: O índice de Competitividade Global 4.0 captura os determinantes do crescimento de longo prazo e mede a competitividade nacional - definida como o conjunto de instituições, políticas e fatores que determinam o nível de produtividade.

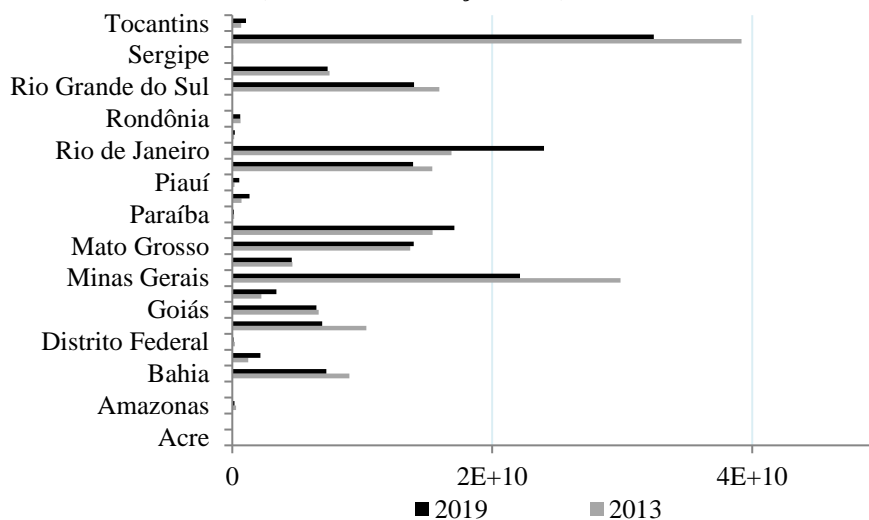
2.4 AS EXPORTAÇÕES MARITIMAS DO BRASIL

As exportações se constituem num importante determinante do crescimento econômico mundial nos últimos anos. Ao analisar os parceiros comerciais e os respectivos destinos das exportações por unidade da federação no Brasil, verifica-se que os estados das regiões Sul, Sudeste e alguns no Nordeste têm número de parceiros significativos. A facilidade de acesso ao mar talvez seja uma das razões para explicar o desempenho desses estados nessas estatísticas. No entanto, outros fatores como a distância entre os portos, o tamanho da população, PIB, PIB per capita, nível de infraestrutura, dentre outros, se constituem em importantes determinantes das exportações. As taxas de variação das exportações tiveram uma tendência decrescente tanto para o Brasil e resto do mundo em 2019, quando reduziu 7% para o Brasil e -3% para o mundo, conforme a figura 5.



Fonte:Elaboração própria com base dos dados da UNCTAD (2020).

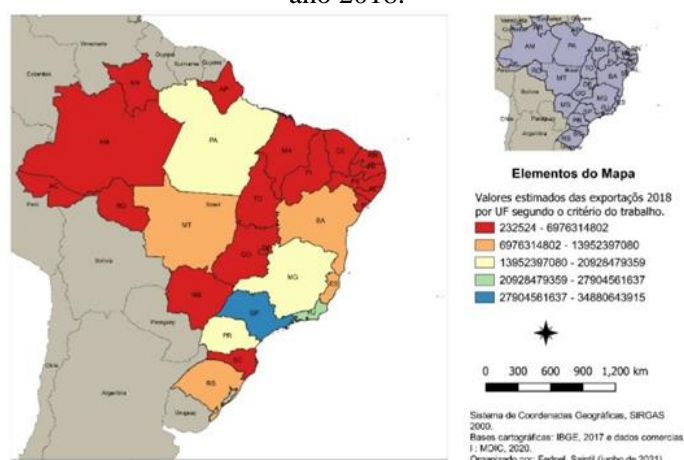
Figura 6 - valor total das exportações correntes (US\$) por via marítima nos portos brasileiros (95% movimentação total), 2013-2019



Fonte: Brasil, 2020. Elaboração própria.

A figura 6 apresenta o comportamento do volume das exportações das 27 unidades de federação brasileira. Os estados da região Sudeste (São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais) lideram os maiores valores. A figura 7 apresenta a distribuição espacial do volume das exportações marítimas brasileiras para o ano de 2018. O estado de São Paulo (azul) lidera o ranking das exportações marítimas brasileiras com um valor estimado de mais de US\$ 34 bilhões, aproximadamente 19% do total nacional 2018. O menor valor ocorreu no estado de Roraima na região Norte do país com um valor estimado US\$ 232,5 milhões, menos de 1% do total nacional.

Figura 7 - Distribuição de volume das exportações marítimas brasileiras (US\$) correntes para o ano 2018.



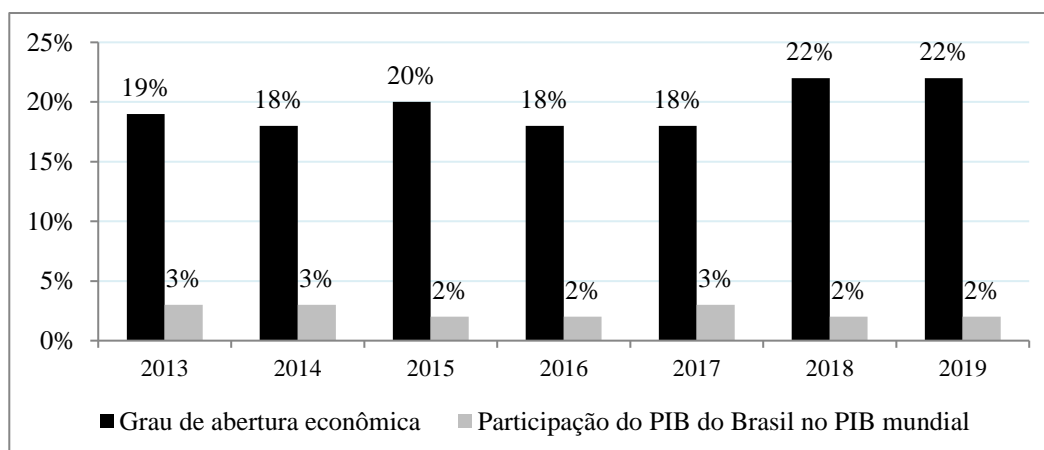
Fonte: Elaboração própria, Bases Cartográficas, IBGE, 2017 e do Brasil, 2020

2.4.2 Produto Interno Bruto e Abertura Econômica

Os estudos empíricos apontam que economias mais abertas ao comércio exterior tendem a crescer mais em média. A economia brasileira é consideravelmente fechada no mercado internacional e o país não consegue desempenhar um papel relevante na sua representação nas cadeias globais de valores. No entanto, o PIB brasileiro representa em média 2,0% PIB mundial em 2019, enquanto o seu grau de abertura⁵ econômica era 22%. O país apresenta grau de abertura muito menor comparando aos principais países desenvolvidos. A figura 8 ilustra a evolução desses dois índices ligados à realidade econômica brasileira e com seu desempenho no período a ser estudado.

Figura 8 - Grau de abertura econômica e Participação do Brasil no PIB mundial

⁵O grau de abertura econômica de um país ao comércio internacional é dado pela soma do valor das exportações e das importações de bens e serviços, dividida pelo valor de todos os bens e serviços produzidos (PIB) nesse mesmo país, durante determinado ano.



Fonte: Brasil,2020 e dados de PIB do World Bank,2020.Elaboração própria.

Tendo em vista esses elementos apresentados a nível estadual, regional e para todo território brasileiro, conseguiu-se ter uma visão superficial,de certa forma, nos ajudaram a entender de alguma forma a realidade de infraestrutura de transporte do país e do desempenho de alguns indicadores macroeconômicos (PIB, grau de abertura econômica, valor total das exportações, comportamento do país no ranking mundial da infraestrutura de transporte, etc.). Então, prosseguimos com o próximo capítulo revisando as principais referências teóricas da metodologia adaptada para alcançar o objetivo desta pesquisa.

3 MODELO ECONOMETRICO GRAVITACIONAL

Esta seção apresenta a evolução da aplicação do modelo gravitacional no campo da economia internacional. A seção 3.1 aborda sobre a origem e aplicação do modelo e apresenta também as equações tradicionais e a subseção 3.1.1 apresenta algumas considerações de críticas ao modelo. A seção 3.2 divide em duas subseções nas quais a primeira 3.2.1 faz uma abordagem de referência às principais literaturas internacionais e a outra 3.2.2 relata algumas aplicações relevantes do modelo a nível nacional.

3.1 ORIGENS, EVOLUÇÃO E APLICAÇÕES DO MODELO ECONOMETRICO GRAVITACIONAL

As literaturas analisadas sobre comércio internacional apontam o uso de vários métodos para analisar e/ou investigar os fluxos entre parceiros comerciais, os custos de transporte e comércio e seus determinantes. Dentre eles, o modelo gravitacional vem sendo usado como referencial devido à multiplicidade de sua aplicação na modelagem do comércio internacional. Este modelo também é usado no estudo dos determinantes de diversas outras áreas, como: fluxos migratórios (Ravenstein, 1885); investimentos estrangeiros diretos (Keller; Yeaple, 2009), ou determinantes dos fluxos de capital internacional (por exemplo, Portes; Rey, 2005). Introduzido por Isard (1960) no início da década 60, com a finalidade de calcular a potencialidade da mobilidade dos trabalhadores nas diferentes regiões dos Estados Unidos, na mesma década, economistas da área internacional começaram a utilizar o modelo gravitacional com o objetivo de formalizar, reproduzir e prever interações dos fluxos comerciais entre origens e destinos. Tinbergen (1962) foi um dos pioneiros que utilizou o modelo gravitacional no campo da economia estudando os fluxos de trocas internacionais com dados do tipo *crosssection*. Pöyhönen (1963) e Linneman (1966) aplicaram o modelo gravitacional na economia para estimar o fluxo de comércio bilateral entre dois países.

A ideia principal do modelo é que a distribuição de interações entre regiões depende das forças de atração e repulsão entre elas. Ele foi criado por analogia à lei da gravidade universal de Isaac Newton do século XVII, cuja força atrativa de dois corpos (F) é diretamente proporcional ao produto das suas massas (m_1) e (m_2) e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles (d^2), onde um parâmetro k representa o valor da constante de atração gravitacional. Dessa forma, pode-se escrever a equação tradicional do modelo gravitacional da seguinte:

$$F = k \left(\frac{m_1 m_2}{d^2} \right) \quad (1)$$

Os primeiros modelos gravitacionais estimados em economia internacional foram apenas uma simples transposição da lei da gravidade newtoniana com X_{ij} fluxos comerciais bilaterais entre os dois países i e j ; Y_i e Y_j representam o PIB dos países i e j , respectivamente; D_{ij} é a distância entre os dois países; e δ uma constante.

$$X_{ij} = \left(\delta \frac{Y_i^\alpha Y_j^\beta}{D_{ij}^\gamma} \right) \quad (2)$$

Analogicamente, partindo do pressuposto da lei gravidade newtoniana, o modelo gravitacional do comércio sustenta a ideia de que os fluxos de comércio entre duas regiões (ou países) são proporcionais ao produto de seus respectivos PIBs e inversamente proporcionais à distância entre eles.

A distância no modelo era considerada originalmente como distância geográfica entre duas unidades (cidades, estados, países, etc.). Entretanto, outras variáveis passaram a ser utilizadas, tais como: custos de transporte, custos de contrato, tarifas e impostos, de informação ou de distribuição, idioma comum ou passado colonial. Estas são possíveis formas de barreiras comerciais, que posteriormente foram incorporadas no modelo gravitacional como *proxies*.

O termo μ é usado para representar uma variável residual aleatória, denominado erro, e que incorpora todos aqueles fatores que não estão presentes no modelo econométrico. A complexidade das relações de interdependência pode afetar o comércio internacional entre dois países. Então, a equação ficará assim com a inclusão do termo de erro:

$$X_{ij} = \left(\delta \frac{Y_i^\alpha Y_j^\beta}{D_{ij}^\gamma} \mu_{ij} \right) \quad (3)$$

A equação 3 pode ser expressa em forma logarítmica:

$$\ln X_{ij} = \ln \left(\delta \frac{Y_i^\alpha Y_j^\beta}{D_{ij}^\gamma} \mu_{ij} \right) \quad (4)$$

Pode-se estimar os parâmetros pelos métodos mínimos quadrados ordinários (MQO) (Gujarati; Porter, 2011; Greene, 2003), com base na equação (5):

$$\ln X_{ij} = \ln \delta + \alpha \ln Y_i + \beta \ln Y_j - \gamma \ln D_{ij} + \mu_{ij} \quad (5)$$

Os termos α , β e γ são os coeficientes. As hipóteses genéricas do modelo gravitacional pressupõem que os termos α e β terão sinais positivos, e γ estimado seja negativo. Seguindo Gujarati e Porter (2011), a transformação logarítmica permite que o coeficiente angular α expresse mudança percentual em X_{ij} para uma mudança percentual em Y_i , ou seja, a elasticidade de X_{ij} em relação à Y_i .

Segue a equação usual do modelo com as principais variáveis:

$$\ln X_{ij} = \ln \delta + \alpha \ln Y_i + \beta \ln Y_j - \gamma \ln D_{ij} + \theta_1 \text{front}_{ij} + \theta_2 \text{Pref}_{ij} + \mu_{ij} \quad (6)$$

O modelo econométrico gravitacional dos trabalhos pioneiros na década de 1960 mostrou uma relação negativa entre as exportações de um país e a distância entre ele e seus parceiros comerciais. Os modelos relacionavam as exportações (X) do país i para o país j , com os seus respectivos PIB (Y_i e Y_j), a distância entre os parceiros comerciais (D_{ij} , em milhares de milhas), variável indicadora que informa sobre a presença de fronteira (*front*) e uma variável categórica de política comercial ($Pref_{ij}$) dependendo se os bens do país i receberam tratamento preferencial pelo país j .

A equação mais utilizada nos trabalhos considera ainda que os bens são diferenciados por local de origem e que as preferências do consumidor são homotéticas, idênticas entre nações e aproximadas por uma função de utilidade do tipo CES, conforme a expressão simplificada (7):

$$\ln X_{ij} = \delta + \alpha \ln Y_i + \beta \ln Y_j + \theta_1 \sum_{m=1}^M \ln \phi_{mij} + \mu_{ij} \quad (7)$$

A mudança em relação às demais equações está em ϕ_{mij} , que representa um conjunto de m variáveis observáveis que afetam os custos de comércio (por exemplo, distância entre os países, tarifas e medidas não tarifárias, acordos comerciais, entre outras).

3.1.1 Críticas ao Modelo Gravitacional

Esse modelo sofreu algumas críticas devido à ausência de fundamentos teóricos que justificassem os resultados empíricos, ao mesmo tempo em que havia a suposição implícita da perfeita substituição de bens e a verificação da paridade do poder de compra. No entanto, as aplicações do modelo ganharam forças gradualmente (Anderson, 1979; Bergstrang, 1985, 1989; Hummels; Levinsohn, 1995 e Deardoff, 1998). Anderson (1979) derivou uma equação de gravidade e gerou uma generalização da equação de gravidade empregando um sistema de gasto baseado no pressuposto de preferências do tipo Cobb-Douglas e a função de utilidade (CES) com os produtos diferenciados por lugar de origem, considerando a distância como variável representante dos custos de transporte.

Bergstrand (1985, 1989) desenvolveu seu modelo a partir da inclusão de fundamentação microeconômica construindo um modelo de equilíbrio geral do comércio mundial derivado de um comportamento de maximizar a utilidade e o lucro dos indivíduos sob a suposição de um único fator de produção em cada país. Através de uma extensão do

modelo de Anderson, o autor estima o modelo a partir do sistema de equilíbrio parcial ao considerar a diferenciação de produto de cada país, o que leva a uma substituição perfeita entre os produtos comercializados internacionalmente tendo como base o teorema de Heckscher-Ohlin e considerando índices de preços para cada país.

Helpman e Krugman (1985) derivaram o modelo gravitacional para aplicação da Teoria das Vantagens Comparativas. Os autores introduzem a teoria dos retornos crescentes de escala em países industrializados, além da diferenciação de produtos. Deardoff (1998) mostrou que um modelo gravitacional pode derivar uma teoria tradicional das proporções dos fatores de comércio e derivou uma relação do tipo gravidade. O autor mostra empiricamente que o modelo gravitacional pode surgir de vários modelos teóricos de comércio internacional.

Festoc (1997) gerou uma nova equação da gravidade baseada na abordagem de Bergstrand para avaliar o potencial de comércio entre a UE⁶ e os PECO⁷. O trabalho inclui componentes de preços como variáveis explicativas (Fontagné *et al.*, 1999)⁸. Enquanto Bergstrand incorporou variáveis de preço e taxa de câmbio na equação da gravidade, este introduziu dotações de capital e fatores de trabalho e renda *per capita*. Mais recentemente, Eaton e Kortum (2002) fizeram com que a interpretação do modelo gravitacional se desse através da Teoria de Ricardo para o comércio internacional, ao incorporarem questões de tecnologias diferenciadas entre países.

3.2 DEFINIÇÃO DO MODELO TEÓRICO ADOTADO NO TRABALHO

3.2.1 Literaturas Internacionais

Dentre as contribuições que aplicam o modelo gravitacional para assuntos relacionados à economia internacional, a ligação entre custos de transporte e comércio tem recebido atenção crescente nos últimos anos. Dentre os trabalhos mais recentes, destaca-se Hummels (1999), que apresentou evidências diretas e indiretas sobre as barreiras comerciais do comércio internacional, considerando uma geografia abrangente dos custos comerciais. O autor caracterizou os custos de comércio implícitos nos fluxos de comércio

⁶UE: União Europeia

⁷PECO: Países da Europa Central e Oriental

⁸FONTAGNE, Lionel; FREUDENBERG, Michael; PAJOT, M. Le potentiel d'échanges entre l'Union européenne et les PECO : un réexamen. *Revue Économique*, p.1139 – 1168, 1999.

e uma partição desses custos em três componentes: custos explicitamente medidos (tarifas e frete), custos associados a variáveis proxy comuns e custos implícitos, mas não medidos.

Limao e Venables (2001) investigaram a dependência dos custos de transporte na geografia e infraestrutura para o comércio bilateral. De acordo com a conclusão desse trabalho e outros, o acesso ao mar e a eficiência portuária são outras variáveis destacadas que possam influenciar o custo e fluxos de comércio. De fato, a posição de um país sem acesso ao mar (litoral) implica negativamente nos fluxos comerciais. Clarke e outros (2004) mostram que a eficiência portuária é um determinante importante dos custos de transporte e a eficiência portuária pode ser explicada pela regulamentação excessiva, a prevalência do crime organizado e a dotação de infraestrutura geral do país. Baier e Bergstrand (2009) adotaram uma expansão da série de Taylor para resolver uma equação de gravidade de forma reduzida simples, mostrando uma relação teórica transparente entre os fluxos de comércio bilateral, receitas e custos de comércio, com base no modelo em Anderson e Van Wincoop (2003) incluindo termos de resistência multilateral exógena.

Carrère e outros (2013) avaliaram o efeito da distância na elasticidade dos fluxos comerciais usando um grande banco de dados exclusivo de 124 países de 1970 a 2006. Os autores concluíram que este efeito pode ser avaliado apenas nos países de baixa renda que exibem um efeito significativo de aumento da distância em seu comércio de cerca de 20% entre 1970 e 2006. Arvis e outros (2012; 2018) apresentam descobertas sobre o conjunto de dados de índice de Desempenho Logístico (LPI) e seus indicadores componentes, sobretudo, as iniciativas de infraestrutura e facilitação do comércio que desempenham um papel importante na garantia de conectividade básica e acesso a portas de entrada para a maioria dos países em desenvolvimento. Bensassie e outros (2015) aplicaram o modelo gravitacional para estimar as exportações bilaterais de 19 regiões espanholas para 64 destinos (45 países e 19 regiões espanholas) com dados para o período 2003–2007. Os resultados mostram que a logística (a qualidade das infraestruturas e a sua difusão, a distribuição e capacidade geral dos meios logísticos de um país) é de fato importante para a análise dos fluxos de comércio de mercadorias.

Brodzickie e outros (2018) aplicaram o modelo gravitacional para investigar os determinantes da intensidade do comércio exterior das regiões polonesas (NUTS-2) no

período de 1999 a 2011. A estimação do modelo de efeito semi-misto com o método de pseudo-máxima verossimilhança (PPML) de Poisson mostrou que as regiões metropolitanas, *ceterisparibus*, comercializam com mais intensidade.

Mourae e outros (2018) adotaram uma abordagem dos Modelos de Interação Espacial para analisar o impacto das mudanças nos padrões do comércio internacional sobre o uso da infraestrutura. Nesse estudo, os autores utilizaram dados da distribuição inter-portuária das exportações espanholas em 2000 e 2015 e os resultados encontrados sugeriram que o destino dos fluxos influencia a distribuição interior dos fluxos de *containers espanhóis* e, conseqüentemente, que a utilização da infraestrutura de transporte terrestre tem evoluído de acordo com o padrão geográfico do comércio externo.

Conforme a maioria das literaturas empíricas analisadas sobre os custos de transporte, percebe-se que o custo do comércio e transporte tem sido correlatado por fatores geográficos, particularmente, a distância. Vale salientar que os autores Martínez-Zarzoso e Nowak-Lehmann (2007) observaram que a variável distância é uma *proxy* insuficiente ou pobre para os custos de transporte marítimo. Ainda nos estudos de Martínez-Zarzoso e Suárez-Burguet (2005) e também de Korinek e Sourdin (2009) mostraram que a taxa de frete pode ser tratada como uma variável endógena, por causa de sua relação entre os custos de transporte e comércio. Além disso, Cassey (2011) concentra-se nos dados de exportações dos EUA observados em 2003 e mostra a importância de analisar a ligação entre as características geográficas, afetadas pelo sistema de transporte, e o comércio internacional e o autor sugere que tal análise fornece mais insights a respeito do estudo dos custos de transporte. No obstante, Tiller e Thill (2017) aplicaram um modelo para avaliar melhor se os custos de transporte estão agindo como barreiras comerciais na América do Sul. Então, como pode ser observado nos parágrafos anteriores que existe uma literatura rica com contribuições relevantes relacionados ao tema deste estudo, porém dentro do Brasil não tem ainda muitas pesquisas feitas adotando a abordagem desta pesquisa.

3.2.2 Revisão das Literaturas Nacionais

O trabalho de Bottasso e outros (2018) adotou o modelo gravitacional, com dados para o período 2009-2012, dos 30 mais importantes parceiros comerciais do Brasil. As

exportações e importações dos estados brasileiros permitiram a análise do impacto da infraestrutura portuária sobre o desempenho do comércio internacional do país. Os resultados mostram que um aumento na infraestrutura portuária está associado a grandes aumentos nas exportações brasileiras, enquanto o impacto sobre as importações é mais misto e geralmente menor.

O trabalho de Porto (2002) avaliou o impacto do MERCOSUL nas regiões de Brasil de 1990 a 1998. Os resultados mostraram que as regiões Sul e Sudoeste tiveram impactos mais significativos do Mercosul, enquanto que as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste tiveram menos benefícios do Mercosul. Santos (2004) estudou a dinâmica origem-destino dos fluxos turísticos a partir de suas variáveis/fatores causais. Mata e outros(2008), com o objetivo de conhecer os fatores que afetam as exportações de produtos agropecuários brasileiros, bem como conhecer de forma mais clara os fatores que afetam as exportações de produtos agropecuários. Magalhães e Domingues (2008) analisaram os fluxos de comércio entre os estados para entender as relações inter-regionais e intersetoriais, e suas implicações do ponto de vista do desenvolvimento regional. Lusin Jr e Azevedo (2009) analisaram o efeito fronteira do Brasil e de suas regiões para o ano de 1999. O resultado indicou que o efeito fronteira implica o viés do comércio doméstico em comparação ao comércio internacional. Guilhoto e outros (2015) utilizaram o modelo gravitacional para estimar as exportações dos estados brasileiros, considerados entidades comerciais em termos tradicionais de valor bruto e valor adicionado. Os resultados mostraram que os principais determinantes do comércio apresentam elasticidades semelhantes quando as exportações são estimadas em valor bruto ou em valor adicionado (rossi *et al.*, 2016).

Este capítulo mostrou uma breve historicidade da evolução do modelo gravitacional, sobretudo nos campos da economia internacional, de transporte e regional. Ele apresentou a origem da equação fundamental de gravidade e suas derivadas ao longo da sua aplicação aos estudos nas últimas décadas. Fez uma revisão de literatura sobre a infraestrutura de transporte e suas abordagens e aplicações mais relevantes tanto ao nível internacional quanto nacional.

4 METODOLOGIA E BASE DE DADOS

Este capítulo apresenta a especificação do modelo gravitacional utilizado. A seção 4.1 apresenta a estratégia de estimação. As subseções 4.1.1, 4.1.2 e 4.1.3 apresentam especificação do modelo e da estimação com efeitos fixos e método Poisson *Pseudo Maximum Likelihood*, respectivamente. A seção 4.2 indica o modelo proposto da estimação deste trabalho.

4.1 ESTRATÉGIAS EMPÍRICAS DE ESTIMAÇÃO

Este trabalho faz aplicação das abordagens mais recentes na estimação de modelos gravitacionais, com a possibilidade de substituição dos termos de resistência multilateral (TRM) (Anderson; Van Wincoop, 2003) por efeitos fixos (Oliveiro; Yotov, 2012), e considerando as recomendações de Silva e Tenreyro (2006) para estimar o modelo gravitacional. Os procedimentos foram diretamente adaptados de Artuce e outros (2014).

4.1.1 Especificação do Modelo Conforme Anderson e Wincoop

O modelo econométrico utilizado neste trabalho é inspirado do modelo de gravidade de Anderson e Van Wincoop (2003) e que foi construído com base em uma revisão do estudo

de McCallum (1995)⁹. Trata-se de uma função do tipo CES com especificações no estilo Armington, onde cada país se especializa na produção de uma variedade. Essas variedades são assim diferenciadas de acordo com a origem do país produtor. Para entender como a heterocedasticidade pode gerar resultados enviesados e ineficientes, considera-se a forma estocástica e não linear do modelo teórico, com um termo de erro multiplicativo, proposta por Anderson e Van Wincoop (2003).

$$X_{ij} = \frac{Y_i Y_j}{Y^w} \left[\frac{t_{ij}}{P_i P_j} \right]^{1-\alpha} \mu_{ij} \quad (8)$$

Na equação (8), X_{ij} são as exportações da região i para a região j ; Y_i e Y_j são a produção interna bruta nas regiões i e j ; D_{ij} é a distância entre as regiões i e j ; Y^w é representa o PIB mundial; $(1 - \alpha)$ é a elasticidade de substituição entre os parceiros comerciais; t_{ij} são os custos de comercio; P_j é a resistência multilateral externa, que captura o fato de que as exportações do país j para o país i dependem dos custos comerciais em todos os possíveis mercados de exportação; P_i é resistência multilateral interna, que também captura a dependência do país j das importações do país i sobre os custos comerciais em todos os possíveis fornecedores do mundo e finalmente; μ_{ij} é o termo de erro estocástico.

Tomando o logaritmo da Equação (8), obtém-se o modelo gravitacional da função CES log-linearizado. Como demonstra na equação (9):

$$\ln X_{ij} = \ln Y_i + \ln Y_j - \ln Y^w + (1 - \alpha) [\ln t_{ij} - \ln P_i - \ln P_j] + \ln \mu_{ij} \quad (9)$$

Na equação (9) X_{ij} são as exportações do estado i (origem) para o país j (destino); Y_i e Y_j são as rendas nacionais de ambos os países parceiros comerciais; Y^w é o PIB mundial; t_{ij} o nível de custos de comércio entre o país de origem (i) e o país de destino (j); $\alpha > 1$ é a elasticidade de substituição constante entre os bens produzidos pelo país i e os produzidos pelo país j . Os fluxos comerciais também dependem dos custos de comercio observado.

⁹Aqui está a equação designada pelo autor:

$$\ln X_{ij} = \alpha_1 + \alpha_2 \ln Y_i + \alpha_3 \ln Y_j - \alpha_4 \ln D_{ij} + \alpha_5 \delta_{ij} + \mu_{ij}$$

Onde X_{ij} são as exportações da região i para a região j , Y_i e Y_j são a produção interna bruta nas regiões i e j , D_{ij} é a distância entre as regiões i e j e δ_{ij} é uma variável *dummy* igual a um (1) para o comércio interprovincial e zero (0) para o comércio estado-província.

Neste contexto, P_i e P_j representam os índices de resistência multilateral ao comércio dos países i e j respectivamente, conforme Anderson e Wincoop (2003).

A equação X_{ij} contém as exportações que dependem do tamanho econômico relativo dos parceiros e custos de comércio. Ao derivar essas duas partes da equação¹⁰, o primeiro fornece uma relação comercial sem fricção (atrito) e por outro lado a derivada do restante da equação permite a realização de análises ligadas a custos de comércio tanto bilaterais quando envolve dois países parceiros comerciais como custos de comércio multilaterais apontando sobre as barreiras e fricções os países terceiros. Este trabalho não pretende aplicar a transformação logarítmica na equação para isolar os custos de comércio.

4.1.2 Estimação do Modelo Gravitacional com Efeitos Fixos

A inclusão de efeitos fixos para controle dos termos de resistência multilateral tem feito com que o modelo gravitacional ganhe maior qualidade estatística, conforme Anderson e Van Wincoop, (2003). Os autores também salientam a importância da inclusão dos termos de resistência multilateral (TRM) para correção de viés de variável omitida. Estes termos controlam por custos de transação de um país (i) em relação a todos os seus parceiros comerciais (j). Na prática, os cálculos dos TRM eram bastante complicados à medida que se necessitava dos dados de custos de todos os países da amostra. A forma mais simples, de acordo Oliveira e Yotov (2012), é a inclusão de efeitos fixos de origem-tempo e destino-tempo para se levar em substituição dos TRMs. Sinteticamente, os efeitos fixos são interações entre *dummies* de exportadores e de anos e servem para controlar por características não observáveis das exportações que variam no tempo escolhido.

A estimativa pela inclusão de efeitos fixos é vantajosa por dois motivos: *i*) torna possível a análise de fatores que determinam o comércio entre duas regiões, mas não necessariamente são relativos às variáveis destas duas regiões, suposto para o TRM; *ii*) evita viés de heterogeneidade devido à omissão de fatores explicativos que podem estar correlacionados com o nível de comércio bilateral, bem como com algumas das variáveis explicativas. Por estes motivos que esta estratégia vem sendo adotada ao longo dos anos

¹⁰ Ver os detalhes a derivação da equação de custo em Anderson e Wincoop (2003, p.178)

(ANDERSON; YOTOV, 2010 e 2012; HEAD; MAYER, 2014; EGGER; STAUB, 2016; FALLY, 2015).

4.1.3 Poisson Pseudo *Maximum Likelihood* (PPML)

Seguindo as recomendações do trabalho de Silva e Teneyro (2006) e Head e Mayer (2014) será utilizado para estimar a equação das exportações (X_i) do modelo gravitacional a partir de uma distribuição de Poisson (Poisson Pseudo-máxima verossimilhança, PPML). Vale ressaltar que Silva e Teneyro (2006) examinam três estimadores PML, calculados com as pseudo-leis Normal, Poisson e Gamma. Porém, nem todas as pseudo-leis fornecem estimadores convergentes. Comparando esses procedimentos de estimação com as Pseudo-leis, os estimadores do PPML (Poisson Pseudo-máxima verossimilhança) mostraram propriedades mais interessantes quando se trata de uma função utilidade de substituição constante (CES) e também quando há presença de heterocedasticidade, e sabe lidar quando há especificação incorreta do modelo (PREHNet *al.*, 2016)). O estimador PPML é o melhor que converge para os verdadeiros valores do parâmetro da equação (X_{ij}) do modelo. O estimador também PPML trata cada observação de forma idêntica e é adequado na presença de amostra com variáveis exógenas e valores extremos ou discrepantes (*outliers*).

O estimador Poisson-PML identifica os coeficientes usando as mesmas condições de primeira ordem que são usadas pelo estimador de máxima verossimilhança derivado da distribuição de Poisson como foi apontado por Silva e Teneyro (2006) na estratégia de estimativa. Tecnicamente, as condições de primeira ordem associadas a Poisson-PML fornecem um estimador natural, independentemente dos fluxos de comércio seguirem ou não uma distribuição de Poisson. Além disso, conforme Fally, T. (2015) o estimador Poisson-PML tem propriedades especiais se compararmos produtos e despesas ajustados às suas contrapartes observadas.

4.2 MODELO ECONOMÉTICO GRAVITACIONAL

Nosso objetivo é estimar o modelo gravitacional para as exportações dos 26 estados e um distrito federal do Brasil no período de 2013 a 2019. O modelo a ser estimado está

descrito na equação (1) cujo coeficiente de distância da equação de gravidade explica a variação nas exportações que pode ser atribuída à proximidade de origens e destinos. Como destacaram Artuce e outros (2014) toda variação específica da demanda será capturada pelos efeitos fixos de destino e toda variação específica da oferta será capturada pelos os efeitos fixos de origem.

O modelo adotado no presente trabalho será utilizado explicar as exportações originárias das unidades de federação do Brasil para os países de destino. O objetivo é identificar as mudanças nos atritos comerciais geográficos e na vantagem comparativa de diferentes estados brasileiros.

A equação de gravidade para as exportações de define por X_{ijt} , tal que:

$$X_{ijt} = \exp (\delta_{it} + \delta_{jt} + \beta \text{Log}(\text{distância}) + \vartheta_{ijt}) \quad (10)$$

Na equação (10) δ_{it} é o efeito fixo de origem (a variável *push*) para a unidade de federação "i" e no tempo "t"; δ_{jt} é o efeito fixo de destino (a variável *pull*) para o porto de destino "j"; $\text{Log}(\text{distância})$ é a distância entre "i" e "j" em forma logarítmica em Km; β é o coeficiente da variável de distância; ϑ_{ijt} é o resíduo da regressão.

O coeficiente δ_{it} é a variável *push* de exportação, ou seja, efeito fixo de origem para o estado "i" no momento "t". Os atritos relacionados à distância geográficos entre cada unidade de federação e os portos de destinos para embarcar as mercadorias serão capturados pelos efeitos fixos do destino. Desse modo, a equação de gravidade explica o significado da proximidade de um porto a uma capital de estado. O modelo serve para explicar as exportações das UFs do Brasil para os países de destino, ao invés de explicar o comércio bilateral entre o Brasil e o resto do mundo. A distância entre a origem das exportações (UFs) e os países de destino é usada como variável independente bilateral. A variável de distância utilizada foi a distância entre as capitais dos Estados e os complexos portuários para embarcação das exportações marítimas, desconsiderando os portos menos movimentados e com pouca participação nas exportações brasileiras.

4.3 BANCO DE DADOS E FONTES

Para realizar este trabalho, os dados das exportações brasileiras para os anos de 2013 a 2019 foram obtidos no site do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços

(2020), em valores monetários correntes (em dólares) e do peso das exportações do Brasil, ou seja, os dados das exportações das 27 unidades de federação do território brasileiro. Os dados disponíveis para a distância tiveram início a partir de 2013. No entanto, os dados de exportação foram filtrados por via marítima considerando os portos com 95% de movimentação em média para as unidades de federação do território brasileiro.

A distância geográfica em forma logarítmica em *km* entre as capitais dos estados brasileiros e os complexos portuários do Brasil serviria como *proxy* do custo de transporte. A natureza dos dados para estimar o modelo é do tipo “dado em painel”. O modelo captará as mudanças nos custos de comércio ao longo do tempo se do comprimento das estradas em *km* partindo do epicentro das capitais dos Estados até os portos.

A distância geográfica foi estimada no software *ArcGIS* com os dados disponibilizados em formato *Shape File* para os municípios, estados e todo o território nacional no site do IBGE (2017). O *Shape File* de localização dos complexos portuários brasileiros e os Dados Georreferenciados das rodovias do Brasil entre 2013 a 2019 do Ministério da Infraestrutura também foram utilizados. Desse modo, foi calculada a evolução da distância geográfica das rodovias saindo de cada capital das unidades de federação para os 27 complexos portuários. A distância de uma capital a um porto pode ser mudada com o tempo (*t*) devido às mudanças nas estradas ou desvios de trechos conforme as eventuais decisões das autoridades representadas para fazerem isso. Logo, a distância geográfica referida no presente trabalho não é a euclidiana.

O modelo de regressão com dados em painel possui certas vantagens especiais. A estrutura dos dados em painel tem uma característica de duas dimensões: uma dimensão *temporal* e outra *espacial*. A mesma unidade de corte transversal (estados, regiões, famílias, empresas, países, etc.) é acompanhada ao longo do tempo. Sobre os benefícios da regressão com dados em painel, ver Gujarati e Porter (2011). Estes benefícios são: (i) Devido à heterogeneidade da análise entre indivíduos, empresas, estados, países, etc., esta técnica pode levar em conta estas variáveis individuais específicas; (ii) Maior informação, maior variabilidade e menor colinearidade entre variáveis, devido à combinação de séries temporais e dados com corte transversal; (iii) Dados em painel são mais adequados ao estudo da dinâmica da mudança (emprego, renda, etc); (iv) Detecta e mede melhor os efeitos em comparação aos estudos transversais puros ou em séries temporais puras; (v) Possibilidade de modelos

comportamentais mais complexos; (vi) Minimização do viés decorrente da agregação de pessoas e/ou empresas nos grandes conjuntos.

Então, este capítulo apresentou as especificações do modelo adotado, mostrando a equação da estimação com efeitos fixos e método Poisson *PseudoMaximumLikelihood*, respectivamente e as fontes das bases de dados utilizados para realizar esta pesquisa e o próximo capítulo trará os resultados da pesquisa.

5 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados das estimações e está dividido em duas seções. A primeira seção 5.1 faz uma análise descritiva dos dados da amostra. Em seguida, na seção 5.2 haverá a estimação da equação do modelo proposto e a interpretação dos parâmetros.

5.1 ANALISE DESCRITIVA DOS DADOS CONSIDERADOS

Conforme anteriormente exposto, o objetivo do trabalho é analisar o custo de transporte nas exportações marítimas brasileiras. Como pode ser verificado na Tabela 7, as exportações através do canal marítimo foram predominantes no fluxo de exportação brasileiro e representaram em média 83% do total exportado nos anos analisados. A partir destes dados, se pode verificar o papel importante que os portos e a infraestrutura para se chegar até eles possuem no escoamento do fluxo de exportação brasileiro. A amostra deste trabalho é composta por 111,404 observações para as duas principais variáveis a serem utilizadas do modelo.

Tabela 7 - Percentual de exportações marítimas usadas.

Unidade Federal	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Acre	18%	32%	18%	36%	61%	49%	36%
Alagoas	3%	7%	6%	17%	9%	7%	10%
Amazonas	29%	30%	27%	30%	48%	30%	23%
Amapá	3%	6%	16%	6%	7%	7%	5%
Bahia	93%	93%	92%	91%	91%	88%	89%
Ceará	87%	88%	84%	85%	91%	90%	95%
Distrito Federal	76%	83%	84%	70%	82%	75%	54%
Espírito Santo	99%	100%	99%	98%	98%	96%	97%
Goiás	95%	94%	93%	90%	91%	88%	91%
Maranhão	96%	97%	98%	100%	100%	100%	96%
Minas Gerais	90%	90%	88%	89%	91%	86%	88%
Mato Grosso do Sul	89%	87%	92%	91%	90%	85%	87%
Mato Grosso	87%	87%	86%	85%	84%	82%	81%
Pará	97%	97%	95%	95%	96%	95%	96%
Paraíba	81%	83%	88%	87%	86%	72%	84%
Pernambuco	86%	87%	89%	93%	92%	88%	91%
Piauí	98%	99%	99%	95%	99%	99%	98%
Paraná	85%	86%	86%	86%	86%	81%	85%
Rio de Janeiro	89%	92%	91%	93%	95%	96%	87%
Rio Grande do Norte	57%	56%	50%	54%	46%	42%	47%
Continuação							
Rondônia	61%	61%	60%	58%	55%	38%	48%
Roraima	4%	1%	0%	1%	0%	1%	0%
Rio Grande do Sul	79%	80%	82%	81%	78%	75%	81%
Santa Catarina	86%	87%	86%	84%	83%	71%	82%
Sergipe	82%	88%	93%	91%	73%	82%	87%
São Paulo	71%	70%	69%	70%	72%	66%	67%
Tocantins	99%	99%	99%	98%	99%	96%	95%
Brasil	84%	84%	83%	83%	84%	81%	82%

Fonte: Brasil, 2020. Elaboração própria.

É interessante perceber que todas as exportações geradas no estado de Maranhão entre os anos 2016 a 2018 foram através do modal marítimo. Ao contrário, Roraima exporta pouco por esta via.

Para seleção dos complexos portuários brasileiros, desconsiderou-se aqueles que menos de 1% (média 2013-2019) do total exportado nacionalmente. Pois tratam-se de complexos portuários com pequena movimentação. Restaram assim os que correspondem 95% de todo fluxo exportado pelo Brasil (tabela 8).

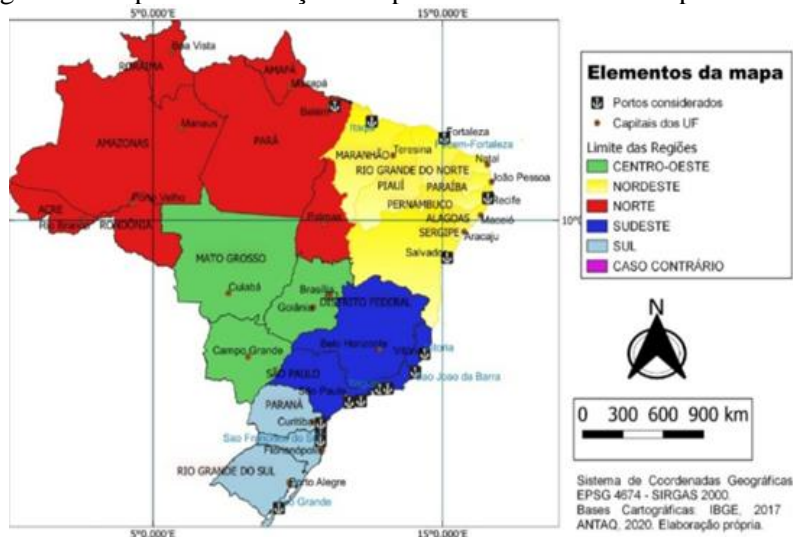
Tabela 8 - Região dos Portos considerados no estudo

Complexos Portuários	UF	Região
Aratu-Salvador	BA	Nordeste
Itaguaí	RJ	Sudeste
Itajaí	SC	Sul
Itaqui	MA	Nordeste
Paranaguá – Antonina	PR	Sul
Pecém – Fortaleza	CE	Nordeste
Rio Grande	RS	Sul
Rio de Janeiro – Niterói	RJ	Sudeste
Santos	SP	Sudeste
Suape – Recife	PE	Nordeste
São Francisco do Sul	SC	Sul
São João da Barra	RJ	Sudeste
São Sebastião	SP	Sudeste
Vila do Conde – Belém	PA	Norte
Vitória	ES	Sudeste

Fonte:Brasil,2020.Elaboração própria.

É perceptível que a região Sudeste apresenta maior número de portos dentro da amostra. Neste contexto, pode-se observar uma concentração regional das atividades portuárias e com certeza impactam muito nos fluxos de comércio dos estados dessas regiões. A figura 9 ilustra a localização dos portos e as capitais dos Estados.

Figura 9 - mapa da localização dos portos considerados e capitais das UF



Fonte: Elaboração própria, Bases cartográficas IBGE (2017); ANTAQ (2020).

Para o período analisado (2013-2019), o valor das exportações brasileiras marítimas é liderado pelo complexo portuário de Santos com 33% em média; em seguida, o complexo da Vitória no Espírito Santo (ES), o qual contribui em média com 10% do valor total, considerando os portos mais movimentados do país, conforme pode ser verificado na tabela 9.

Tabela 9 – percentual das exportações por portos

Complexos Portuários	UF	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Média
Aratu-Salvador	BA	4%	4%	4%	3%	3%	3%	3%	3%
Itaguaí	RJ	10%	9%	7%	8%	8%	9%	9%	8%
Itajaí	SC	4%	4%	4%	4%	4%	3%	4%	4%
Itaqui	MA	8%	7%	7%	8%	8%	10%	11%	8%
Paranaguá – Antonina	PR	9%	9%	10%	10%	10%	9%	9%	9%
Pecém – Fortaleza	CE	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Rio Grande	RS	8%	8%	9%	7%	7%	7%	7%	8%
Rio de Janeiro – Niterói	RJ	6%	7%	6%	6%	6%	7%	5%	6%
Santos	SP	32%	31%	33%	33%	33%	32%	33%	33%
Suape – Recife	PE	0%	0%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
São Francisco do Sul	SC	4%	4%	5%	4%	4%	3%	3%	4%
São João da Barra	RJ	0%	0%	0%	1%	1%	1%	3%	1%
São Sebastião	SP	0%	1%	1%	2%	2%	1%	1%	1%
Vila do Conde – Belém	PA	2%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
Vitória	ES	12%	12%	11%	9%	9%	9%	7%	10%
Total		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: Brasil,2020.Elaboração própria.

Além disso, percebe-se que os portos São Sebastião (SP), São João da Barra (RJ), Suape- Recife (PE) e Pecém – Fortaleza (CE) foram os que tiveram menor movimentação ao longo do período analisado. Apesar disso, eles são importantes para o escoamento da produção, em geral, local. Fora das regiões sudeste e sul, o único complexo portuário com maior participação nas exportações brasileiras é o de Itaqui (Maranhão), com cerca de 8% em média.

A classificação das mercadorias seguiu a da Classificação Internacional Padrão Industrial de Todas as Atividades Econômicas (ISIC) das Organizações das Nações Unidas (ONU) conforme Galindo-Rueda e Verger, (2016). Ela corresponde a uma classificação uniforme das atividades econômicas produtivas e as categoriza da seguinte forma: (a) agricultura, silvicultura e pesca; (b) manufatura; (c) mineração e pedreiras e (d) outros. Para análise deste trabalho, consideramos 2 grandes grupos: manufatura e outros. Esta última classificação engloba agricultura, silvicultura e pesca, mineração e pedreiras e outros. A tabela 10 mostra a quantidade dos tipos de produtos exportados. Ou seja, 74% das observações da amostra são representadas pelos produtos manufaturados.

Tabela 10 - Decomposição dos produtos da amostra

Ano	Manufaturas	Outros	Total
2013	11,757	4,150	15,907
2014	11,537	4,047	15,584
2015	11,644	4,153	15,797
2016	12,108	4,109	16,217
2017	12,199	4,090	16,289
2018	11,558	4,262	15,820
2019	11,620	4,170	15,790
Total	82,423	28,981	111,404

Fonte: Brasil, 2020. Elaboração própria.

Na tabela 11 verificamos o número de destino das exportações por estado. Percebe-se que alguns estados do Sul e Sudeste do Brasil possuem mais de 190 parceiros comerciais. Entre eles, é importante assinalar que os estados de Rio Grande do Sul, São Paulo e Santa Catarina foram os que possuem mais destaques. Já os estados do Norte contam com os menores números de parceiros, sobretudo o de Roraima. Embora esses estados destacados sejam líderes no ranking de parceira comercial, observa-se também que o volume de exportações deles, em termo de valor monetário para as regiões onde se localizam, seja relevante.

Tabela 11 - Número de países de destino das exportações por UF

UF	Anos
-----------	-------------

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Acre	15	10	15	17	22	23	18
Alagoas	34	33	64	74	66	61	56
Amazonas	54	42	53	52	48	44	40
Amapá	15	16	16	17	16	17	16
Bahia	133	128	131	136	134	143	138
Ceará	145	141	142	143	142	133	128
Distrito Federal	56	74	63	62	73	66	65
Espírito Santo	133	119	131	131	141	135	139
Goiás	152	146	144	148	148	155	149
Maranhão	55	64	70	64	64	61	61
Minas Gerais	170	179	183	187	182	179	182
Mato Grosso do Sul	138	145	139	140	146	136	137
Mato Grosso	143	141	133	139	137	116	154
Pará	126	121	122	127	133	129	123
Paraíba	93	85	81	79	86	74	75
Pernambuco	102	105	117	118	115	115	121
Piauí	44	44	51	47	46	41	49
Paraná	187	187	188	196	196	201	191
Rio de Janeiro	128	133	128	136	122	130	144
Rio Grande do Norte	63	52	61	62	70	58	60
Rondônia	65	64	74	82	77	82	88
Roraima	3	2	0	2	0	1	1
Rio Grande do Sul	196	198	196	203	210	203	206
Santa Catarina	190	187	198	193	193	202	200
Sergipe	63	66	67	66	72	62	62
São Paulo	211	207	209	211	209	214	201
Tocantins	43	37	51	61	56	64	72

Fonte: Brasil, 2020¹¹.Elaboração própria

5.2 ESTIMAÇÕES ECONOMETRICAS

A equação de gravidade é um *workhorse* dos trabalhos empíricos relacionados a fluxos de comércio exterior. Este trabalho adota um o modelo empírico não linearizado com apenas duas variáveis, como é visto na equação (12). Os resultados se encontram na tabela 13, onde constam as estimações realizadas em dados em painel das exportações marítimas do Brasil de 2013 a 2019.

¹¹Vera figura 6 (do capítulo 2) que ilustrou sucintamente o comportamento do valor do volume das exportações marítimas por unidade de federação para os anos de 2013 e 2019 no capítulo 2 desta pesquisa.

Em suma, a equação do modelo gravitacional proposta foi estimada por *Poisson Pseudo Maximum Likelihood* (PPML) com efeitos fixos, conforme as recomendações de Yotove e outros (2016). Além disso, usou-se o comando elaborado no *software* STATA por Correia e outros (2020), o PPMLHDFE, que apresenta mais eficiência na presença de efeito fixos de grande dimensão justamente quando usamos diversos países (parceiros comerciais) possíveis para captar toda a resistência multilateral. Podemos salientar também que o método *Poisson Pseudo-Maximum-Likelihood* (PPML) apresenta-se adequado, já que seus resultados são consistentes na presença de heterocedasticidade.

Conforme a estrutura e a organização da base de dados, faremos três testes de estimações. No primeiro teste, estima-se uma regressão dos pesos das exportações contendo todos os produtos numa amostra de 3550 observações, com as 27 unidades de federação e os 15 portos considerados no período de sete (7) anos. E por seguinte, com base da mesma equação, estima-se uma segunda equação com apenas os produtos de manufatura em uma amostra de 1877 observações. E por fim, o terceiro teste seria uma estimacão com a classificacão outros, os quais refletem os seguintes produtos: agricultura, silvicultura e pesca, mineraçã e pedreiras e outros os outros produtos. Sã 1660 observações. Entã, a tabela 12 nos apresenta os resultados dos três testes de estimacões realizadas:

Tabela 12 - Resultados das estimacões

Variáveis	Todas	Manufaturas	Outros
Log (distância)	-2,304*** (0,446)	-1,913*** (0,511)	-2,452*** (0,520)
Const	36,52*** (2,545)	31,69*** (2,660)	38,49*** (3,025)
Observações	3.550	1.877	1.660
Pseudo-R ²	0,772	0,778	0,907

Erros estãndares em parênteses em cluster (unidade da federaçã, países de destino e ano)

*p¹²<0.10 ; **p<0.05; ***p<0.01

Fonte:Elaboraçã prãpria com dados(BRASIL, 2020;ANTAQ,2020; IBGE, 2017).

A interpretaçã dos coeficientes do modelo estimados com a verossimilhança pseudo-máxima de Poisson com efeitos fixos é a mesma que para uma estimativa de mínimos quadrados ordinários. A regressã foi realizada por meio de dados em painel com um estimador não-linear

¹² Notas: * p<0.10 ; **p<0.05; ***p<0.01 correspondem aos níveis de significância de 90%, 95% e 99%, respectivamente. Erros padrões robustos clusterizados entre parênteses

(PPML), como proposto por Santos Silva e Tenreyro (2006). Os resultados mostram a elasticidade entre a distância e as exportações estimadas para as três estimações. Eles apontam que a variável distância “ $\log(\text{distância})$ ” apresentou uma relação negativa e significativa em 99%. O aumento de 10% na distância entre os estados e os portos, leva a uma diminuição de 23,04% nas exportações totais. Em seguida, quando se refere aos produtos manufaturados, o aumento de 10% na distância, leva a uma diminuição de 19,13% no peso das exportações. E por fim, quando se tratar os outros tipos de produtos que não sejam da manufatura, em média, a uma diminuição de 24,52% mantendo a mesma taxa de elevação considerada.

Entretanto, aplica-se uma abordagem com os efeitos fixos como foram propostos por Baldwin e Taglioni (2006). Por esse motivo, optou-se pela utilização de efeitos: (δ_{it}) o efeito fixo de origem (a variável *push*) para a unidade de federação “*i*” e no tempo “*t*” e o segundo é (δ_{jt}) o efeito fixo de destino (a variável *pull*) para o porto de destino “*j*”, $\log(\text{distância})$ é a distância entre a capital das unidades de federação “*i*” e os portos considerados “*j*” em forma logarítmica. Os efeitos fixos para as capitais dos estados (*i*) e os portos (*j*) em cada ano (*t*) controlam a resistência multilateral e o isolamento dos estados e países. Conforme a tabela 12, o sinal do coeficiente da variável $\log(\text{distancia})$ teve o sinal esperado, ou seja, quanto maior a distancia entre as capitais dos estados e os portos, menor será o peso do volume das exportações.

O Pseudo- R^2 (calculado como o quadrado da correlação entre os valores observados e ajustados) revela que o ajuste geral do modelo é muito bom, com 87,63% na primeira, 77,80% na segunda e 90,70% na terceira estimação. Vale salientar que existe uma tendência alta do R^2 na presença do termo de resistência multilateral, conforme as literaturas. Os efeitos fixos necessários foram inseridos para controle da resistência multilateral entre as capitais das unidades de federação, portos de destino e dos pares de países, conforme instruído por Yotove e outros (2016).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa analisa o custo de transporte usando a variável distancia como uma *proxy* para os custos de transporte adaptando ao modelo de gravidade, como sendo um dos mais populares no

estudo do comércio internacional. A aplicação foi realizada para as 27 unidades de federação do Brasil de 2013 a 2019, considerando os portos com 95% de movimentação em média para o período. Tratar-se de uma abordagem simples de PPML com efeitos fixos. Tendo em consideração que o modelo aplicado vem ganhando força e grande popularidade pelo fato de que os fluxos comerciais internacionais são um elemento importante para diversos tipos de relações econômicas e um grande número de trabalhos de alto padrão trouxe maior respeitabilidade ao modelo gravitacional, bem como seu desenvolvimento teórico e estatístico e econométrico. Apesar do seu sucesso e uso *standard* ao comércio internacional, o modelo gravitacional foi e ainda é alvo de críticas por falta de embasamento e às vezes sem levar em os desafios econométricos que podem gerar estimativas inconsistentes e enviesadas. No entanto, com os avanços tecnológicos, sobretudo com o desenvolvimento de *software* como Stata, RStudio, Python, etc. os estudiosos vêm testando cada vez mais funções para resolver os problemas mais técnicos voltados para área de Estatística, Ciência de dados e Econometria como toda.

Ao analisar os custos de transporte relativos à infraestrutura rodoviária dos estados brasileiros entre as capitais e os portos mais movimentados, especificamente, os que representam 95% do comércio brasileiro por via marítima para período estudado, o sinal esperado da variável distância corresponde a realidade. Em outros termos, a distância impacta negativamente nos pesos das exportações. Como foi recomendado pelos estudos recentes, o estimador de *Poisson Pseudo Maximum Likelihood* (PPML) deve ser utilizado com efeitos fixos. Então, estimamos o modelo gravitacional para analisar o efeito da infraestrutura de transporte no desempenho do volume dos pesos das exportações dos estados brasileiros, dando atenção às fricções internas de cada Estado e consideramos a distância entre as capitais dos Estados brasileiros e os complexos portuários sendo que a distância seria uma *proxy* para custos de transporte.

A priori, o modelo estimaria uma relação negativa entre o volume de pesos das exportações dos estados brasileiros por via marítima e a distância entre as capitais e os complexos portuários considerados, uma vez que essa variável representa uma resistência ao comércio. O método PPML está em concordância com essa expectativa conforme os resultados apresentados para as três estimações realizadas. Os resultados demonstraram que existe uma relação negativa, significativa e elástica entre a distância “ $(\log(\text{distância}))$ ” e o volume de peso das exportações. Ou seja, o volume dos pesos das exportações tende a diminuir com o aumento da distância quando a distância for decrescente (custo de transporte baixo) haverá impacto significativo sobre as exportações marítimas e com grau de desenvolvimento de infraestrutura rodoviária e

portuária um pouco maior têm inserido mais eficiente no mercado internacional justamente com um volume de peso de exportações marítimas mais elevadas analogicamente seria o caso dos estados do Sul e Sudeste do Brasil.

A priori, esperava-se que o sinal da variável explicativa seja negativo, certamente para as estimações realizadas evidenciaram a realidade. Os resultados apresentados desta pesquisa ajudaram a nos compreender melhor o papel da infraestrutura de transporte e seus impactos nos custos de transportes e comerciais. Além disso, pode-se dizer que os principais fatores destacados foram essenciais conjuntamente para o melhor entendimento da distribuição espacial da realidade econômica brasileira. Este trabalho poderá ser útil para os tomadores de decisão e os formuladores de políticas públicas no setor de transporte e logística. Também pode servir como um guia no direcionamento das empresas exportadoras para saberem os estados e regiões brasileiras mais competitivas em termos de infraestrutura de transporte e evitarem custos elevados de transporte.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, James E. A theoretical foundation for the gravity equation. **The American economic review**, v. 69, n. 1, p. 106-116, 1979

ANDERSON, James E.; VAN WINCOOP, Eric. Gravity with gravitas: a solution to the border puzzle. **American economic review**, v. 93, n. 1, p. 170-192, 2003

ANDERSON, James E.; VAN WINCOOP, Eric. Trade costs. **Journal of Economic literature**, v. 42, n. 3, p. 691-751, 2004

ANDERSON, James E.; YOTOV, Yoto V. The changing incidence of geography. **American Economic Review**, v. 100, n. 5, p. 2157-86, 2010.

ANDERSON, James E.; YOTOV, Yoto V. **Gold standard gravity**. [S.l.]: National Bureau of Economic Research, 2012. (NBER WorkingPaper Series, n. 17835).

ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquaviários, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/antag/pt-br> . Acesso em: 26 jul. 2020.

ANTT - Agência Nacional de Transportes Terrestres. **Conjunto de Dados**. 2020. Disponível em: <https://dados.antt.gov.br/>. Acesso em: 07 jun. 2020.

ARTUC, Erhan; IOOTTY, Mariana; PIRLEA, Ana Florina. **Export performance and geography in Croatia**. [S.l.]: World Bank Group, Trade and Competitiveness Global Practice, 2014.

ARVIS, Jean-François *et al.* **Connecting to compete 2012**: trade logistics in the global economy-the logistics performance index and its indicators.[S.l.]: The World Bank, The International bank for Reconstruction and Development, 2012.

ARVIS, Jean-François *et al.* **Connecting to compete 2018**: trade logistics in the global economy. [S.l.]: The World Bank, The International bank for Reconstruction and Development, 2018.

BAIER, Scott L.; BERGSTRAND, Jeffrey H. Bonus vetus OLS: a simple method for approximating international trade-cost effects using the gravity equation. **Journal of International Economics**, v. 77, n. 1, p. 77-85, 2009.

BALDWIN, Richard; TAGLIONI, Daria. **Gravity for dummies and dummies for gravity equations**. [S.l.]: National Bureau of Economic Research, 2006. (NBER Working Paper Series, 12516).

BENSASSI, Sami *et al.* Relationship between logistics infrastructure and trade: evidence from Spanish regional exports. **Transportation research part A: policy and practice**, v. 72, p. 47-61, 2015.

BERGSTRAND, Jeffrey H. The gravity equation in international trade: some microeconomic foundations and empirical evidence. **The review of economics and statistics**, p. 474-481, 1985.

BERGSTRAND, Jeffrey H. The generalized gravity equation, monopolistic competition, and the factor-proportions theory in international trade. **The review of economics and statistics**, p. 143-153, 1989.

BOTTASSO, Anna *et al.* Port infrastructures and trade: empirical evidence from Brazil. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 107, p. 126-139, 2018.

BRASIL. Ministério da Economia. **Estatísticas de Comércio Exterior em dados abertos**, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/comercio-exterior/estatisticas/base-de-dados-bruta>. Acesso em: 26 jul. 2020.

BRASIL Ministério da Infraestrutura. **Dados de Transportes**, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/dados-de-transportes>. Acesso em: 26 jul. 2020.

BRODZICKI, Tomasz; UMINSKI, Stanislaw. A gravity panel data analysis of foreign trade by regions: the role of metropolises and history. **Regional Studies**, v. 52, n. 2, p. 261-273, 2018.

CASSEY, Andrew J. State foreign export patterns. **Southern Economic Journal**, v. 78, n. 2, p. 308-329, 2011.

CARRÈRE, Céline; DE MELO, Jaime; WILSON, John. The distance puzzle and low-income countries: an update. **Journal of Economic Surveys**, v. 27, n. 4, p. 717-742, 2013.

CLARK, Ximena; DOLLAR, David; MICCO, Alejandro. Port efficiency, maritime transport costs, and bilateral trade. **Journal of development economics**, v. 75, n. 2, p. 417-450, 2004.

CNT - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa CNT de Rodovias 2019**, Brasília, 2019. p.233. Disponível em: <https://pesquisarodovias.cnt.org.br/relatorio-gerencial>. Acesso em: 02 fev. 2021.

_____. **Malha rodoviária total por Região e Unidade da Federação 2001-2017**. Disponível em: <https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2019/Rodoviario/1-3-1-1-1-/Malha-rodovi%C3%A1ria-total>. Acesso em: 25 jul. 2020.

CORREIA, Sergio; GUIMARÃES, Paulo; ZYLKIN, Tom. Fast Poisson estimation with high-dimensional fixed effects. **The Stata Journal**, v. 20, n. 1, p. 95-115, 2020.

DEARDORFF, Alan. Determinants of bilateral trade: does gravity work in a neoclassical world? *In: THE REGIONALIZATION of the world economy*. [S.l.]: University of Chicago Press, 1998. p. 7-32.

DE SÁ PORTO, Paulo C. Mercosul and regional development in Brazil: a gravity model approach. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 125-153, 2002.

DONALDSON, Dave. **Railroads of the Raj**: estimating the impact of transportation infrastructure. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 2010. (Working Paper, 16487).

DONALDSON, Dave. Railroads of the Raj: estimating the impact of transportation infrastructure. **American Economic Review**, v. 108, n. 4-5, p. 899-934, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1257/aer.20101199>. Acesso em: 29 jan. 2021.

EATON, Jonathan; KORTUM, Samuel. Technology, geography, and trade. **Econometrica**, v.70, n. 5, p.1741-1779, 2002.

EGGER, Peter H.; STAUB, Kevin E. GLM estimation of trade gravity models with fixed effects. **Empirical Economics**, v. 50, n. 1, p. 137-175, 2016.

FALLY, Thibault. Structural gravity and fixed effects. **Journal of International Economics**, v. 97, n. 1, p. 76-85, 2015.

FESTOC, Frédérique. Le potentiel de croissance du commerce des pays d'Europe centrale et orientale avec la France et ses principaux partenaires. **Économie & prévision**, v. 128, n. 2, p. 161-181, 1997.

FONTAGNE, Lionel; FREUDENBERG, Michael; PAJOT, M. Le potentiel d'échanges entre l'Union européenne et les PECO : un réexamen. **Revue Économique**, p.1139 – 1168, 1999.

GALINDO-RUEDA, F.; VERGER, F. **OECD taxonomy of economic activities based on R&D intensity**: OECD science, technology and industry. Paris: OECD Publishing, 2016.(Working Papers, 2016/04).

GREENE, William H. **Econometric analysis**. 5 ed.[S.l.]: Prentice Hall: 2003.

GUILHOTO, Joaquim *et al.* The gravity model, global value chain and the brazilian states. **Dauphine Université Paris**,Paris, 2015.

GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn C. **Econometria básica-5**. [S.l.]: Amgh Editora, 2011.

HADDAD, Eduardo A. *et al.* Regional effects of port infrastructure: a spatial CGE application to Brazil. **International Regional Science Review**, v. 33, n. 3, p. 239-263, 2010.

HEAD, Keith; MAYER, Thierry. Gravity equations: workhorse, toolkit, and cookbook. *In*:GOPINATH, G.;HELPMAN, E.;ROGOFF, K. (Eds.). **Handbook of international economics**. Amsterdam: Elsevier, 2014. v. 4,p. 131-195. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-54314-1.00003-3>. Acesso em: 29 jan. 2021.

HELPMAN, Elhanan; KRUGMAN, Paul R. **Market structure and foreign trade**:increasing returns, imperfect competition, and the international economy. [S.l.]: MIT press, 1985. 271 p.

HOEKMAN, Bernard; NICITA, Alessando. Trade policy, trade costs and developing country trade. **World Development**, v. 39, n. 12, p. 2069-2079, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1596/1813-9450-4797>. Acesso em: 05 fev. 2021.

HUMMELS, David. **Toward a geography of trade costs**. [S.l.]: Department of Economics, Krannert School of Management, Purdue University, 2001. (GTAP Working Paper,17).

HUMMELS, David. Transportation costs and international trade in the second era of globalization. **Journal of Economic perspectives**, v. 21, n. 3, p. 131-154, 2007.

HUMMELS, David; LEVINSOHN, James. Monopolistic competition and international trade: reconsidering the evidence. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 110, n. 3, p. 799-836, 1995.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas de População**, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?edicao=28674&t=resultados>. Acesso em: 17 jan. 2021.

_____. **Bases cartográficas**: malhas territoriais, 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?edicao=27411&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 27 jul. 2020.

KELLER, Wolfgang; YEAPLE, Stephen R. Multinational enterprises, international trade, and productivity growth: firm-level evidence from the United States. **The Review of Economics and Statistics**, v. 91, n. 4, p. 821-831, 2009.

KOCZAN, Z.; PLEKHANOV, A. **How important are non-tariff barriers?** complementarity of infrastructure and institutions of trading partners. [S.l.]: [S.n.], 2013. (Working Paper European Bank for Reconstruction and Development, 159).

KORINEK, Jane; SOURDIN, Patricia. Maritime transport costs and their impact on trade. **Organization for Economic Co-operation and Development TAD/TC/WP (2009)**, v. 7, 2009.

LEUSIN JR, Sérgio; AZEVEDO, André Filipe Zago de. O efeito fronteira das regiões brasileiras: uma aplicação do modelo gravitacional. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 13, n. 2, p. 229-258, 2009.

LIMAO, Nuno; VENABLES, Anthony J. Infrastructure, geographical disadvantage, transport costs, and trade. **The world bank economic review**, v. 15, n. 3, p. 451-479, 2001.

LINDEMANN, Hans. **An econometric study of international trade flows**. [S.l.]: North-Holland Pub. Co., 1966.

MAGALHÃES, Aline Souza; DOMINGUES, Edson Paulo. Relações interestaduais e intersetoriais de comércio no Brasil: uma análise gravitacional e regional. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 2, n. 1, 2008.

MARIA, Ivone G. **Evaluating the impact of ocean and air infrastructure on trade**: a gravity model approach. Baltimore: University of Maryland, 2014. (Final Economic Paper) Disponível em: <https://economics.umbc.edu/files/2014/09/IvoneFinalEcon699paperThe-Impact-of-Infrastructure-on-Trade-2-1.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2021.

MARTINEZ-ZARZOSO, Inmaculada; NOWAK-LEHMANN, Felicitas D. Is distance a good proxy for transport costs? The case of competing transport modes. **The Journal of International Trade & Economic Development**, v. 16, n. 3, p. 411-434, 2007.

MARTÍNEZ-ZARZOSO, Inmaculada; SUÁREZ-BURGUET, Celestino. Transport costs and trade: empirical evidence for Latin American imports from the European Union. **Journal of International Trade & Economic Development**, v. 14, n. 3, p. 353-371, 2005.

MATA, Daniel da; FREITAS, Rogério Edivaldo. Produtos agropecuários: para quem exportar? **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 46, n. 2, p. 257-290, 2008.

MCCALLUM, John. National borders matter: Canada-US regional trade patterns. **The American Economic Review**, v. 85, n. 3, p. 615-623, 1995.

MOURA, Ticiana Grecco Zanon; GARCIA-ALONSO, Lorena; DEL ROSAL, Ignacio. Influence of the geographical pattern of foreign trade on the inland distribution of maritime traffic. **Journal of Transport Geography**, v. 72, p. 191-200, 2018.

NOVY, Dennis. International trade without CES: estimating translog gravity. **Journal of International Economics**, v. 89, n. 2, p. 271-282, 2013.

OLIVEIRO, María Pía; YOTOV, Yoto V. Dynamic gravity: endogenous country size and asset accumulation. **Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économique**, v. 45, n. 1, p. 64-92, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1540-5982.2011.01687.x>
Acesso em : 22 jan. 202.

ORGANISATION MONDIALE DU COMMERCE (OMC). **Rapport sur le commerce mondial 2013, Facteurs déterminant l'avenir du commerce mondial**. Disponível em: www.wto.org, 2013. Acesso em: 28 nov. 2020.

PORTES, Richard; REY, Helene. The determinants of cross-border equity flows. **Journal of International Economics**, v. 65, n. 2, p. 269-296, 2005.

PORTUGAL-PEREZ, Alberto; WILSON, John S. **Export performance and trade facilitation reform**. Geneva, Switzerland: The World Bank, Development Research Group, Trade and integration Team, 2010. (Policy Research Working Paper, 5261).

PÖYHÖNEN, Pentti. A tentative model for the volume of trade between countries. **Weltwirtschaftliches Archiv**, p. 93-100, 1963.

PREHN, Sören; BRÜMMER, Bernhard; GLAUBEN, Thomas. Gravity model estimation: fixed effects vs. random intercept Poisson pseudo-maximum likelihood. **Applied Economics Letters**, v. 23, n. 11, p. 761-764, 2016.

RAVENSTEIN, Ernest George. The laws of migration. **Journal of the statistical society of London**, v. 48, n. 2, p. 167-235, 1885.

ROSSI, Marta CT; SANTOS, Gervásio F.; CAMPOS, Felipe Andrade Souza. Foreign direct investment and spatial linkages: third-country effects for brazilian outward investment. **Latin American Business Review**, v. 17, n. 1, p. 1-25, 2016.

ROY, Jayanta; BAGAI, Shweta. Key issues in trade facilitation: summary of World Bank/Eu Workshops in Dhaka and Shanghai, 2004. **World Bank Policy Research Working Paper**, n. 3703, 2005. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=803644>. Acesso em: 29 jan. 2021.

SÁNCHEZ, Ricardo; WILMSMEIER, Gordon. **Provisión de infraestructura de transporte en América Latina: experiencia reciente y problemas observados**. Disponível em: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/6290>. Acesso em: 01 fev. 2021.

SANTOS, Glauber Eduardo de Oliveira. **Modelo gravitacional do turismo: proposta teórica e estudo empírico dos fluxos turísticos no Brasil**. 2004. 176 f. Dissertação (Mestrado em

Ciências da Comunicação) – Escola de Comunicações e Artes - Universidade de São Paulo, 2004.

SAPUTRA, Putu M. The effect of regionalism and infrastructure on bilateral trade: an augmented gravity analysis for ASEAN. **International Journal of Economics and Finance**, v. 6, n. 3, p. 88-95, 2014. Disponível em: <http://ccsenet.org/journal/index.php/ijef/article/view/32888>. Acesso em: 28 jan.2021.

SCHWAB, Klaus; SALA-I-MARTIN, Xavier; BRENDE, Borge. **The Global competitiveness report 2013–2014**. Geneva, Switzerland: World Economic Forum. Disponível em: www.weforum.org/gcr. Acesso em: 24 jan. 2021.

SCHWAB, Klaus. **The global competitiveness report 2018**. Geneva, Switzerland: World Economic Forum, 2018. Disponível em: www.weforum.org/gcr. Acesso em: 24 jan. 2021.

SCHWAB, Klaus. **The global competitiveness report 2019**. Geneva, Switzerland: World Economic Forum, 2019. Disponível em: www.weforum.org/gcr. Acesso em: 24 jan.2021.

SHEPHERD, Ben; WILSON, John S. Trade facilitation in ASEAN member countries: measuring progress and assessing priorities. **Journal of Asian Economics**, v. 20, n. 4, p. 367-383, 2009.

SIDRA-IBGE. **Contas nacionais e regionais**, 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/acervo#/A/81/T/Q>. Acesso em: 18 jan. 2021.

_____. **Empresas e outras organizações**. 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/acervo#/A/54/T/Q>. Acesso em: 18 jan.2021.

SILVA, J. Santos; TENREYRO, Silvana. The log of gravity. **The Review of Economics and Statistics**, v. 88, n. 4, p. 641-658, 2006.

TANG, Heiwai. World Trade Report 2013: factors shaping the future of world trade. [S.l.]: World Trade Organization, 2013. **World Trade Review**, v. 13, n. 4, p. 733-735, 2014.

WORLD BANK, THE. **Data: countries and economies**. (2020). Disponível em: <https://data.worldbank.org/country>. Acesso em: 17 jul. 2020.

TILLER, Kara Carroll; THILL, Jean-Claude. Spatial patterns of landside trade impedance in containerized South American exports. **Journal of Transport Geography**, v. 58, p. 272-285, 2017.

TINBERGEN, J. **Shaping the world economy: suggestions for an international economic policy**. New York: Twentieth Century Fund, 1962.

UNCTAD - United Nations Conference on Trade and Development. **Commodities: total trade and percentage of the world, annual, 2020**. Disponível em: <https://unctadstat.unctad.org/wds/ReportFolders/reportFolders.aspx>. Acesso em: 03 abr. 2021.

WILMSMEIER, Gordon; HOFFMANN, Jan; SANCHEZ, Ricardo. The impact of port characteristics on international maritime transport costs. *In*: CULLINANE, Kevin; TALLEY,

Wayne (Eds.). **Port economics, research in transportation economics**. [S.l.]: Elsevier, 2006. v. 16, p. 117-140. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0739-8859\(06\)16006-0](https://doi.org/10.1016/S0739-8859(06)16006-0). Acesso em: 04 fev. 2021

YOTOV, Yoto V. *et al.* **An advanced guide to trade policy analysis: The structural gravity model**. Geneva: World Trade Organization, 2016.

APÊNDICES

APÊNDICE A - valor total das exportações brutas das UFs em dólares correntes

UF	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
AC	11.374.026	7.216.960	15.982.885	12.629.928	21.656.426	39.801.419	32.853.264
AL	741.919.441	629.144.686	672.248.170	420.859.938	665.014.889	502.094.809	319.088.996
AM	1.027.726.556	924.042.593	770.711.282	574.981.577	672.996.863	678.905.997	731.092.564
AP	416.147.027	425.346.691	250.152.100	264.084.842	282.027.956	284.962.120	261.368.366
BA	9.656.126.669	9.240.276.078	7.799.687.634	6.729.422.280	8.030.315.807	8.875.253.500	8.162.484.278
CE	1.419.546.846	1.469.706.255	1.044.240.550	1.294.102.035	2.102.137.332	2.342.080.223	2.275.192.774
DF	261.025.528	330.097.604	287.518.056	164.549.594	251.297.230	259.505.874	160.700.979
ES	10.435.899.698	11.759.001.279	9.266.441.931	5.811.761.862	7.637.734.775	8.569.659.830	7.105.385.706
GO	7.037.443.708	6.973.669.273	5.869.331.673	5.929.071.727	6.902.854.213	7.524.396.899	7.133.399.439
MA	2.341.906.945	2.795.488.638	3.050.086.988	2.209.829.813	3.032.109.859	3.828.117.943	3.543.622.877
MG	33.380.974.707	29.297.505.728	21.983.504.502	21.917.348.403	25.345.615.041	24.273.835.092	25.138.589.706
MS	5.224.874.679	5.214.591.305	4.731.606.341	4.071.058.279	4.785.078.335	5.759.225.460	5.243.447.011
MT	15.811.710.392	14.768.342.928	13.052.546.415	12.588.232.292	14.727.051.278	16.433.453.498	17.206.104.736
PA	15.851.484.259	14.256.009.692	10.271.128.579	10.511.067.616	14.484.259.391	15.568.661.845	17.841.240.552
PB	187.635.364	179.078.608	141.363.595	121.465.860	140.722.441	115.552.662	126.300.492
PE	834.602.849	941.117.761	1.046.330.366	1.416.832.346	1.961.395.204	1.995.431.304	1.466.345.639
PI	161.784.604	255.971.635	402.206.581	175.002.244	396.980.562	706.110.727	542.832.671
PR	18.097.707.872	16.240.911.651	14.832.910.961	15.014.900.279	17.933.166.956	18.100.069.143	16.403.308.228
RJ	19.044.664.662	19.890.578.566	14.235.425.149	12.958.896.879	19.663.092.131	27.952.593.267	27.624.210.170
RN	247.618.103	250.795.262	318.005.964	284.577.283	304.330.426	277.137.730	394.853.818
RO	1.039.358.894	1.067.181.825	977.629.111	876.907.049	1.082.696.628	1.249.231.537	1.303.910.089
RR	7.988.664	19.208.559	11.627.883	14.951.466	41.410.091	15.934.127	157.707.419
RS	20.263.647.149	18.647.959.217	17.118.410.215	16.191.167.710	17.782.259.365	18.205.376.860	17.256.957.530
SC	8.660.269.574	8.963.443.800	7.640.214.652	7.591.469.375	8.506.602.807	9.271.832.402	8.951.855.776
SE	84.572.259	77.805.551	95.641.858	113.375.170	90.887.574	73.992.130	50.561.717
SP	55.422.882.735	50.900.847.899	45.210.162.312	46.024.594.648	50.522.138.466	52.514.173.231	48.645.701.644
TO	702.121.807	859.340.535	901.268.282	632.845.232	951.261.824	1.204.396.939	1.110.498.457

Fonte: dados do Brasil, 2020. Elaboração própria.

APÊNDICE B– valor total das exportações marítimas usadas na pesquisa

UF	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
AC	1.992.857	2.341.794	2.883.009	4.605.640	13.222.145	19.489.895	11.823.028
AL	24.849.822	46.824.773	40.852.232	69.813.776	62.939.582	36.774.663	32.162.328
AM	295.125.176	274.556.934	205.892.721	169.788.025	321.578.248	200.800.408	166.654.127
AP	12.722.016	24.277.302	39.555.485	16.662.627	19.611.813	19.331.678	14.243.911
BA	9.000.934.540	8.565.331.418	7.137.010.109	6.101.293.564	7.314.808.377	7.838.090.794	7.229.306.143
CE	1.227.998.561	1.289.590.230	873.285.930	1.102.001.475	1.905.026.155	2.096.901.248	2.151.460.071
DF	198.313.287	273.413.868	242.728.108	114.685.375	204.962.633	195.630.148	86.101.343
ES	10.307.330.107	11.742.852.090	9.149.496.864	5.712.734.221	7.506.131.121	8.219.618.901	6.923.173.976
GO	6.656.455.877	6.585.000.470	5.447.953.053	5.315.881.787	6.298.231.230	6.647.517.582	6.462.834.154
MA	2.241.874.653	2.712.760.111	2.997.276.108	2.207.113.289	3.030.078.067	3.812.557.406	3.403.396.911
MG	29.876.895.382	26.318.967.501	19.315.663.357	19.595.254.949	22.999.119.652	20.813.209.545	22.139.927.892
MS	4.630.736.436	4.538.946.738	4.376.528.898	3.704.014.291	4.310.483.965	4.881.675.203	4.567.213.197
MT	13.693.845.165	12.898.792.421	11.265.591.671	10.682.386.964	12.401.492.728	13.396.607.588	13.961.998.249
PA	15.406.348.540	13.838.043.090	9.772.935.048	9.983.726.034	13.867.270.324	14.774.705.753	17.086.658.640
PB	152.663.631	147.952.866	123.742.966	106.235.305	120.351.556	83.655.470	106.510.004
PE	721.913.791	817.980.785	936.126.324	1.312.935.472	1.804.966.920	1.746.097.282	1.333.436.601
PI	158.580.771	253.336.825	397.948.420	165.982.817	391.122.736	696.044.409	534.087.345
PR	15.380.245.732	13.893.393.699	12.720.023.500	12.839.618.694	15.425.042.194	14.716.801.135	13.915.523.526
RJ	16.865.277.241	18.248.816.728	12.999.308.443	12.037.684.772	18.677.300.095	26.876.397.875	23.972.293.986
RN	140.059.315	140.798.536	157.416.792	153.921.871	139.299.585	117.270.259	187.380.153
RO	639.155.243	651.340.014	584.485.103	504.966.862	590.132.479	472.612.179	621.913.049
RR	291.502	175.125	-	86.414	-	232.524	27.801
RS	15.924.526.126	14.849.646.564	13.959.592.575	13.067.894.116	13.952.605.923	13.696.301.027	13.974.547.648
SC	7.487.806.767	7.791.618.010	6.549.680.084	6.408.349.333	7.083.550.986	6.623.989.969	7.340.376.330
SE	69.328.552	68.736.715	89.285.711	103.302.772	66.463.499	60.491.332	43.825.479
SP	39.178.544.363	35.638.646.562	31.224.611.286	32.226.750.581	36.456.515.534	34.880.643.915	32.438.389.445
TO	691.744.187	850.618.913	890.802.006	621.093.167	938.898.323	1.155.968.477	1.055.254.247

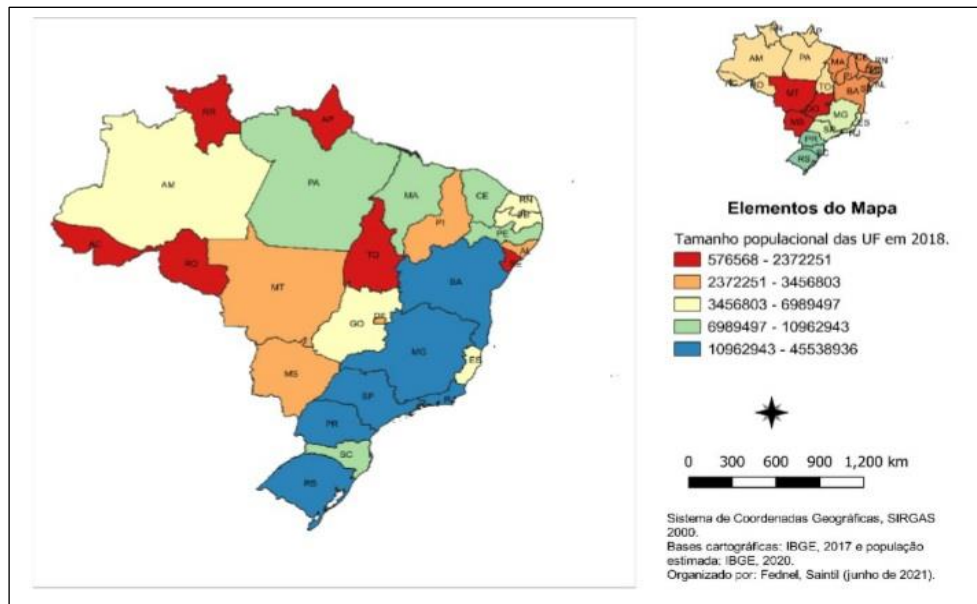
Fonte: Brasil, 2020. Elaboração própria.

APÊNDICE C - Tipos de produtos exportados

Agricultura, silvicultura e pesca = Agriculture, forestry and fishing
 Manufatura = manufacturing
 mineração e pedreiras = mining and quarrying
 outros produtos = other products

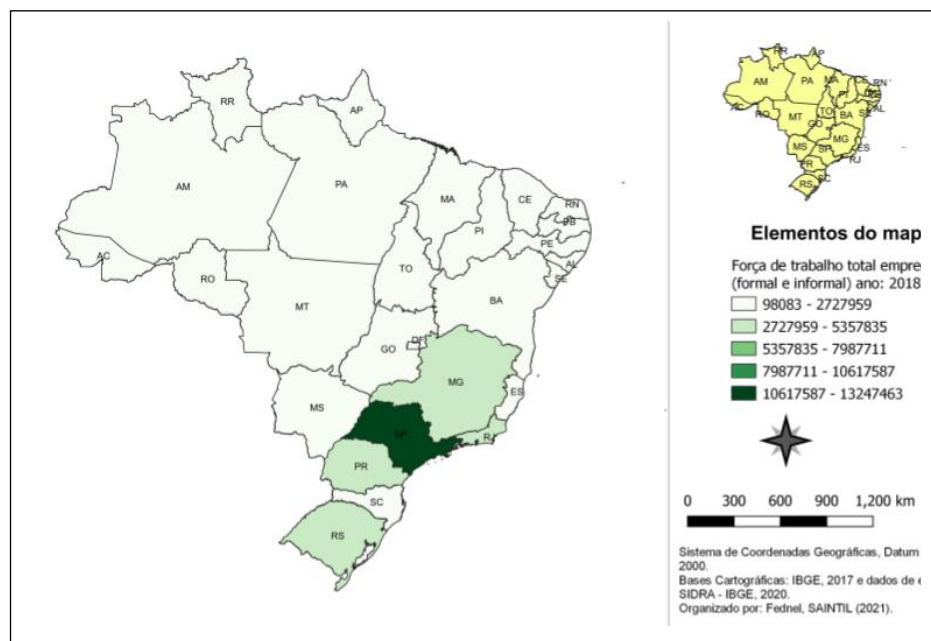
Fonte: Brasil, 2020. Elaboração própria.

APÊNDICE D - mapa da distribuição populacional dos estados brasileiros em 2018



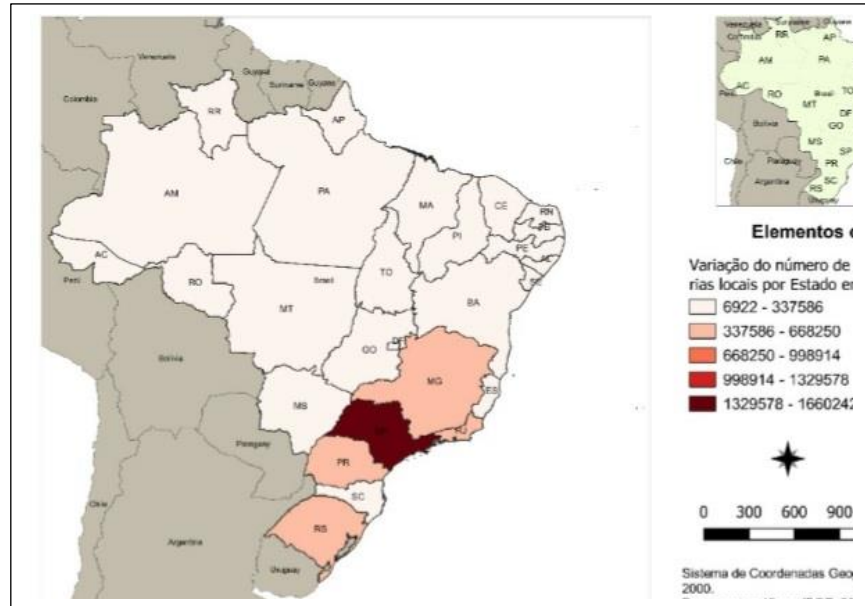
Fonte: Bases Cartográficas, IBGE (2017) e estimativa populacional do IBGE (2020).

APÊNDICE E - mapa de distribuição espacial da força de trabalho total em 2018



Fonte: Bases Cartográficas, IBGE (2017) e estimativa dos trabalhadores do IBGE (2020).

APÊNDICE F - mapa da distribuição de número de unidades empresariais locais



Fonte: Bases Cartográficas, IBGE (2017) e dados empresariais do IBGE (2020).