



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE ECONÔMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
MESTRADO EM ECONOMIA**

ALEXANDRE ANDRADE MATOS

**ANÁLISE DE INTERVENÇÃO APLICADA NOS SISTEMAS DE
TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS**

**Salvador
2023**

ALEXANDRE ANDRADE MATOS

**ANÁLISE DE INTERVENÇÃO APLICADA NOS SISTEMAS DE
TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS**

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

Área de concentração: Nova Geografia Econômica.

Orientador: Prof. Dr. Gervásio Ferreira dos Santos

**Salvador
2023**

Ficha catalográfica elaborada por Valdineia Veloso CRB 5/1092

S425 Matos Alexandre Andrade
Análise de Intervenção aplicada nos sistemas de transportes
aquaviários da Bahia de Todos os Santos / Alexandre Andrade
Matos. - Salvador, 2023.

115f. tab.; fig.; graf.

Dissertação (Mestrado em Economia) -
Faculdade de Economia, Universidade Federal da Bahia, 2023

Orientador: Prof. Dr. Gervásio Ferreira dos Santos

1. Transporte aquaviário 2. Baía de Todos os Santos 3. Nova
geografia econômica I. Santos, Gervásio Ferreira dos II. Título III.
Universidade Federal da Bahia

CDD 330.9



TERMO DE APROVAÇÃO

ALEXANDRE ANDRADE MATOS

“ANÁLISE DE INTERVENÇÃO APLICADA NOS SISTEMAS DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS”

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:

Documento assinado digitalmente
gov.br GERVASIO FERREIRA DOS SANTOS
Data: 17/07/2023 16:53:22-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Gervásio Ferreira dos Santos
(Orientador - UFBA)

Documento assinado digitalmente
gov.br ANDRÉ LUIS MOTA DOS SANTOS
Data: 14/07/2023 16:05:27-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. André Luís Mota dos Santos
(UFBA)

Documento assinado digitalmente
gov.br MIGUEL ANGEL RIVERA CASTRO
Data: 17/07/2023 01:58:37-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Miguel Angel Rivera Castro
(UNIFACS)

Aprovada em 14 de julho de 2023.

Dedico este trabalho a minha família:
Fernanda Neves Matos (genial esposa);
Aurora Neves Matos (iluminada filha);.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a hombridade dos companheiros de jornada: colegas e professores, incontáveis amigos que na qualidade de externalidades positivas reduziram o abismo até o conhecimento acadêmico: exaustivas listas e salutares estudos de artigos. Em especial, agradeço ao distinto orientador Dr. Gervásio Ferreira Santos por ser paciente nesta jornada de iluminação. Agradeço mais uma vez aos inúmeros colegas “de classe”, os quais, nos tempos incomuns e incertos de Pandemia foram colegas de mídias sociais. Que embora mais distantes fisicamente – nunca menos próximos – para auxiliar nos desafios acadêmicos. Meus mais sinceros agradecimentos!

Agradeço ao Ministério Público do Estado da Bahia (MPBA) que por meio da Central de Apoio Técnico (CEAT/MPBA) apoiou a presente pesquisa, bem como, é necessário evidenciar o apoio da 3ª Promotoria de Justiça de Itaparica por meio da Promotora de Justiça Dra. Márcia Munique Andrade de Oliveira. Agradeço ainda às instituições do Estado da Bahia, na qualidade da Agência Estadual de Regulação de Serviços Públicos de Energia, Transportes e Comunicações da Bahia (AGERBA) por disponibilizar os dados quantitativos e prestarem informações qualitativas que contribuíram para desenhar a presente pesquisa. E por fim, agradeço ao povo da Ilha de Itaparica e faço meus votos de pesar pelos naufragos na tragédia do Modal Lanchinhas em 24/08/2017, evidenciando que “acidente” não significa fato inevitável.

*“Nasce o Sol e não dura mais que um dia,
Depois da Luz se segue a noite escura,
Em tristes sombras morre a formosura,
Em contínuas tristezas e alegria. (...)
Se é tão formosa a Luz, por que não dura?”*

Inconstância das coisas do mundo!

Letra de Gregório de Matos. Data incerta.

*“...É você olhar no espelho
Se sentir um grandessíssimo idiota
Saber que é humano, ridículo, limitado
Que só usa dez por cento de sua cabeça animal
E você ainda acredita
Que é um doutor, padre ou policial
Que está contribuindo com sua parte
Para o nosso belo quadro social...”*

Ouro de Tolo. Letra de Raul Seixas, 1973

RESUMO

O objetivo da presente dissertação é comparar a perspectiva de intercorrências no fluxo pendular de pedestres entre as regiões urbanas da Ilha de Itaparica e Salvador, considerando os modais de transportes de travessia marítima Lanchinhas e Ferryboat. A ocorrência de *outliers* nos fluxos de passageiros destes modais será realizada através da metodologia de Análise de Intervenção de séries temporais univariadas. A pesquisa mostra que o fluxo pendular de travessia marítima entre as duas regiões possui vínculo com os elos históricos das escolhas destes sítios urbanos na economia marítima colonial de Salvador e com as estratégias recentes de sobrevivência das famílias de Itaparica. Os resultados mostram que o modelo SARIMA (0,1,0)(0,1,1)₁₂ descreve os dois fluxos de passageiros em transporte ativo pendular. O Modal *Ferryboat* é mais sensível às externalidades, com impactos observados de forma antecipada e mais duradoura devido à integração deste com o sistema rodoviário por meio de terminal de ônibus, conferindo maior interação com as demais regiões urbanas da ilha de Itaparica. O Modal Lanchinhas é mais estável a mudanças por *outliers*, uma vez que este atende somente as demandas mais locais. Finalmente os resultados também mostram que uma inobservância de impactos associados ao naufrágio de embarcação no Modal Lanchinhas em 24/08/2017, revelando ainda forte dependência social deste modal que apresenta característica de monopólio.

Palavras-chave: Análise de Intervenção; Transporte Aquaviário de Passageiros; Nova Geografia Econômica.

ABSTRACT

The objective of this dissertation is to compare the perspective of interurrences in the commuting flow of pedestrians between the urban regions of Ilha de Itaparica and Salvador, considering the transport modes of maritime crossing Lanchinhas and Ferryboat. The occurrence of outliers in the passenger flows of these modes will be carried out through the Intervention Analysis methodology of univariate time series. The research shows that the pendular flow of sea crossings between the two regions is linked to the historical links of the choices of these urban sites in the colonial maritime economy of Salvador and with the recent survival strategies of the families of Itaparica. The results show that the SARIMA $(0,1,0)(0,1,1)_{12}$ model describes the two passenger flows in active commuting. The Ferryboat modal is more sensitive to externalities, with incidents observed in advance and lasting longer due to its integration with the road system through a bus terminal, providing greater interaction with the other urban regions of the Island of Itaparica. The Lanchinhas modal is more stable to changes by outliers, since it meets only the most local demands. Finally, the results also show that a failure to observe the effects associated with the sinking of a vessel in Lanchinhas modal on 08/24/2017, still revealing a strong social dependence of this modal that presents monopoly characteristics.

Keywords: Intervention Analysis; Passenger Waterway Transport; New Economic Geography.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AGERBA	Agência Estadual de Regulação de Serviços Públicos de Energia,
ANTAQ	Agência Nacional de Transporte Aquaviário
AO	Valores Atípicos Aditivos
AR	Autoregressivo
ARIMA	Autoregressivo Integrado de Médias Móveis
ARMA	Autoregressivo com Médias Móveis
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BTS	Bahia de Todos os Santos
CHS	Centro Histórico de Salvador
CNT	Confederação Nacional dos Transportes
TCB	Transporte e Comunicações da Bahia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IO	Excêntricos Inovadores
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LS	Mudanças de Nível
MI	Ministério da Infraestrutura
MPBA	Ministério Público do Estado da Bahia
MT	Ministério dos Transportes
NGE	Nova Geografia Econômica
OCDE	Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico.
PHE	Plano Hidroviário Estratégico
PNLT	Plano Nacional de Logística de Transporte
RU	Raiz Unitária
SARIMA	modelo Autoregressivo Integrado de Médias Móveis com Sazonalidade

SEINFRA	Secretaria de Infra-Estrutura
SLS	Mudanças de Nível Sazonais
ST	Séries Temporais
STH	Sistema de Transporte Hidroviário
TC	Alterações Temporárias são Seleccionadas

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	15
2.	O TRANSPORTE AQUAVIÁRIO DE PASSAGEIROS ENTRE SALVADOR E VERA CRUZ	23
2.1.	O SISTEMA DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO DE PASSAGEIROS NA BAHIA E NO BRASIL.....	23
2.2.	ECONOMIA COLONIAL E TRANSPORTE AQUAVIÁRIO NA BAHIA DE TODOS OS SANTOS.....	27
2.2.1.	Influência Intermunicipal de Salvador e a Emancipação de Vera Cruz.....	30
2.3.	REGULAÇÃO E OPERAÇÃO DOS SISTEMAS DE LANCHINHAS E <i>FERRYBOAT</i> DE SALVADOR.....	32
2.4.	ESPECIFICIDADES DOS CHOQUES EXÓGENOS: ACIDENTES E PANDEMIA.....	36
2.5.	JUSTIFICATIVA A NECESSIDADE DE INVESTIGAÇÃO.....	37
3.	REFERENCIAL TEÓRICO: NOVA GEOGRAFIA ECONÔMICA:	39
3.1.	MODELO DE EQUILÍBRIO GERAL DE KRUGMAM (1991):.....	39
3.2.	ADEQUAÇÃO DA TEORIA DA NOVA GEOGRAFIA ECONÔMICA:	41
3.2.1.	Síntese e Organização da Literatura da NGE.	42
3.3.	REVISÃO DE TRABALHOS EMPÍRICOS DE TRANSPORTE:.....	44
4.	METODOLOGIA E DADOS:	49
4.1.	MÉTODOLOGIA.	49
4.1.1.	A intuição dos métodos de análise de dados de série temporais.	49
4.1.2.	Introdução ao Modelo Geral: SARIMA.....	50
4.1.3.	Metodologia: Análise De Intervenção.....	52
4.1.4.	Especificação do Modelo de Análise De Intervenção	53
4.1.5.	Principais referências do Método de Análise de Intervenção	55

4.1.6.	História da Metodologia Análise De Intervenção.....	55
4.2.	SELEÇÃO ESTATÍSTICA OUTLIERS NO PACOTE TSOUTLIERS R:	57
4.3.	BASE DE DADOS:.....	59
4.3.1.	Percepções sociais como argumentos qualitativos para análise dos dados.....	61
4.3.2.	Fragilidades da Coleta de Dados.....	62
5.	RESULTADOS	64
5.1.	ANÁLISE PRELIMINAR E ESTATÍSTICA DESCRITIVA INICIAL	64
5.1.1.	Série Univariada do Fluxo do Modal Lanchinhas: Análise Gráfica	65
5.1.2.	Série Univariada do fluxo do modal Ferryboat: Análise Gráfica.....	70
5.2.	ANÁLISE QUANTITATIVA:.....	74
5.3.	ANÁLISE DE INTERVENÇÃO NOS MODAIS LANCHINHAS E <i>FERRYBOAT</i> :.....	75
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	83
	REFERÊNCIAS	86
	APÊNDICE A:	94
	APÊNDICE B:	106

1. INTRODUÇÃO

Um dos maiores exemplos de dependência de uma sociedade a um modal de transporte no Brasil está localizado na Bacia Amazônica. Nesta região, grande parte da dinâmica social ocorre restritivamente por meio das embarcações de madeira movidas a diesel. O modal aquaviário de passageiros naquele contexto de hidrografia oferta melhor custo de oportunidade, solidarizando o menor custeio das passagens ao menor tempo de deslocamento entre origens e destinos. Este modelo de transporte aquaviário de passageiros funciona de forma antagônica ao transporte aéreo, pois este último possui maior custo operacional. No caso da grande Bacia Amazônica, os custos de investimento em outras opções de transportes alternativos para interligarem os municípios e capitais regionais, para concorrerem com as embarcações, são de forma muito onerosos ou mesmo impagáveis em alguns cenários. (PIRES *et al.*, 2018, p 31).

O transporte aquaviário de passageiros que atrai a fração mais vulnerável da sociedade em razão do baixo custo de operação são o foco de investigação da presente pesquisa. O processo de dependência da economia urbana do modelo de transporte em condição de monopólio natural também motiva o presente objeto de estudo. Um dos modelos de transporte que naturalmente favorecem ao monopólio aquaviário é denominado de navegações de travessias, a que ocorre entre margens opostas de uma hidrografia (rio, lago, baía, dentre outros). Desse modo, a presente dissertação se concentra no estudo de caso específico na Baía de Todos os Santos (BTS), cuja dimensão é o maior acidente geográfico deste tipo no Brasil e segundo maior do mundo. Além disso, a região geográfica também reúne características similares às descritas no contexto amazônico, com população vulnerável e dependência socioeconômica de modais aquaviários.

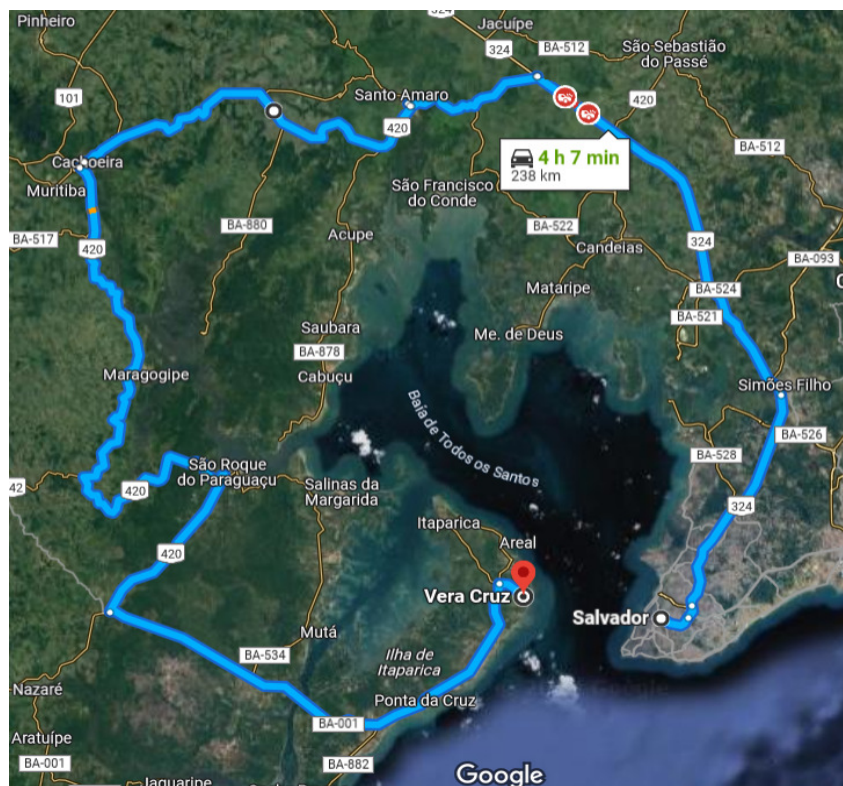
A condição natural hidrográfica da BTS favorece a prestação do serviço de traslado e constitui obstáculo ao surgimento de outros modais concorrentes para o mesmo percurso de origem e destino. Nestes cenários, em similar condições à região amazônica, é mais oneroso ou demanda maior tempo de viagem à instalação de infraestruturas concorrentes às embarcações que realizam o trajeto hidroviário de travessia. Logo, com embarcações ainda tradicionais e sem tecnologia e sem conforto, estes sistemas são economicamente viáveis apenas quando as condições geográficas naturais das bacias hidrográficas estabelecem um monopólio natural para este modal conforme figura 1.

A travessia das margens opostas de uma grande enseada, baía, lago, ou rio, pode ser mais rápida por embarcação do que a alternativa de contornar estes acidentes geográficos. Por

exemplo, a malha rodoviária que contorna a Baía de Todos os Santos possui aproximadamente 240km de extensão entre Salvador e a sede municipal da cidade de Vera Cruz, de modo que o percurso por carro é estimado em 4h:07min (figura 01). Por outro lado, a travessia realizada por sistema aquaviário dura 30 minutos por Modal Lanchinhas entre os mesmos pontos de origem e destino. Alternativamente, por Modal *Ferryboat*, a duração é de 1h:05min. Exemplificamos no caso da Baía de Todos os Santos, que existe um custo de oportunidade ao reduzir o tempo de viagem da travessia, motivando a demanda populacional e o conseqüente fluxo destes modais aquaviários.

A partir do século XVII iniciou-se uma interdependência histórica com um passado de economia colonial entre as regiões conectadas pelos modais, a saber, Salvador e Ilha de Itaparica (municípios de Vera Cruz e Itaparica). Conforme PNAD (2022), apenas 10% da população da ilha estão incluídas em atividades formais. Logo, é razoável creditar que os modais fazem parte das estratégias de sobrevivência das famílias da Ilha de Itaparica, contribuindo para a manutenção e o desenvolvimento econômico em geral da região.

Figura 01: Percurso rodoviário entre Salvador e o Distrito de Mar Grande, 240 Km/5h.

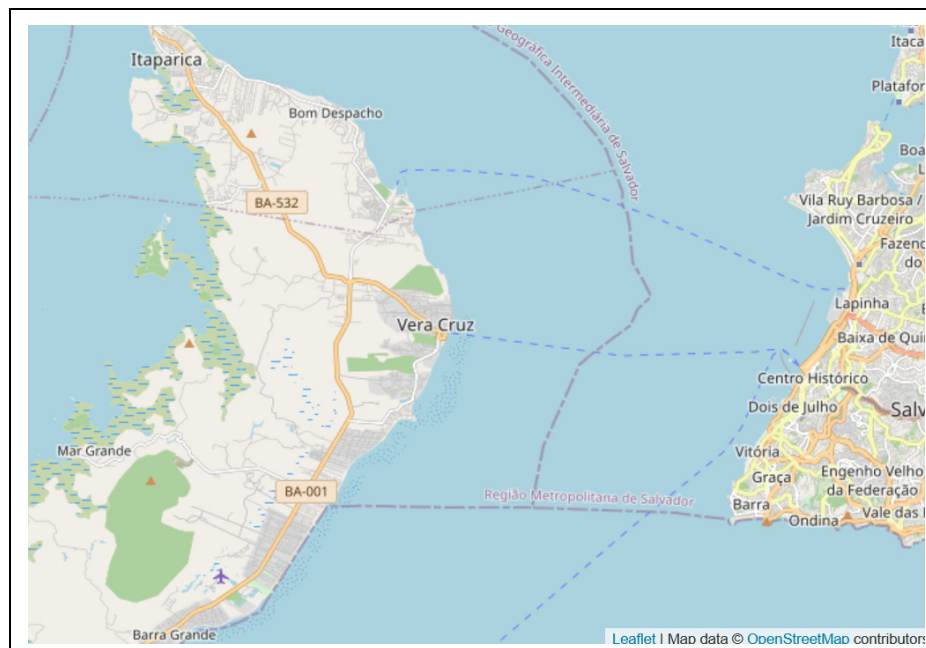


Fonte: Imagem do Googlemaps em 10/10/2022.

As linhas tracejadas azuis no mapa do IBGE, na figura 2 a seguir, apresentam os fluxos dos transportes aquaviários de curta distância exclusivos para passageiros, utilizados na Baía de Todos os Santos, entre Salvador e Ilha de Itaparica, onde se localizam os municípios de Vera Cruz e Itaparica. Estes são os dois modais analisados quanto ao fluxo de passageiros a

pé, em transporte ativo. O primeiro modal Lanchinhas possui embarcações em madeira e motor a diesel, com capacidade variável entre 161 até 276 passageiros por embarcação (AGERBA, 2022). Estas fazem a travessia entre Salvador (região do Centro Histórico de Salvador - CHS) e sede municipal de Vera Cruz. O segundo modal em análise é o *Ferryboat*, com embarcações de médio porte, em aço, que fazem um percurso de travessia em paralelo ao modal Lanchinhas, com travessias entre Salvador (na região da Lapinha) e o município de Itaparica, com terminal no Distrito de Bom Despacho. Os dois modais apresentam a mesma tarifa para o transporte de pedestres a pé (passageiros), cujo fluxo é objeto de investigação desta pesquisa. Destaca-se que apenas o *Ferryboat* transporta veículos, interligando a malha rodoviária entre os extremos da Baía de Todos os Santos, sendo que este fluxo rodoviário não é objeto de investigação desta pesquisa.

Figura 02: Fluxos dos Modais Aquaviários entre Ilha de Itaparica e Salvador.



Fonte: Mapa oficial do IBGE.

As informações coletadas junto aos atores do sistema, tais como os passageiros (populares) e operadores do sistema (empresas concessionárias e órgão fiscalizador) indicaram preliminarmente uma grande dependência social dos moradores da Ilha de Itaparica em fluxos pendulares diários até a cidade de Salvador. Posteriormente, com a coleta e tratamento dos dados dos fluxos dos modais aquaviários, constatou-se nítida coerência entre a percepção popular e os dados de fluxos gerados para os dois sistemas de transporte, por exemplo, vide figura 10 da Análise Exploratória desta pesquisa, o fluxo entre origem e destino é marcado por nítida equivalência de embarques nos dois sentidos, entre os terminais de Vera Cruz e Salvador. Bem como, os operadores das embarcações possuem nítido conhecimento das identidades das pessoas e famílias que realizam o trajeto pendular diário de

percurso casa-trabalho-casa, morando na ilha e trabalhando no mercados informal, ou formal, em Salvador.

A interdependência entre ambos os fluxos em movimentação pendular entre a ilha e o continente, e vice-versa, pode estar associada às melhores oportunidades de trabalho, emprego, estudo, serviços na cidade de Salvador, sede da região metropolitana. Tais circunstâncias encontram amparo na literatura da Nova Geografia Econômica. Isso, porque existe um provável aproveitamento de custo de oportunidade em deslocar-se da Ilha de Itaparica até Salvador.

A literatura subjacente de transportes aquaviários de curtas e médias distâncias exclusivos para passageiros é uníssona ao diagnosticar que na dinâmica brasileira estes modais são associados a baixos investimentos iniciais em qualidade e conforto das embarcações. Geralmente, as pequenas e médias embarcações que transportam passageiros são construídas em madeira e movidas por motor a diesel, sem acessibilidade, e operando com menores rigores normativos: técnicos e legais, quando comparados com os outros modais: rodoviários, ferroviários e aeroviários. Portanto, são constatações comuns na literatura brasileira que os modais aquaviários para passageiros, em madeira e movidos a diesel, são uma boa opção de transporte apenas quando não existem outras modalidades concorrentes (BARBOSA, 2015; IBGE, 2017).

Para Silva *et. al.* (2012) a maior mobilidade de uma população não é medida pela oferta de transporte em si, mais sim, pelos serviços que podem ser obtidos pelo transporte. Estes serviços, no contexto das cidades portuárias às margens da Baía de Todos os Santos, se constituem a própria dinâmica cotidiana junto ao mar, o sabor dos pescados, o fluxo de turistas; o comércio local, o aproveitamento das amenidades urbanas da sede metropolitana, dentre outros. Estes elementos formam vetores de crescimento e desenvolvimento econômico e social das comunidades tradicionais do Recôncavo baiano às margens da Baía de Todos os Santos.

Os conceitos e ferramentais da Nova Geografia Econômica (NGE) auxiliam na explicação dos fenômenos socioeconômicos urbanos, a exemplo das edições de pesquisas sobre as Regiões de Influência das Cidades (Redic) (IBGE, 1972, 1987, 1993, 2007, 2018). Naquelas, foram observados dados da rede urbana brasileira e a conseqüente hierarquia urbana, a partir da dinâmica de demandas de fluxo de pedestre entre municípios. Conforme observado, os fluxos foram aferidos por meio dos transportes rodoviários e hidroviários com rotinas semanais, e os resultados mostram que os centros urbanos menores demandam com maiores frequências as saídas de passageiros para os centros maiores. A explicação mais

provável para os resultados, conforme NGE, está na razão dos centros maiores ofertarem mais serviços, com diversidade de especialidades. Portanto, a lógica seminal é que os grandes centros urbanos ofertam vantagens a menores custos, gerando uma força de atração denominada por NGE como força centrípeta. No caso, para o fluxo pendular na Baía de Todos os Santos, buscam-se explicações, sobretudo adotando conceitos de Krugman (1991) que associa formas de equilíbrio entre núcleos de assentamento originalmente rural e urbano, com maior e menor valor de fluxo entre estas regiões, e a partir do maior ou menor custo do transporte.

A pesquisa REGIC, conforme IBGE (2017, p 9) mostram que os fluxos de passageiros analisados em cada uma destas pesquisas contêm apenas dados de centros urbanos. A investigação do IBGE (2017) foi a maior e mais ampla pesquisa nacional sobre fluxos urbanos intermunicipais. Na qual foi registrada as conexões rodoviárias e hidroviárias entre todas as sedes dos municípios brasileiros. A presente pesquisa busca uma inovação, ao privilegiar a comparação entre os fluxos a partir dos choques exógenos que incidem sobre estes, tendo em vista um forte elo histórico entre ambas às localidades de origem (Ilha de Itaparica) e destino (Salvador). Estas localidades são extremamente heterogêneas entre si e muito próximos do ponto de vista da historicidade, frente aos aspectos de alocação de recursos da economia colonial, ainda nos séculos XVI e XVII.

Nesse contexto, a metodologia de Análise de Intervenção em séries temporais permite a identificação e análise dos choques exógenos sobre os fluxos, comparativamente entre os modais Lanchinhas e *Ferryboat*, agregando valor metodológico e acadêmico às pesquisas precedentes. Desse modo, será possível evidenciar um estudo de caso local, na Baía de Todos os Santos e em um meio de transporte desprestigiado de produções acadêmicas precedentes.

Os modais aquaviários de transporte, Lanchinhas e *Ferryboat*, atendem à demanda pendular dos moradores da Ilha de Itaparica para Salvador, sem outro modal concorrente. Sem substitutos perfeitos ou imperfeitos estes modais de transporte estabelecem uma relação positiva de custo *vs.* benefício com alguma vulnerabilidade para a população transportada. Deste modo, o **problema de pesquisa** considera a extrema dependência da população à oferta deste serviço, a saber:

Quais seriam os efeitos dos choques exógenos negativos sobre o fluxo de transporte aquaviário por Lanchinhas e Ferryboat, analisados comparativamente?

Para fins de investigação empírica, para a presente pesquisa, são considerados como choques exógenos nos sistemas de transportes aquaviários em análise, dois eventos

catastróficos e imprevisíveis na dinâmica social de uso dos modais. O primeiro foi o naufrágio da embarcação Cavalão Marinho I, em 24 de agosto de 2017, no sistema Lanchinhas, considerado como um dos maiores acidentes de trânsito náutico na história do Brasil, com 19 fatalidades e 89 feridos¹. O segundo foi a Pandemia Covid-19, sendo esta a maior pandemia do século XXI, e afetou fortemente o fluxo de passageiros.

Desse modo a pergunta central de pesquisa apresentada poderá ser desdobrada em três outros **problemas específicos**. *Quais são os efeitos quantitativos diretos do acidente no fluxo regular do Modal Lanchinhas? Este acidente contribuiu para o aumento do fluxo de passageiros no outro modal aquaviário na Ilha de Itaparica, o Ferryboat? O início dos efeitos da Pandemia e o tipo de intervenção na série temporal foram similares para ambos os modais?*

Cabe ressaltar que é necessário privilegiar uma visão diferenciada sobre as perspectivas de desenvolvimento de uma região metropolitana, considerando as adversidades. A pesquisa no campo da economia urbana associa os argumentos chaves de: mobilidade; demanda social; Análise de Intervenção; séries temporais e choques exógenos. Isso permitirá a proposição de políticas públicas mais específicas para os usuários completamente dependente deste modal: população de baixa renda dos distritos entorno da sede municipal de Vera Cruz e Itaparica.

A análise do problema de pesquisa e respectivos desdobramentos exige o desenvolvimento de algumas etapas metodológicas. Primeiro, será necessário selecionar um instrumental quantitativo adequado. Ao considerar o uso de análise de intervenção em séries temporais univariadas, será necessário definir o melhor modelo que possa explicar o fluxo de passageiros em transporte ativo para cada um destes modais. Além disso, será necessário definir as diferenças e semelhanças observadas na comparação dos efeitos dos choques exógenos observados, entre os modais analisados. Por fim, também será necessário definir qual dos dois modais é mais sensível aos choques exógenos sobre a perspectiva de duração dos efeitos e mudança de nível na série, considerando as mesmas externalidades socioeconômicas.

Diante do problema apresentado e das etapas metodológicas a serem atingidas, o **objetivo geral** da dissertação:

¹ Matéria , site: < <https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/2018/08/24/o-que-se-sabe-do-caso-da-tragedia-com-a-lancha-cavalao-marinho-i-que-completa-um-ano-nesta-sexta-feira.ghtml> > acesso em 29/11/2022, às 29/11/2022.

- *Avaliar os efeitos de choques exógenos (o acidente com vítima e Pandemia Covid-19) nos fluxos dos modais aquaviários de passageiros dos modais Lanchinhas e Ferryboat.*

A partir do objetivo geral são definidos 4 **objetivos específicos** desta pesquisa:

- Identificar em que observações da série histórica dos modais ocorreram impactos no comportamento de uso do modal em função dos choques exógenos, antes e/ou depois destes choques;
- Estimar o modelo econométricos SARIMA para cada um dos modais;
- Identificar fato social que esteja associado aos choques exógenos (acidente de trânsito, mudança legislativa, dentre outros);
- Comparar os efeitos dos *outliers* comuns ocorridos no mesmo momento amostral entre os modais.

Os dados utilizados nesta pesquisa são para o período amostrado de 01/2013 à 7/2021. Estes formam o único conjunto de dados disponíveis de fluxo de pessoas em embarcações com origem e/ou destino entre as duas áreas urbanas. Trata-se da primeira pesquisa a iniciar investigações sobre esta constante troca urbana. Neste contexto, destaca-se a importância do potencial de extrapolação para outras comunidades em igualdade de condições de vulnerabilidade, por dependência do tipo monopolista de um único tipo de modal, com embarcações em madeira movidas a diesel.

Além dessa introdução, a dissertação é composta de mais cinco capítulos. O capítulo 2 apresenta o sistema de transporte aquaviário de passageiros no Brasil e na Bahia; o contexto histórico da economia colonial que conecta até os dias atuais as regiões de origem e destino dos modais analisados; bem como a regulação e operação dos sistemas de transporte aquaviários; e as especificidades dos choques exógenos do naufrágio e da pandemia, em evidência.

No capítulo 3 será apresentado o referencial teórico da Nova Geografia Econômica (NGE) com uma perspectiva mais concentrada no problema de pesquisa por meio do Modelo de Equilíbrio Geral de Krugman (1991); bem como, revisões de trabalhos empíricos com análises de problemas dos transportes interurbanos e aquaviários por meio de análise de intervenção em séries temporais; e por fim, um conjunto de justificativas sobre a adequação da teoria econômica (NGE) para a construção da pesquisa e análise dos resultados.

No capítulo 4 será apresentada a metodologia de análise em séries temporais; apresentado os modelos e conceitos estruturantes da Análise de Intervenção e Modelo Box e Jenkins (1970), bem como as características e tratamento dos dados utilizados.

No capítulo 5 são analisados preliminarmente com estatística descritiva os dados das séries temporais para os modais Lanchinhas e *Ferryboat*, assim como os resultados comentados da análise de intervenção para os dois modais. Finalmente no capítulo 6 são apresentadas as considerações finais.

A dissertação conta ainda com dois (2) Apêndices sobre a memória quantitativa de tratamentos dos dados, testes, e aplicação dos ciclos de identificação e estimação do Modelo Box e Jenkins (1970), respectivamente para os modais Lanchinhas e *FerryBoat*.

2. O TRANSPORTE AQUAVIÁRIO DE PASSAGEIROS ENTRE SALVADOR E VERA CRUZ

Este capítulo apresenta o sistema de transporte aquaviário de passageiros no Brasil e na Bahia. Inicialmente será apresentada a literatura sobre transporte aquaviário de passageiros. Serão contextualizadas as questões históricas da origem das locações urbanas e interações sociais entre as regiões da Ilha de Itaparica e a cidade de Salvador. Em seguida são apresentadas as condições de regulação e operação dos sistemas de transporte aquaviários Lanchinhas e *Ferryboat*. Na sequência são detalhadas as especificidades dos choques exógenos em estudo de caso, bem como, a experiência histórica do choque exógeno decorrido de lei municipal de Salvador sobre modal Saveiros, com resultado de extinção deste modal na Baía de Todos os Santos. Por fim, serão refinadas as justificativas que motivam o presente estudo.

2.1 O SISTEMA DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO DE PASSAGEIROS NA BAHIA E NO BRASIL.

O ordenamento jurídico brasileiro possui legislação específica sobre rotas de navegação, a saber: Leis Federais nº 9.432/1997; 10.233/2001; 12.379/2011. Esta define sete tipologias de rotas: fluvial; lacustre; travessia; de apoio marítimo; de apoio portuário; de cabotagem e de longo curso. Além disso, são definidas três categorias do que seja transportado: pessoas; cargas ou ambos. O presente estudo se concentra em sistemas de transporte com características de uso exclusivo para pessoas, e de navegação de rota do tipo travessia. Embora o modal *Ferryboat* transporte passageiros e veículos, o presente estudo concentra-se apenas na travessia dos pedestres, sem veículos. Conforme o conceito legal do art. 2º da Lei Federal 9.432 de 8 de janeiro de 1997, a espécie jurídica de transporte de travessia é a realizada por embarcação que interliga duas margens de uma baía, ou de outro curso d'água local.

No Estado da Bahia, conforme art. 3º da Lei 12.044 de 4 de janeiro de 2011, todas as ações atinentes aos serviços do Sistema de Transporte Hidroviário (STH) são de competência da Agência Estadual de Regulação de Serviços Públicos de Energia, Transportes e Comunicações da Bahia (AGERBA). Esta agência regulamentadora está vinculada à Secretaria de Infraestrutura – SEINFRA.

A concessão estatal de terminais marítimos para serviços de transportes marítimos exclusivos para passageiros não é lugar comum no Estado da Bahia. Conforme AGERBA², antes da regularização dos serviços de concessão dos terminais de Salvador até Vera Cruz já existiam onze rotas de navegação operando de forma alheia ao controle do Estado. No entanto, apenas para esta rota “emergiu a viabilidade de licitação prioritária das linhas Salvador - Vera Cruz”. A viabilidade anunciada em site institucional significa que o fluxo regular de passageiros (demanda) permite a sustentação de uma oferta formal, com custos operacionais e encargos públicos. É fato econômico que a formalidade sobretaxa o valor do serviço, o qual, só é viável economicamente com uma regularidade de demanda. No final do período investigado, julho de 2021, a concessionária Socicam foi a responsável por operação e manutenção dos terminais de passageiros, nos portos de Salvador e Ver Cruz, para o modal Lanchinhas.

Uma questão adjacente a presente pesquisa é o porquê de preexistir fluxo acentuado em apenas numa das onze rotas marítimas de passageiros (travessia e acostagem) pré-identificadas pela AGERBA. A resposta para esta pergunta qualitativa de natureza social pode estar nos fatos históricos que aproximam estas comunidades. Conforme SILVA (2012), o sistema de transporte é estratégico do ponto de vista da estruturação de um território, de modo que à União Ihe é atribuída a competência mais estratégica de estabelecer princípios e diretrizes. Mas por outro lado, os efeitos de uma boa ou inadequada disciplina deste sistema são perceptíveis do cenário local e regional. Contudo, conforme AGERBA (2022), não existe histórico de pesquisas sobre o trânsito aquaviário que estabeleça conexões entre os dois centros urbanos.

A literatura acadêmica sobre transporte aquaviário de passageiros analisa as condições de acessibilidade e mobilidade que estes modais (lanchas, catamarãs, *ferryboat*, balsas, hidrofólios, dentre outros) oferecem na conexão entre os lugares de origem e destino. Assim, os objetos desta literatura que contribuem para uma acessibilidade e mobilidade de qualidade dentre outros fatores, são: a ergonomia das embarcações; a condição de segurança do sistema; a capacidade de entrosamento com outros modais; o baixo custo de tarifa; o menor tempo de viagem e a capacidade e rotinas operacionais de embarques e desembarque nos portos. (IBGE, 2017; BARBOSA, 2015).

Os estudos de transporte aquaviário no contexto brasileiro possuem dois nichos de literatura, a institucional e a acadêmica. Ambas concentram demasiados esforços para

² Disponível em: <<http://www.agerba.ba.gov.br/transporte/hidroviario/sobre-os-sistemas>>.

investigar os fatores econômicos associados ao transporte de mercadorias e passageiros. A tempestividade das produções institucionais e acadêmica mais densas em transporte de pessoas acompanharam em grande parte as ações institucionais de regulamentação sobre este sistema, por meio das Leis Federais nº 9432/1997; 10.233/2001; 12.379/2011. Por outro lado, a literatura que trata exclusivamente de transporte de passageiros possui produção e investigações mais modestas, sobretudo, quanto às demandas sociais de populações mais vulneráveis com extrema dependência de apenas um tipo de modal, o aquaviário. As pesquisas de transporte de passageiros de menor poder aquisitivo, em geral, são realizadas no contexto da bacia hidrográfica amazônica, a partir de Barbosa, Santos e Kuwhara (2015); Calheiros (2010); Padovezi (2012); Cardoso *et. al.* (2013); Couto M.A.F. *et. al.* (2013); Frota, Duarte (2009); Marques e Kumahara (2009); Medeiros (2011); Morgado *et. al.* (2013); Santos *et. al.* (2011); dentre outros.

A literatura institucional sobre transporte apresenta esforços de diagnóstico do fluxo de pessoas entre as sedes dos centros urbanos, mas pautando-se no transporte de cargas. Destacam-se produções da ANTAQ (2013, 2021, 2022); Agência Brasil, CNT (2019, 2022); IBGE (1972, 1987, 2000, 2008, 2014, 2017, 2021, 2022); IPEA (2014); MI, ANTAQ (2022); MT (2012).

Os esforços de regulamentação do transporte aquaviário de passageiros a pedido das demandas sociais regionais estão associados prioritariamente ao contexto da Bacia Amazônica (ANTAQ, 2013). Este modal é a única opção de acesso às regiões territoriais, em razão da grande extensão da bacia hidrográfica e da ausência de opções de infraestruturas de outros modais. Os inúmeros povoados de pequeno porte, e com ocupação de subsistência e/ou baixa renda nestas regiões não motivam investimentos em transporte coletivo por iniciativa pública ou privada. Assim, considerando as condições ambientais da região, o modal aquaviário desempenha uma função essencial à continuidade e desenvolvimento humano. Embora a arquitetura precária das embarcações não permita acessibilidade plena aos idosos, deficientes, crianças e gestantes, este modal aquaviário é o único recurso de mobilidade regional, Barbosa, Santos e Kuwhara (2015); Calheiros (2010); Padovezi (2012); Cardoso *et. al.* (2013).

De acordo com Agência Brasil, em divulgação de dados da Confederação Nacional dos Transportes (CNT): “*Em relação ao transporte de passageiros, em 2017 (última informação disponível), foi estimado um total de 9,8 milhões de passageiros transportados na Amazônia (nos estados do Amapá, Amazonas, Pará e Rondônia).*” (AGÊNCIA BRASIL, CNT, 2019). As localidades na região Amazônica possuem dinâmicas economias, sociais e políticas muito

distintas das demais regiões brasileiras. Estas pequenas povoações possuem vínculos de interdependência de modo que as contínuas trocas entre as mesmas fazem parte das estratégias de sobrevivência.

No contexto dos 63 mil quilômetros com potencial de navegação no Brasil, a maior extensão navegável entre os estados do Brasil encontra-se nas regiões hidrográficas amazônicas com cerca de 16 mil Km. A segunda maior região é o Tocantins/Araguaia (com aproximadamente 1,4 mil km), (AGÊNCIA BRASIL, CNT, 2019). O efetivo desenvolvimento deste modal de transporte (para cargas e pessoas) tem o potencial de se tornar uma das mais promissoras dentre as alternativas de crescimento econômico, para estas regiões da Amazônia.

De acordo com AGÊNCIA BRASIL e CNT (2019), o Brasil dispõe de 2,3 km de hidrovias interiores economicamente utilizáveis para cada 1 mil km² de área. Para países como China e Estados Unidos, estes possuem, respectivamente, 11,5 km e 4,2 km pelo mesmo 1 mil km² de área. No Brasil, o aproveitamento de todo o potencial desse modelo de transporte aumentaria a densidade para 7,4 km por 1 mil km² de área, reposicionando o país como referência, em segunda posição qualitativa, neste cenário internacional de aproveitamento de recursos naturais associados ao transporte aquaviário.

Além da navegação de interior, dentro de calhas de rios, existem possibilidades de conexões urbanas e metropolitanas no litoral Brasileiro. Estas conexões poderiam ser realizadas por meio da navegação de cabotagem entre pontos da costa, bem como, por meio da navegação de travessia entre margens de lagos, baías, enseadas, dentro de uma foz de rio. Com 10,9 mil quilômetros de litoral, o país tem 279 municípios em 17 estados nessa categoria, mais a Lagoa dos Patos, no Rio Grande do Sul (Agência Brasil, IBGE, 2021). Isso representa uma superfície aproximada de 251,3 mil km², correspondente a aproximadamente 2,9% do território brasileiro.

Deve-se considerar ainda que dos 27 estados brasileiros, 11 possuem capitais com orla marítima, banhada pelo oceano Atlântico. Destas 11 cidades, oito estão localizadas no Nordeste, região com 9 estados. Esta forte concentração de capitais de uma mesma região geográfica na costa oceânica é uma característica peculiar da região nordeste brasileira e possui origem no processo histórico de ocupação territorial nos séculos XVI até XVIII, quando o principal e/ou exclusivo modal de transporte foi o aquaviário, entre os núcleos urbanos coloniais, conforme Natal (1991) e Chaves (2002). Deste modo, é importante apresentar a historicidade do transporte aquaviário no Brasil.

2.2. ECONOMIA COLONIAL E TRANSPORTE AQUAVIÁRIO NA BAHIA DE TODOS OS SANTOS.

Conforme IPEA (2014), Natal (1991) e Chaves (2002), a lógica colonial de ocupação do território do nordeste brasileiro foi a de constituir bases de apoio na costa para formar pequenos centros econômicos distantes uns dos outros, ora denominados de “arquipélagos econômicos”. Na dinâmica de ocupação territorial daquela época, para o desenvolvimento econômico das nações colonizadoras, a navegação era o único modal capaz de interligar estas inúmeras comunidades extrativistas em um território hostil. Neste contexto, a presente pesquisa concentra-se em sítios urbanos com características históricas de locação similar, a saber, entre a cidade de Salvador e a Ilha de Itaparica no Estado da Bahia.

A literatura sobre as histórias da Baía de Todos os Santos, a saber, FILHO (1998), OILIVEIRA (2004, 2008); SALVADOR (1975); CAROSO, TAVARES e PEREIRA (2011); MATOS (1968), e principalmente nas histórias recontadas em palestras pelo ilustre professor e historiador Cid José Teixeira Cavalcante³, são observáveis sucessivos fatos históricos não coincidentes. O primeiro destes remonta a história do naufrago Diogo Álvares Corrêa (Caramuru⁴), ocorrida na foz do Rio Vermelho, cuja atual localização é um bairro de Salvador com o mesmo nome. Após naufrágio em 1510 até a chegada dos Jesuítas na comitiva de Thomé de Souza em 1549, Caramuru influenciou no sítio de localização dos dois centros urbanos estudados nesta pesquisa, bem como, de inúmeros outros à época.

³ Professor Dr. Cid José Teixeira Cavalcante, ver site institucional < <https://academiadeletrasdabahia.org.br/profile/cid-teixeira/> > acesso em 15/01/2023 às 12h:30min

⁴ Diogo Álvares Correa foi o único sobrevivente de uma carnificina em que os companheiros de viagem foram desossados e consumidos em canibalismo. O naufrago só sobreviveu por disparar – misteriosamente - um tiro para o alto, e chamar a atenção de todos com o estrondo da explosão de pólvora – até então desconhecida. Fato este que além de lhe manter vivo, o fez bem quisto entre os nativos Tupinanbás que o renomearam por Caramuru “pau de fogo” (em tradução livre). Tendo o respeito do cacique Taparica, casou-se com a filha deste e passou a fazer parte das decisões da comunidade, influenciando a população local em sucessivas mudanças de hábitos.

O cacique Taparica possuía liderança e natural influencia em grande parte do litoral e da ilha já conhecida à época como Itaparica. As relações familiares, colocaram o Caramuru em posição diplomática como intermediado e conciliador natural, entre os interesses coloniais e a sobrevivência da população local nativa.

Inúmeros fatos históricos auxiliam neste entendimento, dentre os quais sobreviveram registros para recontar a participação de Caramuru, datadas: em 1510, quando visitou para reconhecimento a Ilha de Itaparica; de 1510 até 1536 auxiliou a fundação e preservação da Vila dos Franceses (comerciantes de madeira) no atual bairro do Rio Vermelho, em Salvador; em 1536 colaborou estrategicamente na estruturação da Vila do Pereira – atual Porto da Barra em Salvador e passou a residir em grande chácara na vizinhança desta Vila. Onde, atualmente os herdeiros ainda permanecem.

Um dos mais notáveis feitos históricos de Caramuru com grande repercussão no Brasil contemporâneo foi negociar com os Tupinanbás e demais nativos para não dizimarem o gado de Garcia D’Ávila, onde hoje se localiza o distrito de Praia do Forte. Este fato impactou na expansão da cultura do gado de pastagem.

Uma das associações históricas entre os sítios geográficos de Salvador e Vera Cruz é o fato de ambas as urbes se avizinharem das duas únicas ocupações dos Jesuítas à época do século XVI. Os Jesuítas chegaram à região em 1549, junto com Thomé de Souza, e participaram junto com Caramuru das observações estratégicas de ocupação do território colonial. Em Salvador, os jesuítas localizaram-se já a partir de 1549 na fronteira sul da cidade, onde atualmente localiza-se o Mosteiro de São Bento. A partir de 1560 os jesuítas ocuparam terrenos na Ilha de Itaparica, na proximidade do atual distrito de Baiacu. Trata-se de uma vila com economia de subsistência associada ao extrativismo de recursos pesqueiros, à qual, se credita a maior proximidade aos fatos históricos ocorridos no século XVI.

Destaca-se que a prefeitura municipal de Vera Cruz, nomeou a região urbana sede municipal como Mar Grande (figura 3), e renomeou o Distrito que antes era “Mar Grande” como Distrito de Baiacu (figura 4). Mas, conforme seta amarela sobre figura 5, os mapas do IBGE, ainda disponíveis em site institucional, bem como, mapas e fotografias aéreas atuais (2023) disponíveis no Googlemaps, mantém a denominação original como “Mar Grande”. Na figura 5, em seta vermelha sobre linha branca fina, observa-se o antigo caminho entre a contra costa (antiga Mar Grande) e a costa (em frente a Salvador), onde hoje é denominada a rodovia BA 868 na linha branca de maior espessura. A antiga igreja jesuíta, indicada com cruz sobre figura 5, atualmente encontra-se em ruína e é conhecida como Igreja do Nosso Senhor da Vera Cruz, a qual inspirou a denominação da cidade Vera Cruz.

Figura 3: Acesso Rodoviário da Sede Municipal de Vera Cruz.



Fonte: elaboração própria.

Nota: no acesso rodoviário da sede municipal de Vera Cruz existe um portal denominando a localidade como Mar Grande.

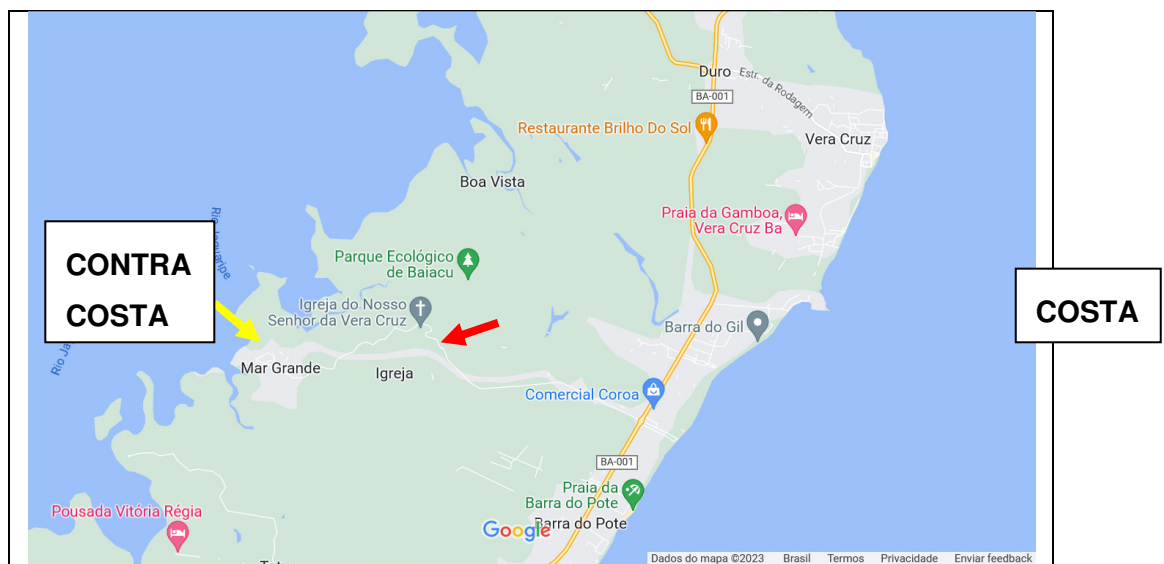
Figura 4: Acesso Rodoviário do Distrito denominado de Baiacu, antes Mar Grande.



Fonte: elaboração própria.

Nota: no acesso rodoviário do distrito de Baiacu pertencente ao municipal de Vera Cruz existe um portal denominando a localidade como Baiacu e reconhecendo como a primeira ocupação urbana colonial da Ilha de Itaparica.

Figura 5: Igreja do Nosso Senhor da Vera Cruz c Cidade de Vara Cruz



Fonte: Imagem Googlemaps.⁵

⁵ site: <<https://www.google.com.br/maps/@-12.9774587,-38.6628704,13z>> Acesso em 28/02/2023, às 9h:45min.

Neste contexto, a igreja construída por Jesuítas na Ilha de Itaparica localiza-se exatamente a meio caminho (cruz sobre figura 5) entre a contracosta da ilha onde esta o antigo Distrito de Mar Grande e a costa em frente à cidade de Salvador, sede municipal de Vera Cruz, denominada atualmente como Mar Grande, vide figura 3 com placa de sinalização municipal.

As localizações de fundação urbana do Centro Histórico de Salvador (CHS) e atual Distrito de Baiacu (seta amarela sobre figura 5) foram escolhidas à época em função destas localizações geográficas serem estratégicas para defesa do território colonial, devido aos seguintes motivos.

Salvador possui uma privilegiada visada em função da proximidade do mar em altitude. Posição defensável (sobre escarpa), com acesso às águas de nascentes (três fontes de água potável junto às praias). Além disso, tinha capacidade de evacuação dos dejetos urbanos por meio de rio, no vale ao fundo da cidade, onde hoje é a Avenida José Joaquim Seabra, ou popularmente Baixa dos Sapateiros, o antigo rio encontra-se transformado em galeria de drenagem subterrânea. Por fim, o difícil desembarque para invasão em razão do acesso topográfico mais próximo ser um carmo (região entre morros), onde atualmente é a Rua do Taboão. Por outro lado, à localização da antiga Mar Grande (Distrito de Baiacu), em melhor condição de autopreservação, esta ficava fora do alcance da vista das grandes embarcações na Baía de Todos os Santos. Além disso, a existência de bancos de areia no mar da contra costa tornava impeditivo ou dificultoso o trânsito de embarcações maiores na contra costa da maior ilha da costa brasileira (à época).

Nascido em 1475, renascido em 1510 (naufrágio), e falecido em 1557, aproximadamente, Caramuru teve papel histórico ao estudar previamente a topografia e tecer estratégias de ocupação do litoral de Salvador e entorno. Considerando este conjunto de argumentos locacionais promovidos entre as duas sedes urbanas a partir das ocupações seminais dos Jesuítas, existe a forte hipótese da ocorrência do fenômeno de ciclo-ação conceituado na Nova Geografia Econômica como provável explicação do fluxo pendular da população entre as regiões da Ilha de Itaparica e Salvador.

2.2.1 Influência Intermunicipal de Salvador e a Emancipação de Vera Cruz

Salvador foi a capital brasileira por 214 anos, entre 1549, marco da fundação até 1763. Neste período, o centro urbano desempenhou um papel de grande influência e certamente foi um dos maiores destinos dentre as rotas de navegação no território nacional. A cidade

permaneceu na qualidade de capital nacional por 214 anos, o maior tempo comparado com Rio de Janeiro e Brasília. No entanto, as implicações indiretas decorrentes desta influência histórica de longevidade como capital não estão suficientemente esgotadas nos estudos regionais, do ponto de vista dos fluxos de pedestres entre o centro urbano de Salvador com as regiões do entorno urbanas que mantenham estas trocas desde o século XVI, a exemplo das cidades do recôncavo baiano, e da Ilha de Itaparica.

O tempo de emancipação também exerceu uma forte influência histórica entre Salvador e as cidades na Ilha de Itaparica, conforme site oficial das prefeituras de Itaparica e de Vera Cruz, em 2022, a emancipada ocorreu em 8 de agosto de 1833. Posteriormente, a Ilha de Itaparica foi desmembrada em dois municípios em 30 de julho de 1962, com nomes de cidades: Itaparica e Vera Cruz. Deste modo, a ilha (porção geográfica) é denominada Ilha de Itaparica, na qual, existem dois municípios: Itaparica (mais antigo, 1833) e Vera Cruz (mais recente, 1962).

Vera Cruz, em particular, foi criada pela lei estadual nº 1773, de 30/07/1962, publicada no Diário Oficial em 31/07/1962, com quatro (4) distritos: Mar Grande, Barra do Gil, Jiribatuba e Cacha Pregos. A região urbana da sede municipal de Vera Cruz, atualmente denominada de Mar Grande, é a única que mantém o fluxo de embarcações diárias e a cada meia hora com Salvador (IBGE, 2022). Este trânsito incomum e sem paralelo é considerado como relevante para a hipótese de interdependência econômica entre os dois centros urbanos: Vera Cruz e Salvador, e reforça as motivações de investigação desta pesquisa.

Tabela 01: Comparativo entre os municípios de Vera Cruz e Itaparica – Censo 2022.

Variável	VERA CRUZ	ITAPARICA
Área da Unidade Territorial (2021):	297,537 km ²	121,373 km ²
População (Censo 2022):	42.577	19.789
População (Censo 2010)	37.567	20.725
Salário Médio Mensal dos Trabalhadores Formais (2020)	1,6 salário-mínimo	1,6 salário-mínimo
População Ocupada (2020)	10,1%	8,9%
PIB Per Capita (2020) em R\$	R\$ 12.471,31	R\$ 11.020,13

Fonte: elaborada por autor, com informações do site: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/itaparica/panorama>>. Acesso em 30/06/2023 21:45min.

A tabela 1 mostra que os municípios de Vera Cruz e Itaparica, comparativamente, possuem grande heterogeneidade de distribuições territoriais e crescimento populacional analisado por dados do Censo 2022, comparado com o Censo de 2010. Contudo, os municípios possuem grande homogeneidade para o percentual da população ocupada no setor formal, e para o salário médio mensal dos trabalhadores formais; bem como, para o PIB per

capita (2020). Por outro lado, a população de Vera Cruz entre 2010 até 2022 cresceu 13,33%, e no mesmo período a população da cidade de Itaparica registrou perda de 4,6%. Ao analisar o papel do setor formal na economia de ambos os municípios, se observa uma relativa semelhança entre estes no ano de 2020, com Vera Cruz com 10,1% e Itaparica com 8,9% da população com ocupação formal. E os dados de “salário médio mensal dos trabalhadores formais” são idênticos, 1,6 salário-mínimo, para os municípios analisados, para o ano de 2020.

Considerando que em 2020 a economia formal das cidades da Ilha de Itaparica registraram valores pouco expressivos de 10,1% e 8,9%, entende-se que a economia informal constitui o alicerce na dinâmica social das famílias da Ilha de Itaparica. Neste contexto, o presente trabalho também se justifica em razão de analisar a relação de troca entre ambos os municípios da Ilha de Itaparica para com Salvador (nos dois sentidos), considerando que o fluxo possui relação direta e indireta com a dinâmica pendular entre as residências na ilha e o trabalho informal/formal em Salvador. Além disso, o presente estudo auxilia na compreensão da dinâmica de trabalho informal dos moradores do município de Vera Cruz e distritos do entorno. Com conseqüente ocupação pendular do espaço geográfico do centro metropolitano com a economia informal, em Salvador. As condições de homogeneidade na ausência de emprego formal podem facilitar na transposição das análises.

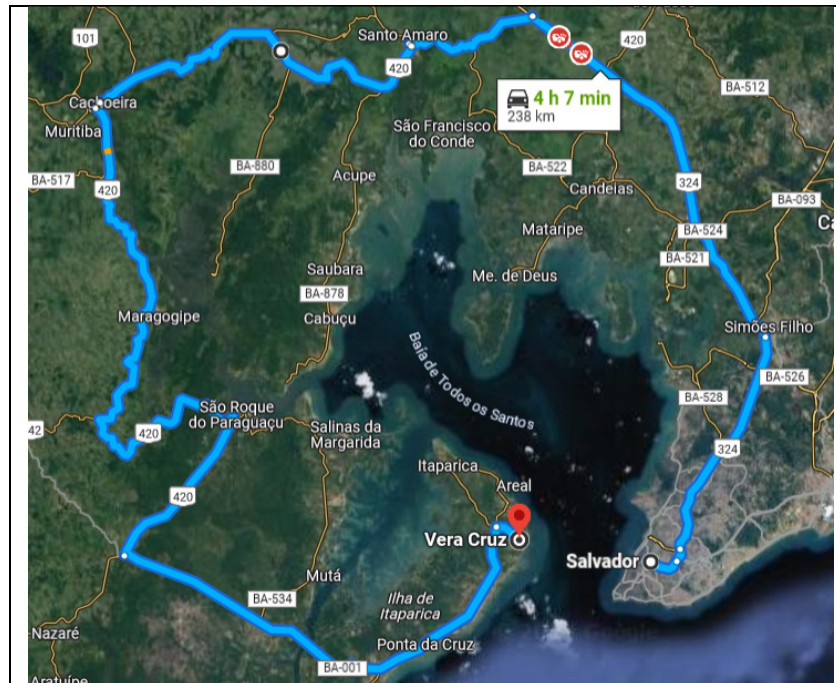
2.3 REGULAÇÃO E OPERAÇÃO DOS SISTEMAS DE LANCHINHAS E *FERRYBOAT* DE SALVADOR.

No contexto de uso do modal de transporte público das Lanchinhas destaca-se que existem três sistemas de transporte que fazem conexão entre as regiões geográficas da Ilha de Itaparica e Salvador: *Ferryboat*; rodoviário; e Lanchinhas. Esta seção apresenta as especificidades destes três sistemas e faz comparações sobre a eficiência entre estes. Ao final da seção o Modal Lanchinhas é identificado como o de maior potencial para ser a escolha predileta do consumidor (MAS-COLELL, 1995).

Sobre o sistema rodoviário que contorna a Baía de Todos os Santos, a figura 6 mostra que este não é uma opção intuitiva em comparação com o percurso de *Ferryboat* ou da Lanchinhas. A malha rodoviária entre Salvador até a sede municipal de Vera Cruz possui distância de 240 km com o tempo médio de percurso em 4h, conforme dados do site GoogleMaps de 10/10/2022. O site institucional da AGERBA (2022) não identifica a

disponibilidade de linhas rodoviárias de transporte público intermunicipal entre as localidades e/ou municípios da Ilha de Itaparica até a cidade de Salvador.

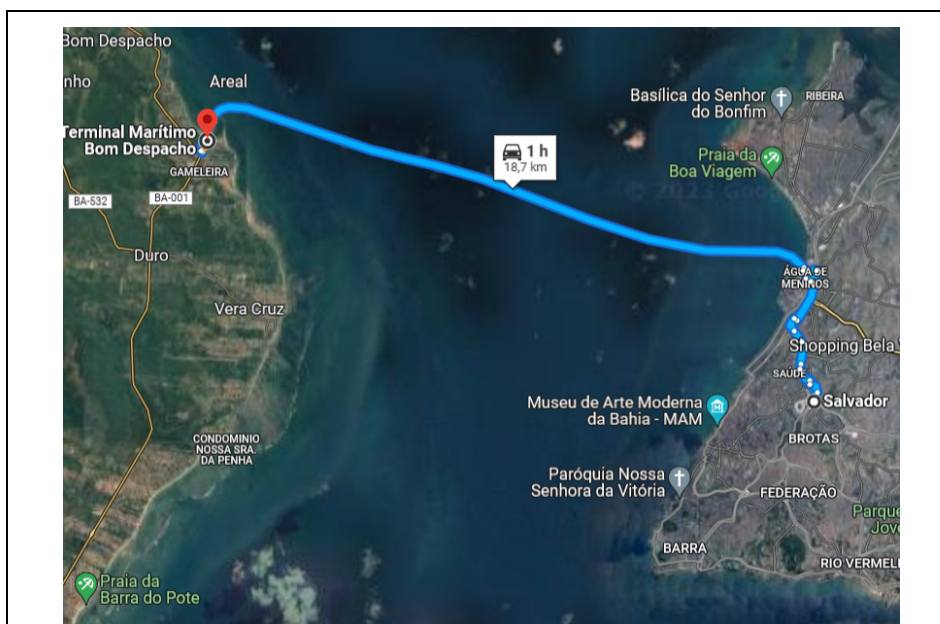
Figura 06: Rodovia entre a Cidade de Salvador e Ilha de Itaparica.



Fonte: Imagem do Googlemaps em 10/10/2022.

Por outro lado, o modal *Ferryboat*, entre Salvador e o terminal de Bom Despacho (município de Itaparica), tem a previsão de tempo para o trajeto de 1 hora de travessia, mais o tempo necessário ao embarque e desembarque, aproximadamente 30 minutos em condições usuais de operação do sistema (sem feriados próximos).

Figura 07: *Ferryboat* entre Salvador e Ilha de Itaparica.



Fonte: Imagem do Googlemaps em 10/10/2022.

A comparação entre as opções de uso da malha rodoviário, *ferryboat* e lanchinhas, mostra que os custos e o tempo de deslocamento são piores no sistema rodoviário, devido ao custo mais elevado e o maior tempo no deslocamento. O modal *ferryboat* apresenta dupla função, transporta pessoas e cargas com veículos particulares de portes variados. No entanto, o sistema de embarque e desembarque de passageiros ocorre por gaveta de atracação, onde também embarcam e desembarcam os veículos. Esse embarque de forma inapropriada e sem ergonomia pode causar uma sensação comum de insegurança (figura 8).

Figura 08: Desembarque de Pessoas e Veículos do Modal *Ferryboat*.



Fonte: Elaboração Própria, foto de 8/05/2022 às 13h:31min

No Modal Lanchinhas os horários são intercalados a cada meia hora, com saídas de Vera Cruz a partir das 05h00min; 05h30min; 06h00min até às 18h30min. As saídas de Salvador são iniciadas às 06h30min; 07h00min; 07h30min até às 20h00min. A análise do quadro de horários mostra que o fluxo de Vera Cruz se inicia mais cedo, às 1h:30min antes da saída de Salvador. Do mesmo modo, o horário de fluxo de Salvador termina mais tarde 1h:30min depois de Vera Cruz.

No cenário do Modal Lanchinhas, conforme horários de disponibilidade do serviço de transporte a cada meia hora, com saídas de Vera Cruz a partir das 05h00min até às 18h:30min, entende-se que o fluxo pendular é mais estimulado quando comparado com o fluxo do *Ferryboat*, cuja travessia dura 1h:30min e a disponibilidade do serviço segue este padrão, aproximadamente.

Conforme disponibilidade dos horários dos serviços das Lanchinhas, o usuário médio se desloca cedo de Vera Cruz em direção a Salvador para trabalhar, em geral em atividades informais. Estas atividades iniciam-se aproximadamente a partir das 7h. Por outro lado, outros

conjuntos de usuários retornam de Salvador no horário noturno, após as aulas (ensino superior, cursos, escolas, por exemplo). Cabe ressaltar ainda que existem os usuários que fazem uso do sistema sem pagar tarifa, tais como idosos, para usufruírem de programas sociais de almoço com valor mais baixo, disponíveis apenas em Salvador.

As empresas concessionárias de transporte dos sistemas das Lanchinhas atendem às demandas de forma alternada. Caso a primeira saída de embarcação do porto de Mar Grande seja da empresa CL Empreendimentos Ltda, a segunda saída será da Vera Cruz, e assim sucessivamente. A regra de alternância é aplicável nos dois sentidos e para todos os dias da semana. O que torna homogênea as observações de características de passageiros, e valores arrecadados, entre as duas empresas. Portanto, os dados de fluxo de passageiros no período de 2013 até 2021 formam uma séria temporal univariada com dados discretos.

O modal Lanchinhas apresenta qualidades de mobilidade, embora possua uma condição de conforto (acessibilidade) inferior quando comparado com os demais modais, conforme depoimento de populares em pesquisa de campo. Contudo, o modal Lanchinhas possui menor custo final de viagem. Dadas às condições econômicas do usuário médio da Ilha de Itaparica este fator custo é de grande relevância para os usuários. Destaca-se ainda que aproximadamente 90% da população economicamente ativa é composta por trabalhadores informais (PNAD, 2022).

Considerando as razões apresentadas, o modal Lanchinhas apresenta características de escolha preferida de transporte, do ponto de vista da teoria do consumidor, para os usuários de Vera Cruz e entorno imediato. Deste modo, é possível concluir as seguintes características desse sistema:

- Mais baixo custo (com uma única tarifa);
- Menor tempo de espera no terminal com saídas (embarque) a cada 30 minutos, ou em menor tempo, se houver demanda mínima para embarque;
- Menor tempo de viagem (travessia) entre as cidades;
- Acesso mais rápido ao sistema para a comunidade de Vera Cruz, em razão da localização do terminal ser na sede municipal.
- Sem a necessidade de entroncamentos em outras localidades ou com outros modais, entre as cidades de origem e destino (Salvador e Vera Cruz).

2.4 ESPECIFICIDADES DOS CHOQUES EXÓGENOS: ACIDENTES E PANDEMIA.

A dependência sistemática de um modal de transporte pode esbarrar-se em uma descontinuidade do funcionamento deste sistema e comprometer a estratégia de sobrevivência das famílias dependentes. Em uma análise preliminar e histórica para um evento similar, conforme Lisiak⁶ (2022) os saveiros, embarcações tradicionais do Recôncavo baiano que transportavam pessoas e mercadorias no comércio regional foram proibidas de atracar em Salvador, ainda em 1973, por meio de legislação municipal. A estratégia administrativa pública foi privilegiar o transporte de pessoas e mercadorias por malha rodoviária que contorna a Baía de Todos os Santos. Esta intervenção administrativa funcionou como choque exógeno sobre o modal Saveiro e teve o impacto devastador de destruir a cultura de uso deste Modal, ao proibir o atracamento das embarcações no principal destino das famílias do recôncavo baiano, a o choque exógeno promoveu a interrupção abrupta e irreversível do modal de Saveiros.

Conforme literatura de Morettin e Toloí (2019), os choques exógenos são eventos imprevisíveis, catastrófico, exógenos à série temporal analisada e avaliada, e que podem causar mudanças no cotidiano social de usufruto do modal aquaviário. Destaca-se que o acidente investigado possuiu resultados catastrófico, com grande número de fatalidades, e cujos efeitos potenciais esperados são a redução da demanda social ao serviço de transporte em específico (das Lanchinhas), a partir do qual gerou-se resultados de perda de vidas, lesões corporais e traumas. Assim, choques exógenos podem ser, a saber: o aumento de taxas governamentais; o aumento no valor de combustível; as inovações tecnológicas de sistemas de transporte concorrentes como potencial Ponte Salvador – Itaparica; o aumento potencial de acidentes de trânsito com embarcações; a Pandemia; dentre outros. Desse modo, será realizado um estudo de caso sobre os efeitos de choques exógenos nos modais *FerryBoat* e Lanchinhas, a saber:

- O naufrágio da embarcação Cavalinho I em 24 de agosto de 2017 no sistema Lanchinhas, que foi um dos maiores acidentes de trânsito náutico na história do Brasil, com 19 fatalidade e 89 feridos⁷.
- Os efeitos do início e continuação até julho de 2021, da Pandemia Covid-19.

⁶ “Desmonte da cidade portuária: o potencial marítimo em Salvador”, matéria assinada, site: < <https://www.archdaily.com.br/br/991525/desmonte-da-cidade-portuaria-o-potencial-maritimo-em-salvador>> acesso em 29/11/2022, às 10h:30min.

⁷ Matéria, site: < <https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/2018/08/24/o-que-se-sabe-do-caso-da-tragedia-com-a-lancha-cavalinho-i-que-completa-um-ano-nesta-sexta-feira.ghtml> > acesso em 29/11/2022, às 29/11/2022.

2.5. JUSTIFICATIVA A NECESSIDADE DE INVESTIGAÇÃO.

Conforme Relatório de Pesquisa da Governança da Região Metropolitana de Salvador (IPEA, 2015, fl. 12), considerando os projetos de novos estaleiros na região, pode-se elencar quatro justificativas adicionais para a presente pesquisa. Em primeiro lugar, a pesquisa amplia o conhecimento para o aperfeiçoamento de políticas públicas de promoção de conexões urbanas no interior da Baía de Todos os Santos, por meio do transporte aquaviário. Em segundo, trata-se da investigação de um objeto que tem a função também de conservar uma tradição associada ao recôncavo baiano, o transporte aquaviário. Terceiro, a ampliação da rede logística de transporte com o aproveitamento do contexto geográfico de interligação das regiões do Interior da Bahia de Todos os Santos – BTS. Por fim, a quarta justificativa é o fato de que a malha rodoviária já sobrecarregada na zona de influência imediata da BTS, pode ser preservada a partir da melhoria do transporte aquaviário, consolidando em conjunto, um importante vetor de desenvolvimento.

Os eventos externos ao funcionamento regular dos transportes são inevitáveis. No entanto, são raros os estudos acadêmicos que concentram esforços para compreender os efetivos impactos quantitativos dos choques exógenos no regular funcionamento dos modais que sofreram intervenção. O conhecimento destas características quantitativas associadas a cada tipo de choque exógeno já ocorrido na série histórica analisada pode contribuir para o enfrentamento destes mesmos cenários no futuro, quando os eventos imprevisíveis se repetirem.

A dinâmica histórica de fluxo de passageiros nos modais aquaviário de travessia entre Salvador e Ilha de Itaparica podem auxiliar no planejamento de ações públicas com maior assertividade. A eventual redução temporária do fluxo regular de passageiros deve ser prevista e planejada na política pública, e não pode ser interpretada como um cenário completamente inesperado, dadas as experiências históricas observadas.

A literatura não possui estudos acadêmicos sobre o acidente trágico ocorrido no fluxo histórico de passageiros do modal Lanchinhas. Estes fatos sociais imediatos ao acidente podem ter influenciado a redução na demanda deste modal e aumento de demanda do modal *Ferryboat*, contudo somente testes quantitativos específicos podem verificar a magnitude dessas alterações na demanda e posteriormente auxiliar na identificação de respostas.

Na perspectiva de planejamento público, o ganho de percepção quantitativa do efetivo impacto após cada choque negativo no sistema de transporte também pode ser aferido. A

gestão pública pode criar uma matriz de cenários históricos e eleger os riscos de choques externos que devam ser priorizados para serem sanados em definitivo, ou mitigados.

De forma geral, a presente pesquisa poderá contribuir com informação quantitativas para a tomada de decisão na política pública de transporte intermunicipal, para sanar riscos de paralisação do sistema de transporte aquaviário (Lanchinas e *Ferryboat*). Contudo, a metodologia de Análise de Intervenção pode ser ampliada para esclarecer cenários em outros modais com observações em séries temporais, a saber, metrô: plano inclinado; elevador Lacerda; ônibus, dentre outras.

3. REFERENCIAL TEÓRICO: NOVA GEOGRAFIA ECONÔMICA:

Este capítulo apresenta em três seções uma síntese da literatura da Nova Geografia Econômica (NGE) evidenciando argumentos e conceitos econômicos que auxiliam na compreensão do problema do transporte aquaviário de travessia na Baía de Todos os Santos. A primeira seção evidencia o modelo de equilíbrio geral de Krugman (1991) por abordar problemáticas relevantes a presente pesquisa, ao associar alterações exógenas e custo de transporte a possíveis cenários de equilíbrio na dinâmica de fluxo populacional entre regiões distintas. A segunda seção concentra-se em revisão da literatura de transporte urbano com uso da mesma metodologia empregada nesta pesquisa (Análise de Intervenção em Séries Temporais), para as quais os conceitos da NGE auxiliam na interpretação dos resultados observados quantitativamente. Por fim, na última seção evidencia a relevância dos conceitos da NGE para interpretar os resultados do presente trabalho.

3.1. MODELO DE EQUILÍBRIO GERAL DE KRUGMAN (1991):

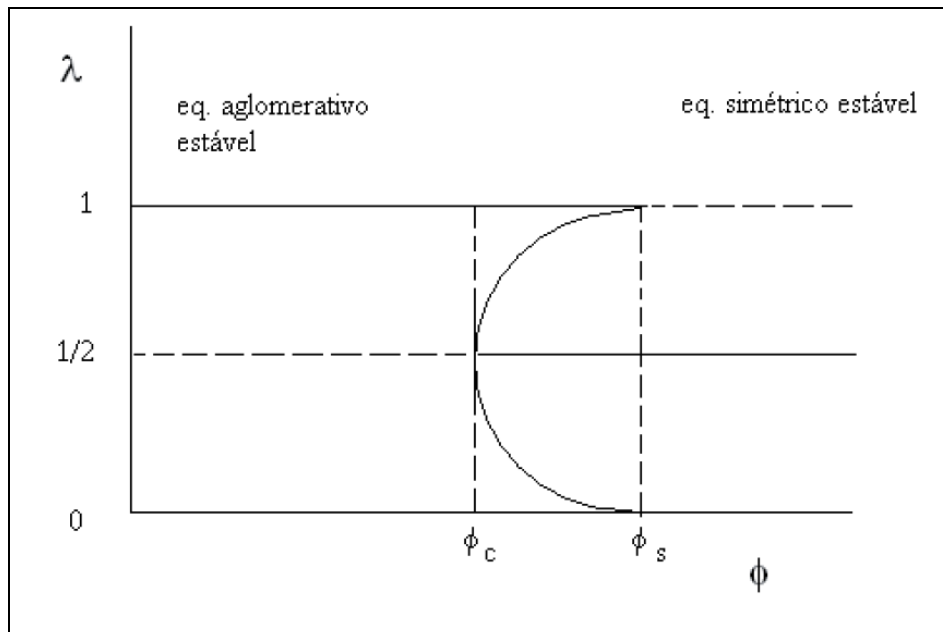
Krugman (1991) apresenta um modelo inovador por agregar conceitos de risco constante de alteração exógena em associação ao custo do transporte. Assim, o autor sintetizou um modelo de equilíbrio geral que oferece uma explicação intuitiva para a concentração econômica de pessoas, considerando a dinâmica de custos de transporte. O propósito deste modelo foi estudar os efeitos de aglomeração, se incluída a mobilidade de fatores de produção, incluindo também a mão de obra. Desse modo, os possíveis resultados entre os modelos de equilíbrio de Krugman são relevantes para esta pesquisa em razão do fluxo estudado concentrar trabalhadores do mercado informal da Ilha de Itaparica em deslocamento pendular até Salvador.

No Modelo de equilíbrio geral de Krugman (1991), a redução dos custos de transporte promove mais integração econômica, e este é o equilíbrio instável. Assim, existe uma tendência de aglomeração de toda indústria e trabalhadores na região com maior economia. Esta aglomeração beneficia as regiões periféricas do centro, com maior disponibilidade de bens e serviços no centro urbano. No entanto, neste contexto também ocorre a causação circular com efeitos de concentração contínua de pessoas no centro econômico, de modo que a excessiva aglomeração é de improvável reversão por políticas públicas posteriores. Assim, traçando um paralelo com o cenário de estudo, a força centrípeta do centro metropolitano de

Salvador causa dependência às regiões do entorno e ao mesmo tempo impede o crescimento e desenvolvimento com autonomia destas, por concentrar a benesses urbanas.

No mesmo modelo, se os preços de transporte forem mais elevados, ocorre uma imobilidade entre as regiões, este é considerado equilíbrio simétrico, quando cada região (rural, e urbana) produzirá o que lhe for mais peculiar. Assim, traçando um paralelo com nosso cenário de estudo, quando se encontram suspensas as atividades dos modais Lanchinhas e *Ferryboat*, de fato, o impacto do isolamento territorial coloca em vulnerabilidade econômica apenas os centros urbanos com menor capacidade produtiva a exemplo dos distritos urbanos na ilha e respectivas cidades (Vera Cruz e Itaparica), pois estes possuem dependência econômica das benesses urbanas concentradas no centro metropolitano.

Figura 09: Modelo de Equilíbrio Geral de Krugman (1991).



Fonte: Krugman (1991)

Um aspecto peculiar a presente dissertação que busca inspiração neste modelo de Krugman (1991) é o cenário de risco constante de alterações exógenas, com possível consequência econômica para uma concentração extrema de recursos em umas das duas regiões (rural ou urbana). O principal fator de risco de aglomeração é o custo de transporte, que em tese, se não for elevado se inicia o processo de aglomeração. Se este for muito baixo a aglomeração será catastrófica. A dinâmica entre “o risco constante de alterações exógenas” e o “custo de transporte” são objetos de investigação deste trabalho.

O modelo considera o conceito de “Icebergs” que remete a um modelo inteligente de transporte previsto por Paul Samuelson (1952), colocando o custo do transporte na história (FUJITA, KRUGMAN, 2004). A intuição do modelo auxilia na compreensão dos fatos

pesquisados, mas o cenário não é idêntico. No presente estudo de caso não existe zona rural, mas apenas duas zonas urbanas, respectivamente com maior e menor poder econômico. Além disso, o processo de aglomeração catastrófica já é bem avançado no cenário real estudado para a cidade de Salvador, e embora o custo de transporte entre as regiões não seja baixo para o padrão socioeconômico da comunidade da Ilha de Itaparica.

Algumas hipóteses factíveis podem explicar de forma concomitante a tradição do fluxo de transporte entre Salvador e Mar Grande. Primeiro, existem fatores históricos de causação circular cumulativa em razão da localização dos dois centros urbanos, ainda no século XVI. Segundo, a característica da ocupação informal em Vera Cruz com apenas 10% da mão de obra no mercado formal. Terceiro, é a tradição familiar de residência na Ilha de Itaparica, região praieira, com vizinhança tradicional, de modo a minimizar a perspectiva de deslocamento extremo de toda a população desta região à Salvador. Uma quarta explicação é a regularidade do fluxo de travessias considerando a curta distância e tempo de travessia de aproximadamente 30 minutos, gerando um custo de oportunidade a favor da utilização do serviço entre a sede municipal de Vera Cruz e a cidade de Salvador.

Sabendo que a estratégia de sobrevivência de parte das famílias da Ilha de Itaparica depende da regularidade do funcionamento do sistema Modal Lanchinhas, portanto, é necessário que exista uma confiabilidade neste modal. No entanto, fatores externos podem impactar nesta confiabilidade e outras estratégias de sobrevivência podem ser necessárias para serem adotadas de forma temporária, permanentemente, de imediato e/ou em longo prazo. Estudos como este, sobre os possíveis impactos de choques externos podem auxiliar na adoção de melhores estratégias de planejamento público para enfrentar tais problemas de cenários incertos (exógenos, futuros, desconhecidos).

3.2. ADEQUAÇÃO DA TEORIA DA NOVA GEOGRAFIA ECONÔMICA:

Conforme Fujita e Krugman (2004) a questão definidora da Nova Geografia Econômica (NGE) é a explicação da formação de uma grande variedade de aglomerações econômicas (ou concentrações) no espaço geográfico. Para os autores “*tanto quanto possível, a história deve explicar as forças de concentração em termos de motivações mais fundamentais*”. Repetimos aqui “... *a história deve explicar...*” em razão desta ser um dos esforços da presente pesquisa, ao evidenciar fatos históricos no Capítulo 2 sobre a escolha dos sítios de locação das duas concentrações urbanas ainda no século XVI (Mar Grande na contra costa da ilha e o Centro Histórico em Salvador). Conforme argumentos e conceitos da NGE, com referência nos fatos

históricos, existe uma forte hipótese da formação de forças de atração entre estes sítios urbanos que culminaram no atual (século XXI) no movimento pendular de travessai de passageiros por meio dos modais Lanchinhas e *Ferryboat*.

Conforme Fujita (2010) se retrocedermos historicamente, a NGE representa o desenvolvimento mais recente e mais bem sucedido da teoria geral da localização. Esta tem como ponto de partida a explicação do surgimento de uma estrutura centro-periferia em escala nacional ou internacional. Fujita *et al.* (1999) investiga como a mesma arquitetura de modelagem pode ser usada para explicar a emergência e/ou auto-organização de uma cidade, um sistema de cidades dentro de um país ou uma estrutura regional centro-periferia em um país. Considerando os elementos seminais da teoria da localização Fujita e Krugman (2004) indicam como referências as teorias de lastro para a NGE, a saber: Hoover e Vernon (1959); Alonso (1964) como principais, e de forma complementar, Weber (1909); Christaller (1933); L'osch (1940); Isard (1956).

A arquitetura de modelagem citada por Fujita (2010) é nas palavras de Krugman (2004) “*uma máquina de contar histórias que permita discutir coisas*”. A modelagem se baseia em modelos de equilíbrio geral, competição imperfeita e custos de transporte para gerar o instrumental utilizado da NGE. Por outro lado, não seria factível neste estágio inicial de investigação estudar a dinâmica de fluxo de pessoas entre os distritos e sedes municipais da Ilha de Itaparica a favor do deslocamento pendular com Salvador, a partir do mesmo ferramental. Nesta dissertação a historicidade como elemento essencial para os argumentos da NGE marca a intensa demanda de fluxo de pessoas revelada pelos fluxos dos modais aquaviários Lanchinhas *Ferryboat*. Embora a história secular registre esta interdependência, os dados disponíveis remontam apenas a história mais recente de 2013 ao presente, de modo que a escolha analítica mais apropriada está associada à natureza intrínseca dos dados disponíveis em série temporal univariada, com dados discretos.

3.2.1. Síntese e Organização da Literatura da NGE.

Conforme CRUZ (2011) em referência à Combes, Mayer e Thisse (2008) seis (6) objetos de estudo mais reincidentes podem ser elencados para a questão da economia regional por meio da NGE, a saber: i) escala e unidades de referência; ii) mobilidade de fatores e produtos; iii) desigualdade de primeira e segunda ordem; iv) interação entre forças de

aglomeração e dispersão; v) retornos crescentes e competição imperfeita; e vi) custos de deslocamento e transporte não nulos.

Deste conjunto de seis objetos recorrentes de pesquisa da NGE pode-se destacar para a presente pesquisa que “*custo de deslocamento e transporte não nulo*” evidência que a integração dos espaços geográficos, às pesquisas econômicas, exige a quebra da hipótese de custo nulo. É possível afirmar que existe uma “*tiranía do espaço*”, e neste contexto a NGE estuda a dinâmica econômica entre lugares distintos tendo como pauta os custos da distância entre estes, a exemplo do presente objeto de estudo marcado pelos dados de fluxo entre duas regiões urbanas.

Estes custos de deslocamento ordinariamente são diretos em relação ao valor da tarifa, custo do frete, e custo de oportunidade. Para estimá-los a literatura da NGE estabeleceu estratégias de modelagem de equilíbrio geral computável, por meio das quais consagrou-se o truque de considerar parte do valor proporcional da mercadoria para costear esta despesa de deslocamento, também conhecido como custo de transporte Berg Samuelson (1976). Por exemplo, se o valor da mercadoria é X, então 1,2X poderia ser o valor desta mercadoria acrescido do custo de 20% de transporte. A estratégia de modelagem considera “*custo do transporte ser um percentual da carga*”. No entanto, esta modelagem não é capaz de ilustrar com coerência o cenário de transporte de passageiros nos modais Lanchinhas e *Ferryboat*, pois o valor transportado é difuso e coletivo, associado à dinâmica social, qualidade de vida e a estratégia de sobrevivência das famílias no contexto local.

Neste contexto, evidencia-se que possíveis mudanças no fluxo regular do modal Lanchinhas impacta diretamente no fator de produção do tipo de mão de obra, considerando os moradores da região geográfica da Ilha de Itaparica que efetivamente são trabalhadores informais em Salvador. Neste cenário de intensa dependência econômica sobre o modal intermunicipal, o maior desafio é diagnosticar, dimensionar, analisar e avaliar os custos indiretos de excepcionalidades negativas sobre o Modal. Os fatores externos ao sistema são de natureza imprevisível e potencialmente danosa, numa estrutura social vulnerável. Logo, os impactos sociais da descontinuidade dos serviços de travessias são efetivamente um dos mais graves neste cenário de dependência social por este modal.

Os efeitos reais da descontinuidade dos serviços não são previstos com antecipação. O planejamento estratégico apoia-se nas experiências históricas para estabelecer medidas mitigadoras e saneadoras de novas ocorrências. Estes efeitos causam impactos sociais e econômicos a partir da quebra da rotina social sobre o fluxo de transporte. Desse modo, é de

interesse social investigar e diagnosticar para planejar respostas assertivas aos futuros impactos de acidentes, aumentos de tarifa, pandemia, dentre outros.

3.3. REVISÃO DE TRABALHOS EMPÍRICOS DE TRANSPORTE:

A revisão da literatura de transporte urbano com uso da mesma metodologia empregada nesta pesquisa (Análise de Intervenção em Séries Temporais), é apresentada primeiro de forma descritiva e depois em síntese com uso do Quadro 01 a seguir, sob título: “Revisão de Estudos de Transporte com a Metodologia Análise de Intervenção”. São evidenciadas em seis (6) colunas, respectivamente da esquerda para a direita: a numeração ordenada dos casos estudados; o título, o método empregado, os dados, conclusões e referências. As sete (7) linhas evidenciam trabalhos empíricos da literatura de transportes de passageiros com foco sobre possíveis choques externos nos fluxos dos sistemas analisados, sempre com o uso da metodologia de Análise de Intervenção. A metodologia é fortemente associada à literatura de choque exógeno em transportes de passageiros em razão dos dados de fluxo de transporte serem naturalmente de séries temporais e marcados por periodicidade (dia, semana, mês, trimestre, ano...).

Estes dados podem também ser apresentados de forma já consolidada como nos exemplos de médias ou unidades de acidentes, ou de interrupções do sistema. Além disso, também podem ser dados sem tratamento prévio, como o registro de total de passageiros embarcados, em aviões, ônibus, embarcações, dentre outros. Como contribuições acadêmicas importantes da China podem ser citados os trabalhos de QI *et. al.* (2008), CHEN *et. al.* (2003), respectivamente nas linhas 1 e 2 do Quadro 1.

QI *et. al.* (2008) utilizaram a metodologia de séries temporais para construir um modelo para planejamento e gerenciamento de tráfego em auto-estradas da região metropolitana de Pequim. Cujo modelo é focado nos congestionamentos e aumentos de demanda ocasionados por eventos especiais. Estes eventos são choques externos que são desejados sobre o ponto de vista social e econômico, mas podem causar transtornos no bom funcionamento do fluxo urbano. São exemplos os grandes eventos públicos de festas populares, eventos esportivos, dentre outros. Os quais possuem potencial de causar mudanças drásticas no fluxo regular do transporte público. De forma similar, o presente estudo desta dissertação também estima um modelo com referência em choques externos.

No presente trabalho os choques exógenos possuem efeitos esperados também negativos sobre o fluxo de transporte, como o fato público conhecido do naufrágio em 24 de agosto de 2017 no modal Lanchinhas e a Pandemia por Coronavírus (COVID-19) em 2020, com grande potencial de impacto na dinâmica sociais nas regiões urbanas analisadas. Outras intervenções de impactos variados são esperados sobre as séries temporais estudadas. Estas podem se originar de causas diversas, e/ou inesperadas, a exemplo de mudanças das alíquotas de taxações sobre o sistema, mudanças legislativas, dentre outras.

Um exemplo relevante de mudança associada à governança foi desenvolvido por CHEN *et. al.* (2003) sobre Análise de Intervenção do fluxo de passageiros em voos, decorrente de mudança de política do governo de Taiwan em 1987. O objeto de estudo foi avaliar os efeitos da suspensão da proibição de visitas familiares à China Continental. A metodologia de Análise de Intervenção auxiliou na identificação de impacto significativo e positivo na procura do serviço de transporte aéreo na rota Taipei até Hong Kong. Além disso, a estimativa do modelo também mostrou um padrão com impacto que aumenta gradualmente no início e se mantém por um longo período. Esta descrição com características de gradação e durabilidade do efeito é um caminho almejado no presente trabalho, pois contextualiza um comportamento possível de ser esperado em eventos similares e futuros.

Noland *et. al.* (2008), evidencia as intervenções sobre a taxa de congestionamento na cidade de Londres após a política de taxação da região central, onde existe maior carga (demanda) de veículos (privados e públicos). O autor estuda duas séries temporais do departamento de trânsito de Londres, com dados já tratadas com observações de acidentes leves e graves. Os resultados mostraram que a amortização das fatalidades dentro da zona taxada está associada a um aumento de recorrência de acidentes na região de entorno desta zona. O uso da metodologia de Análise de Intervenção permitiu observar as interações e argumentos no processo gerador dos dados da série, observando outras séries associadas. Estes argumentos são de grande valia para otimizar a interpretação dos resultados no presente estudo, ponderando sobre eventuais possibilidades e novos caminhos de análises futuras.

Borgato (2000) analisa o fluxo regular de passageiros no transporte público de ônibus da cidade de São Paulo, de modo que observa que alguns eventos diagnosticados pela metodologia de Análise de Intervenção, os quais não podem contribuir para elaboração de um modelo por estarem associadas à mudança no processo gerador dos dados. Estes eventos foram o aumento da frota de ônibus e a privatização do sistema. Ademais, o autor simula a construção de modelos com e sem as contribuições de identificação dos choques exógenos pela metodologia de Análise de Intervenção. O autor concluiu que a metodologia contribui

significativamente na estimação de um modelo mais eficiente, por identificar com precisão as ocorrências adversas ao fluxo regular da série de transporte.

A literatura também aborda sobre o número de observações necessário ou ideal para aplicar o método de Análise de Intervenção de séries temporais. As pesquisas geralmente costumam se utilizarem de uma amostra de valores entre uma e duas centenas de observações. Borgato (2000) utiliza séries com 192, 141 e 93 observações mensais. Samohyl *et. al.* (2002) utiliza 216 dados mensais. Nelson (2000) utiliza 136 observações trimestrais. Mas destaca-se que Nunes *et. al.* (2021) utilizou-se de séries de 24 e 168 observações mensais e constata resultados semelhantes para ambas às amostras, não evidenciando distorção ou falta de paridade com os resultados entre ambas.

Nunes *et. al.* (2021) faz um estudo de caso sobre o impacto da Lei Seca de 2008 sobre a mortalidade por acidente de trânsito na comparação entre os 27 estados brasileiros. A contribuição do autor é relevante para auxiliar sobre a intuição do processo operacional, na aplicação do ferramental técnico por meio do programa R. O autor concluiu pela percepção de que a Lei Seca no ano de 2008 teve impacto heterogêneo nos 27 estados Brasileiros, não impactando de forma homogênea na redução dos acidentes de trânsito rodoviários.

Os estudos revisados utilizam em geral os dados mensais. Essa periodicidade apresenta relevante razão contextual devido à necessidade de observar os fluxos atípicos de férias, e os decorrentes de estações climáticas. A temporalidade mensal se ajusta facilmente com a representação da série frente à frequência (ciclo) anuais de 12 meses. Além disso, também facilita a observação conjunta dos processos estocásticos e sazonais.

Quadro 1: Revisão e estudos de transporte com a Metodologia Análise De Intervenção.

Nº	TÍTULO	MÉTODO	DADOS	CONCLUSÃO	REFERÊNCIA
01	Application of intervention analysis to evaluate the impacts of special events on freeways.	Uma abordagem sistemática, baseada na separação de modelos de séries temporais univariadas com Análise de Intervenção e séries temporais multivariadas modelos com Análise de Intervenção para previsão de volumes de tráfego em trechos de autoestrada perto de um local de evento.	Modelando os dados históricos da série temporal coletados do monitoramento de tráfego do detector de loop estações no Segundo e Terceiro Anel Rodoviário perto do Estádio dos Trabalhadores de Pequim.	O modelo de séries temporais propostos com intervenção esperada. Pois fornecem previsões com precisão razoável sobre as mudanças no padrão de tráfego. Estas previsões podem ser usadas para apoiar planejamento e gerenciamento de transporte para eventos especiais.	QI, Jing. Application of Intervention Analysis to Evaluate the Impacts of Special Events on Freeways . Miami, Flórida: Florida internacional University, 2008. 156 p. Índice UMI Number: 3348915
02	Establishing an intervention model to examine the impact of policy guidance on transportation demand.	Desenvolvimento de um modelo ARIMA multivariado que engloba função de transferência e capacidade de Análise de Intervenção.	Os dados de fluxo aéreo de janeiro de 1980 a dezembro de 1991. Número de vôos e de passageiros de Hong Kongbound para Turístico Mensal publicado pelo Bureau de Turismo, Ministério dos Transportes e Comunicações, Taiwan. São 144 amostras mensais, em 12 anos.	A política lançada pelo governo de Taiwan em 1987 para suspender a proibição de visitas familiares a China Continental tem um impacto significativo e positivo na procura do serviço de transporte aéreo na rota Taipei-Hong Kong.	CHEN. Ming-Chang, CHEN. Kee-Kuo, PAN. Alex Chen-Man. Establishing an Intervention Model To Examine The Impact of Policy Guidance on Transportation Demand. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.5, October, 2003
03	The Effect of the London Congestion Charge on Road Casualties: intervention Analysis.	Análise de Intervenção	Séries Temporais de acidentes de trânsito com gravidades e acidentes leves, do departamento de trânsito de Londres;	Especificamente dentro da zona de maior congestionamento recorrentes houve uma queda estatisticamente significativa de acidentes com mortes de motoristas e, possivelmente, um aumento nas mortes de ciclistas. Há um efeito associado de um aumento no número de vítimas de motociclistas e ciclistas em algumas áreas fora da zona de carregamento, sugerindo que podem ser necessárias mudanças no projeto da taxa de congestionamento para alcançar reduções de vítimas.	NOLAND, R.B., QUDDUS, M.A. and OCHIENG, W.Y., 2008. The effect of the London congestion charge on road casualties: an intervention analysis. Loughborough University, pp. 73-91. 2008

Continuação....

Nº	TÍTULO	MÉTODO	DADOS	CONCLUSÃO	REFERÊNCIA
04	Análise de intervenção em séries temporais: aplicações em transporte urbano	Uso do modelo de Box e Jenkins, acrescentando-se parâmetros para os fenômenos ocorridos nos períodos de suas medições, Análise de Intervenção. A identificação dos modelos foi feita através da função de autocorrelação e da função de autocorrelação parcial para a série estacionária.	1º número médio de passageiros, em São Paulo de janeiro de 1983 a dezembro de 1998, com 192 observações mensais. 2º número de assaltos nos ônibus urbanos no em São Paulo, de janeiro de 1992 a agosto de 1999, totalizando 93 observações mensais; 3º acidentes com ônibus urbanos no período de janeiro de 1988 a setembro de 1999, com 141 observações mensais.	Alguns fatores pelos quais ocorreu a intervenção estão diretamente ligados ao acréscimo do número de linhas circulando na cidade de São Paulo e pela privatização da C.M.T.C., em 1993, sendo o modelo de intervenção mais eficiente em relação ao modelo sem intervenção para análise preditiva.	BORGATTO, Adriano Ferreti. Análise de Intervenção em Séries Temporais: Aplicações em Transporte Urbano. Lavras/MG: UFLA, 2000. 111 p. índice CDD-388.4-519.55
05	Impacto da lei seca sobre a mortalidade no trânsito nas unidades federativas do Brasil: uma análise de série temporal interrompida.	Estudo ecológico de séries temporais interrompidas ajustados por modelos auto-regressivos integrados de médias móveis (ARIMA) para analisar o impacto da Lei Seca de 2008 (LS-08) em cada unidades da federação brasileira - UF.	Dados de acidente de trânsito (AT) entre 2002 a 2015, totalizando 168 meses. Os dados foram obtidos do Sistema de Informações sobre Mortalidade	A LS-08 exerceu impacto heterogêneo sobre a mortalidade por AT entre as UF. Análise de sensibilidade conduzida sob uma série temporal mais curta, com 24 meses, apresentou resultados semelhantes aos obtidos com a série de 168 meses para a maioria das 27 UF.	NUNES, Hélio Rubens de Carvalho, CRISTINE. Murta-Nascimento, LIMA. Maria Cristina Pereira. Impacto da Lei Seca sobre a mortalidade no trânsito nas unidades federativas do Brasil: uma análise de série temporal interrompida. Revista Brasileira de Epidemiologia [online]. v. 24 [Acessado 2 novembro 2021], e210045. Disponível em: < https://doi.org/10.1590/1980-549720210045 >. ISSN 1980-5497. https://doi.org/10.1590/1980-549720210045 .
06	O uso da Análise de Intervenção em séries temporais univariadas: uma aplicação empírica no mercado automobilístico brasileiro	Metodologia univariada ARIMA com Análise de Intervenção, para construção de modelo preditivo.	Dados mensais compreendendo o período de janeiro de 1984 a abril de 2002.	Os resultados obtidos através das estimações corroboraram a acurada capacidade de previsão do modelo ARIMA do tipo (1, 1, 0)(2, 0, 1), tendo o percentual de acerto se situado em torno de 96,20%	SAMOHYL. Robert Wayne, SILVA. Wesley Vieira da Silva, FIGUEIREDO. João Neiva de Figueiredo, ARAÚJO. Florence Pereira de. O Uso de Análise de Intervenção em Séries Temporais Univariadas: Uma Aplicação Empírica no Mercado Automobilístico Brasileiro. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 9 p., nov. de 2002, Rio de Janeiro/RJ
07	Falências do consumidor e a reforma da lei de falência: uma Análise de Intervenção em série temporal, 1960±1997)	Análise de Intervenção ARIMA para estimar o impacto da lei de 1978.	Dados trimestrais ajustados para 1960:3 a 1995:4.	No geral, o impacto líquido da lei de 1978 foi modesto em comparação com o aumento substancial de falências que ocorreu desde 1979.	NELSON. Jon P.. Consumer Bankruptcies and the Bankruptcy Reform Act: A Time-Series Intervention Analysis, 1960±1997. Journal of Financial Services Research 17:2 181±200, 2000

Fonte: Elaboração própria.

4 METODOLOGIA E DADOS:

Este capítulo apresenta em três seções uma introdução gradual aos conceitos e ferramental da metodologia de Análise de Intervenção com uso de séries temporais univariadas com dados discretos dos modais Lanchinhas e *Ferryboat*. Na primeira seção são apresentados respectivamente: a intuição dos métodos de análise de séries temporais de dados de fluxo de transporte de passageiros, com posterior introdução aos conceitos do modelo Autoregressivo Integrado de Médias Móveis com Sazonalidade (SARIMA) com uso do modelo de Box e Jenkins (1970, 1976) e aspectos teóricos da metodologia. Destaca-se que o modelo de Box e Jenkins (1970) é apresentado com memorial quantitativo para diagnóstico e especificação das séries de número de passageiros por Lanchinhas e *FerryBoat*, respectivamente nos APÊNDICES A e B desta dissertação. A segunda seção apresenta a forma de seleção estatística de *outliers* no pacote *tsoutliers* do *software* R, utilizado para efetivamente aferir a Análise de Intervenção. A terceira seção apresenta os dados com identificação do tamanho da amostragem, característica, forma de coleta e tratamentos, dentre outras informações de relevância em subseções com as percepções sociais como argumentos qualitativos para análise dos dados e as fragilidades da coleta de dados.

4.1. METODOLOGIA.

Nesta primeira seção são detalhados gradualmente os aspectos teóricos da metodologia de análise de intervenção em cinco subseções, a saber. Primeiro a intuição dos métodos de análise de dados de séries temporais. Segundo a introdução ao modelo geral: SARIMA. Terceiro, a especificação do modelo de análise de intervenção. Quarto, as principais referências do método de análise de intervenção. E por último, uma base histórica desta metodologia.

4.1.1. A intuição dos métodos de análise de dados de série temporais.

Os métodos de análise dos dados de séries temporais apresentam como principal característica a apropriação do processo gerador dos dados como eixo estruturante da análise. Na presente pesquisa, os dados de fluxo de passageiros embarcados em cada um dos modais

(Lanchinhas de *Ferryboat*) são constantemente alterados ao longo do tempo formando uma série temporal.

Para estruturar a metodologia simplificaremos que os novos eventos devem ser comparados aos eventos precedentes, assim começamos a estruturar um modelo simplificado de análise. Neste raciocínio a modelagem poderia ser: $Y_t = T(Y_{t-1}; X_t)$, onde Y_t serão os resultados endógenos ao modelo matemático e destaca-se que o objeto de estudo são as externalidades ao modelo, representado por X_t .

Nesta notação a função “ $T(Y_{t-1}; X_t)$ ” representa a relação entre “ Y_{t-1} ” e “ X_t ” a qual ocorre ao longo do tempo, assim denotado como “ $T(;)$ ”. Evidencia-se que as externalidades “ X_t ” incidentes em um determinado momento no tempo “ t ”, mas serão associadas no modelo matemático ao momento exatamente precedente (anterior) da mesma série histórica “ Y_{t-1} ”.

No modelo a variância atual do fluxo de passageiros é analisada com referência na variância precedente, por este motivo o modelo estatístico é estruturado com referência nos próprios dados. Nas próximas subseções serão apresentados os ferramentais e modelos específicos que permitem obter os resultados desejados com o método de Análise de Intervenção.

4.1.2. Introdução ao Modelo Geral: SARIMA

A estratégia usual em estudos de transporte urbano depende da natureza dos dados. Estes normalmente são em Séries Temporais univariadas, com dados discretos. O modelo Box e Jenkins (1970, 1976) que possui estrutura baseada nos próprios dados é em geral o mais utilizado nestes estudos de transportes, conforme evidenciado na revisão de trabalhos empíricos de transporte, no item 3.3 desta dissertação.

Um caso particular utilizado neste trabalho é o modelo SARIMA (Sazonal Autoregressivo de Médias Móveis). Para esta classe de modelo, são observados todos os possíveis “ruídos”, a saber: tendências (inclinações lineares, quadráticas, dentre outras); sazonalidades (efeitos cíclicos em intervalos periódicos, no caso em tela anuais) e erro aleatório. Destaca-se que ao permitir a correção dos ruídos de tendência, sazonalidade e dos erros aleatórios, evita-se o obscurecimento dos efeitos da intervenção. Se não corrigidos, estes ruídos, podem induzir o pesquisador a conclusões equivocadas e conforme (Morettin, Toloi, 2019, p. 308), o nível de uma série antes e depois de um período amostral, por exemplo, pode

estar associado a uma tendência e não a um efeito de *outlier*, por exemplo.. Outra característica do modelo SARIMA que o favorece a ser é o mais adotado na literatura de transporte é porque os resíduos possuem comportamento estatístico normal.

A estrutura utilizada para modelar o SARIMA advem de um ciclo iterativo proposto por Box e Jenkins (1970) com as etapas sucessivas de: identificação, estimação, diagnóstico e predição. A investigação da fase de predição não será necessária para os objetivos da presente pesquisa. As sazonalidade para as séries temporais analisadas serão tratadas para 12 meses. Nos modelos sazonais, após métodos preliminares de identificação visual, ou mesmo por observação da função de autocorrelação (fac) e função de autocorrelação parcial (facp), em regra, a diferenciação ocorre em função da frequência (12 meses) para alcançar a estacionariedade, e assim identificar os valores de “d” e “D”. O inspeccionamentos das fac e facp são realizados para identificar os valores de “p” e “q” e nos “lags” 12, 24, 36, para obter os valores de P e Q, finalizando assim um modelo tentativo (preliminar). A estimação dos valores dos parâmetros ora identificados é feita utilizando estimadores de máxima verossimilhança. E para estimar o modelo utiliza-se o teste de autocorrelação residual, Box-Pierce e periodograma acumulado. (Morettin e Tolo, 2019, p 256).

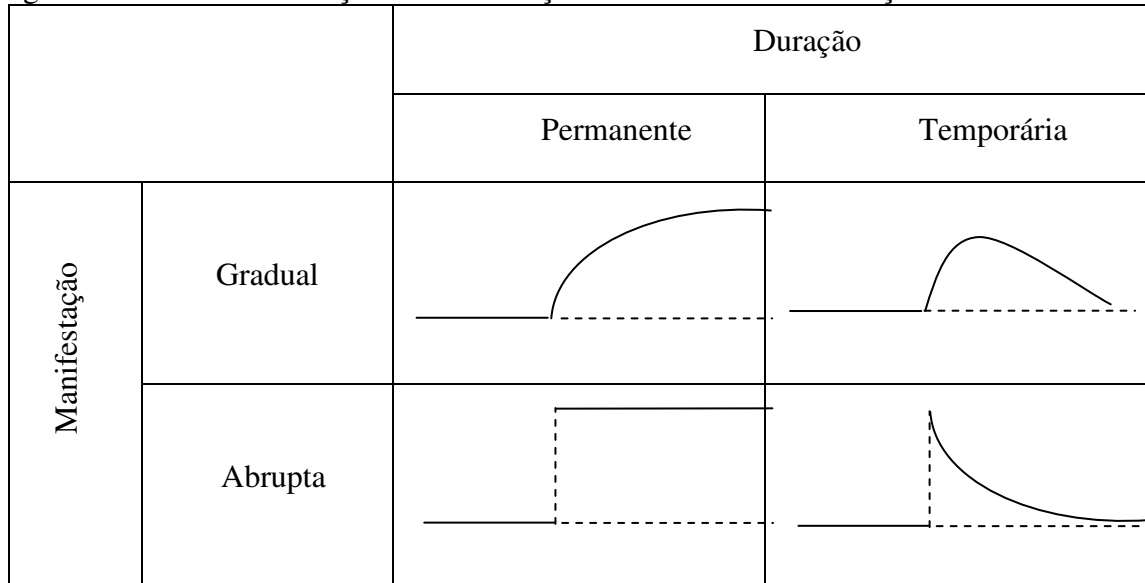
$$SARIMA (p,d,q)(P,D,Q)_{12}$$

Ferreira et. al. (Cap. 5, 2018) apresenta o ciclo iterativo proposto por Box e Jenkins (1970) por meio da ferramenta R, de modo que a presente pesquisa adotou esta última referência em razão do ferramental técnico.

4.1.3. Metodologia: Análise De Intervenção.

A técnica de Análise de Intervenção objetiva mensurar os efeitos da duração e manifestação, como resultados dos fenômenos externos. Estes ocorrem em um dado instante, sobre a série temporal. Os efeitos de duração podem ser do tipo permanente e/ou temporário. Quanto aos efeitos de manifestação, estes podem ser do tipo abrupto e/ou residuais.

Figura 10: Efeitos de Duração e Manifestação na Análise de Intervenção.



Fonte: adaptada de Morettin, Toloï (2019, p. 308 e 309), apud Glass *et al.* (1975) e McDowll *et al.* (1980).

Para analisar as combinações destes efeitos sobre a perspectiva do conectivo “ou” de modo a não sobrepor os efeitos conjuntos distintos nem de duração, nem de manifestação (Morettin e Toloï, 2019, p. 308 e 309) que faz referência a literatura de (Glass *et al.*, 1975, McDowll *et al.*, 1980) para apresentar figura ilustrativa destes efeitos. A figura 11 apresenta as contribuições de duração e manifestação, de modo que a letra “T” representa o instante da intervenção, as linhas indicam mudanças de trajetória na série temporal representada em linhas cheias.

Os efeitos combinados de duração e manifestação podem resultar em cenários não ilustrados na figura nº 11, um desses exemplos, o mais simples, é a ocorrência pontual de uma externalidade fora do padrão amostral da série. Outros exemplos mais complexos seriam *outliers* que causam padrões angulares no comportamento da série, funcionando como ponto nevrálgico sobre a trajetória de um processo, de modo a alterar substancialmente a tendência original da série a partir dessa intervenção.

4.1.4. Especificação do Modelo de Análise De Intervenção

Conforme Brockwell e Davis (2016, p 331) e Morettin e Toloi (2019, p. 308 e 309) considerando múltiplas intervenções em uma mesma série, uma classe geral desses modelos pode ser apresentada da seguinte forma:

$$Y_t = \sum_{j=0}^{\infty} \tau_j X_{t-j} + N_t, \quad (1)$$

Na equação (1) N_t é uma série livre de efeitos de intervenções e é denominada série residual. Quanto a X_{t-j} , este representa as variáveis de intervenção do tipo binárias. As características de intervenção podem assumir a forma de função degrau, ou função impulso, com ao seguir:

- Função Impulso: com efeitos permanentes após o instante T .

$$X_t = I_t(T) = \begin{cases} 1 & \text{if } t = T, \\ 0 & \text{if } t \neq T. \end{cases} \quad (2)$$

- Função Degrau: com efeitos temporários após o instante T .

$$X_t = H_t(T) = \sum_{k=T}^{\infty} I_t(k) = \begin{cases} 1 & \text{if } t \geq T, \\ 0 & \text{if } t < T. \end{cases} \quad (3)$$

O parâmetro τ_j é um filtro linear. Para o filtro linear τ_j podem ser utilizadas funções racionais na forma de $T(B)$:

$$T(B) = \frac{B^b W(B)}{V(B)}, \quad (4)$$

Em (4), b é o parâmetro de atraso (defasagem no tempo), e $V(B)$ e $W(B)$ são polinômios na forma das equações infra:

$$V(B) = 1 - V_1 B - \dots + V_q B^p \quad (5)$$

$$W(B) = W_0 - W_1B - \dots + W_qB^p$$

No sistema em (5), a escolha dos parâmetros b , q , p e os coeficientes W_i e V_j o termo de intervenção $T(B)$ pode assumir uma grande variedade de formas funcionais.

No modelo da série residual explicado anteriormente, N_t , trata-se de modelo SARIMA, representado na forma geral por:

$$\varphi(B)N_t = \theta(B) a_t$$

Para a identificação desta equação são necessários os valores da série temporal antes da ocorrência da intervenção. Os procedimentos matemáticos estão associados a identificação do modelo ARIMA e modelos sazonais. Neste quesito, a utilização de modelos SARIMA é relevante, uma vez que considera todos os possíveis “ruídos”, a saber: tendências (inclinações lineares, quadráticas, dentre outras); sazonalidades (efeitos cíclicos em intervalos anuais) e erro aleatório. Estes ruídos, se não sanados, podem induzir o pesquisador a conclusões equivocadas, conforme (Morettin e Toloi, 2019, p. 308).

Conforme Morettin e Toloi (2019, p. 321) a Análise de Intervenção pode ser estimada de forma mais simplificada utilizando-se os pacotes do repositório R das bibliotecas *stats* e *tsoutliers*. Da primeira biblioteca, com o uso da função “*arima*” é possível estimar de forma automática, pelo R, a função que melhor representaria os dados da série temporal analisada. Esta função irá identificar algum dos padrões a seguir: autoregressivo (AR); autoregressivo com médias móveis (ARMA); autoregressivo integrado de médias móveis (ARIMA); ou com autoregressivo integrado de médias móveis com sazonalidade (SARIMA). A identificação do padrão da série temporal se AR, ARMA, ARIMA, ou SARIMA, é uma condição necessária e preliminar para a aplicação da segunda biblioteca. Os passos seguintes são da metodologia da Análise de Intervenção, ao fazer uso de uma ou mais funções da segunda biblioteca “*tsoutliers*” conforme a natureza do problema de pesquisa. São exemplos de funções da biblioteca: *locate.outliers*; *locate.outliers.oloop*; *discard.outliers*, dentre outras para identificar com maior e menor sencibilidade as externalidades da série temporal, ou ainda eliminá-las da amostra observada. Os dados são apresentados em planilha, identificando a observação e o tipo específico de efeito combinado de duração e magnitude.

4.1.5. Principais referências do Método de Análise de Intervenção

Morettin e Toloí (2019) apresenta um capítulo dedicado a metodologia de investigação de Análise de Intervenção para dados de séries temporais univariadas (cap. 12, p. 307-334). A metodologia é recorrente em trabalhos que estudam externalidades (*outliers*), com objetivos de identificação, e mensuração dos respectivos efeitos da série temporal, ou ainda, para maior assertividade preditiva. Naqueles trabalhos, de forma adversa ao presente estudo, os eventos externos em series temporal são interpretados como excrescências ao comportamento esperado da série. Em geral os pesquisadores adotam como estratégia a eliminação destes efeitos para melhorar a capacidade preditiva da série. A Análise de Intervenção, pelo contrário, procura extrair informações sobre os eventos extremos.

Os eventos externos podem ter inúmeras causas, e podem resultar em efeitos negativos ou positivos sobre o comportamento da série. Estes precisam ser pesquisados e identificados no contexto social em correspondência ao tempo para o qual a Análise de Intervenção detectou o fenômeno adverso. Autores como Velicer *et. al.* (2017), Hamilton (1954), Brockwell, (2016) evidenciam que Análise de Intervenção é a metodologia que permite compreender os fenômenos externos de modo a evitar erros de avaliação e análise do real padrão da série temporal.

4.1.6. História da Metodologia Análise De Intervenção.

As primeiras propostas de Análise de Intervenção em séries temporais para ciências sociais, conforme Morettin e Toloí (2019), foram de Campbell (1963) e Campbell e Stanley (1966). No panorama histórico metodológico, esta literatura seminal introduziu a noção de quase-experimento, com séries temporais. O objetivo, a época, era avaliar os impactos de uma mudança (ação, externalidade ou intervenção) em um dado processo social. A terminologia “intervenção” na denominação desta metodologia foi cunhada por Class (1972) baseada na publicação Box e Tiao (1965), que foram os precursores do método, mas sem esta denominação. Estes também desenvolveram o modelo SARIMA que utilizado neste trabalho.

A metodologia como tem sido aplicada com sucesso em inúmeras áreas, destacamos: meio ambiente natural e artificial; trânsito; investigação de acidentes; aferir efeitos de novas legislações; epidemiologia; história; sociologia; economia; política, psicologia, climatologia, dentre outras. No presente estudo, a metodologia de Análise de Intervenção em séries

temporais foi evidenciada como a mais recomendável, em razão da peculiaridade de investigar de formas simultâneas: múltiplas externalidades, com causas desconhecidas, e cujos efeitos de manifestação e duração são também desconhecidos. Considera-se ainda o benefício da utilização de um único método para avaliar quantitativamente e qualitativamente intervenções cujas áreas de estudo são interdisciplinares.

Em análise exploratória junto aos atores do sistema Modal Lanchinhas (administradores, operadores e usuários), observou-se que o processo de análise do fluxo de passageiros está associado a observações de intervenções com causas potenciais relacionadas à: mudança de tarifa; acidente de trânsito; pandemia (epidemiologia), dentre outros.

A literatura sobre aplicada sobre Análise de Intervenção na área de transporte possui alguns exemplos notórios para efeitos decorrentes de mudanças legislativas, citamos Neves e Franco (1978) que avaliaram o efeito do depósito compulsório, instituído em junho de 1976, sobre o movimento mensal de passageiros nas linhas aéreas entre Brasil e Europa, de 1/70 até 3/77 (com 99 amostras mensais), concluindo que a menor liquidez e redução do crédito no mercado brasileiro não afetou de forma proporcional este serviço de transporte aéreo internacional. Outro exemplo de referência internacional deve-se a Bhattacharyya e Layton (1979) que avaliaram os feitos da introdução de legislação sobre uso de cinto de segurança em automóveis, no estado de Queensland (Austrália), sobre o número de mortes por acidentes rodoviários, de modo que os resultados quantitativos associados a política pública incentivaram a expansão desta política pública para outros países. Outros exemplos de trabalhos de referência são por Campbell e Ross (1968), Glass (1968), Ross et al. (1970), dentre outros.

Outras literaturas clássicas de Análise de Intervenção, não aplicadas diretamente ao problema do transporte, mas correlacionáveis a presente pesquisa são o trabalho de Tiao *et al.* (1975) para analisar impactos de medidas com efeito em poluição em Los Angeles; bem como as produções de Box e Tiao (1975) e Reinsel et al. (1981) que também analisaram efeitos de mudanças no meio ambiente.

A mesma metodologia também foi utilizada para problemas de pesquisa em epidemiologia por Saboia (1976) que analisa índice de mortalidade infantil do município de São Paulo e verifica a influência do poder aquisitivo sobre esta série. Em economia, existem referências por Pino e Morettin (1981) avaliando o impacto de variações climáticas e medidas de políticas agrícolas sobre série de produção e produtividade de leite no estado de São Paulo e sobre séries de preço do café no Brasil. Em segurança pública Enders e Sandler (1993)

estudaram a eficácia de políticas de antiterrorismo.

Além da literatura clássica de Análise de Intervenção, alguns autores contribuem para a construção da estratégica empírica desta pesquisa. Noland, (2008) avalia os efeitos na taxa de congestionamento na região central de Londres, após política de cobrança de pedágio para reduzir fluxo de veículos automotores de passeio e de carga. CHEN, (2003) discute o mecanismo (técnica) com o qual o impacto da política orientação sobre a demanda de transporte é examinada, através do desenvolvimento de um modelo ARIMA multivariado englobando função de transferência e capacidade de Análise de Intervenção, naquele modelo o impacto da política de intervenção poderia ser examinado considerando simultaneamente a regressão dinâmica e efeitos de outras séries explicativas nas séries de respostas. Outros exemplos são Samohyl *et. al.*,(2002); Velicer *et al.*, (2017); Angeriz e Preso (2008), dentre outros.

Existem experiências de aplicação da Análise de Intervenção a modelos de séries temporais estruturais multivariadas para evitar certos vieses por *outliers*, quando do uso de estimadores de regressão convencionais. Nesta linha é importante considerar o trabalho de produção de novas evidências empíricas para vários países da Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Económico - OCDE.

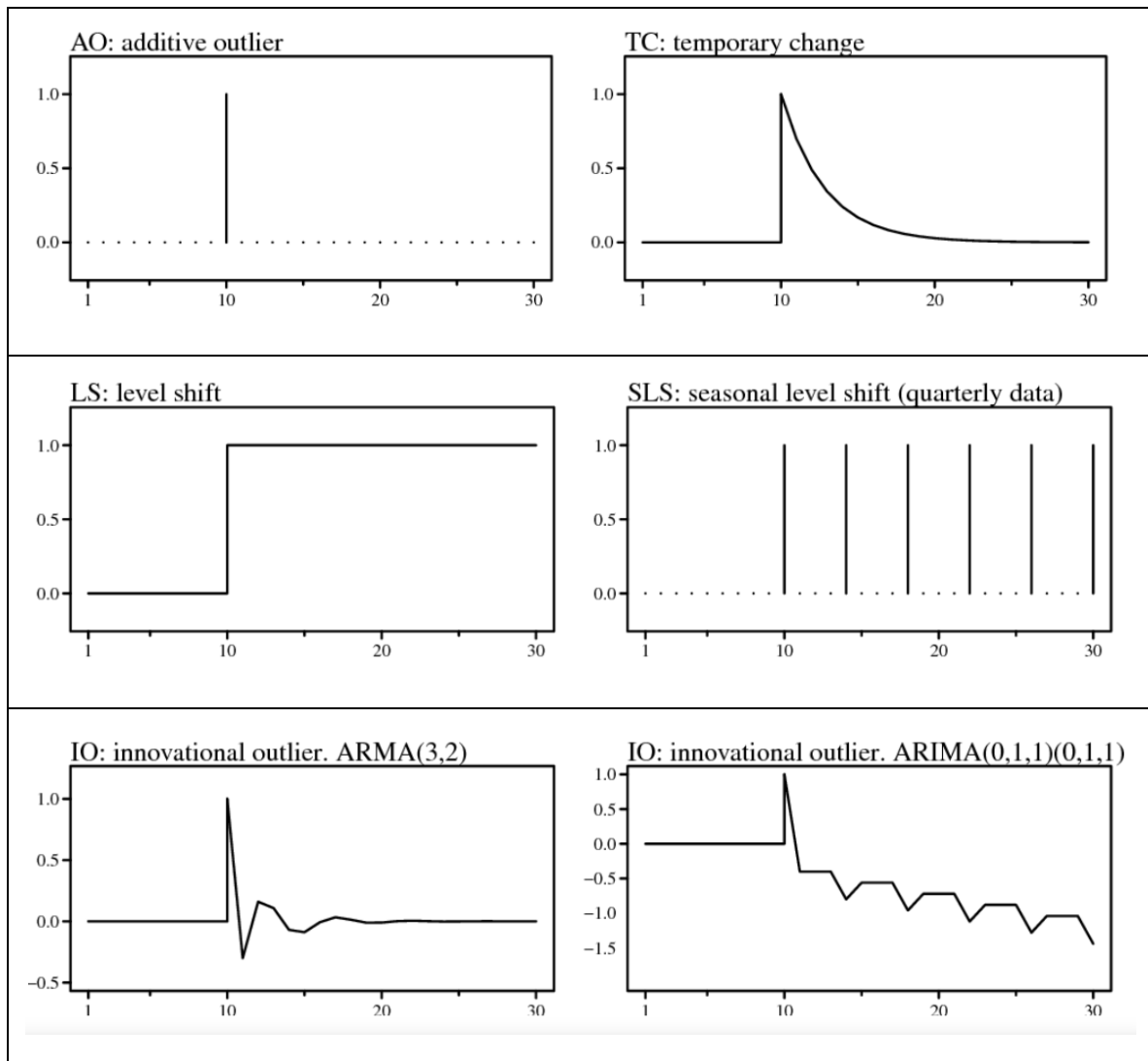
4.2. SELEÇÃO ESTATÍSTICA OUTLIERS NO PACOTE TSOUTLIERS R:

Os diferentes padrões de outliers identificados por meio da *software* R, biblioteca *tsoutliers*, possuem comportamento gráfico conforme figura X, reproduzida da literatura de Lacalle (2016). Ainda conforme autor, a identificação destes choques externos: AO, LS, TC, IO, SLS, são fundamentais porque as séries temporais sofrem mudanças repentinas, não sistemáticas, alterando a dinâmica dos dados de forma transitória ou permanente. Desta forma, sem a possibilidade de capturar estas mudanças nos modelos de séries temporais, conforme identificado na presente pesquisa SARIMA $(0,1,0)(0,1,1)_{12}$, nem no tempo padrão de amostragem destas séries, este choques externos sobre a série, a princípio desconhecidos no processo formador dos dados, são conhecidos como efeitos exógenos sobre as séries, Lacalle (2016).

A função *locate.outliers* da biblioteca *tsoutliers*, permite a identificação de cinco (5) tipos de outliers. Três destes são padrão e mais dois podem ser selecionados, de forma

complementar: Os *outliers* padrões são: "AO" valores atípicos aditivos; "LS" mudanças de nível; e mais o "TC" alterações temporárias. Mas conforme exposto, podem ser selecionados para identificação mais dois padrões de *outliers*: "IO" excêntricos inovadores e "SLS" mudanças de nível sazonais também podem ser selecionados. A figura 11 a seguir apresenta cada um dos padrões, detalhando o comportamento diferenciado do "IO" para modelos de séries temporais ARMA e ARIMA, portanto são seis os gráficos ilustrados.

Figura 11: comportamentos gráficos dos impulsos unitários para os diferentes tipos de *outliers* identificados no *software* R, biblioteca *tsoutliers*:



Fonte: Lacalle (2016)

Conforme Lacalle (2016), mantenedor do pacote *tsoutliers* R a abordagem descritiva estatística da identificação automática dos outliers pode ser explicada pela literatura de Chen e Liu (1993). O pacote pode ser utilizado juntamente com a estratégia automática de seleção do modelo, contudo na presente pesquisa a seleção do modelo foi realizada manualmente,

conforme APÊNDICES A e B. Assim, os testes de identificação de *outliers* foram realizado conforme padrão do pacote denominado: “bottom-up”, por critério de identificação individual, em ordem das observação com maiores estatística t, comparando sempre o segundo valor com maior estatística t junto com o primeiro já identificado, assim o valor crítico “c-val” é utilizado como critério de descarte ou manutenção das observações e o processo é repetido até que todos os outliers sejam significativos ou não.

De forma alternativa, na função básica de identificação dos *outliers* são por conjunto de valores discrepantes neste padrão do pacote, denominado “em-masse” é testada a significância estatística t de todo o conjunto de valores atípicos em um modelo de série temporal, e posteriormente inclui os valores atípico não descartados pelo valor crítico “c-val” como variáveis regressoras para identificar o modelo da série.

4.3. BASE DE DADOS:

As fontes de informação quantitativas e quali-quantitativa do presente estudo foram: os passageiros usuários do sistema; Agência Estadual de Regulação de Serviços Público de Energia, Transporte e Comunicações da Bahia (AGERBA); e indiretamente as empresas concessionárias dos sistemas Lanchinhas e *Ferryboat*. As concessionárias coletam os dados na operação dos sistemas de transporte e repassam para o órgão fiscalizador, a AGERBA.

No modal Lanchinhas as concessionárias são três. A CL Ltda e a CSN Ltda são as empresas responsáveis pela operação das embarcações. A Socicam Ltda opera os terminais de Salvador e Vera Cruz, com a comercialização das passagens da linha Salvador Mar Grande. Para o sistema *Ferryboat*, é somente uma concessionária que opera todo o sistema (terminais e embarcações), a Internacional Travessias Salvador Ltda (ITS).

Nos dois modais de travessia de pedestres são observados movimentos pendulares entre a Ilha de Itaparica e Salvador. A literatura associa este movimento a escolha de predileção do trabalhador por residir na periferia em função das benesses desta locação que geralmente estão associadas a maiores moradias, ou mais confortáveis, com vizinhanças mais sociáveis e as vezes até de familiares. Devido à menor concentração urbana, a qualidade de vida da Ilha de Itaparica pode estar associada ao convívio com meio ambiente natural, e no caso em estudo, especificamente com o litoral mais aprazível, praias mais limpas que as de Salvador.

Por outro lado, o morador da ilha, desloca-se para Salvador em busca de outro tipo de amenidades urbanas. Estas, associadas às oportunidades de negócios e a disponibilidade de serviços. Assim, o traslado pendular entre as duas regiões se apresenta como a melhor opção para os residentes tradicionais na Ilha de Itaparica. Destaca-se que o custo de aquisição e manutenção de uma residência na sede metropolitana (Salvador) tende a ser mais elevado e com menores benefícios de vizinhança quando comparados com a moradia na Ilha de Itaparica, principalmente para moradores tradicionais, cujas famílias já possuem hábitos culturais locais.

O fluxo pendular entre Salvador e a Ilha de Itaparica também possui interação com a promoção da economia local por meio do turismo local e de acesso ao recôncavo. Desse modo, o gráfico de fluxo de passageiros manifesta sazonalidade com pico nos meses de janeiro, com aumento de fluxo no período de dezembro até abril. Mas também existem fluxos em maior montante nos finais de semana, por visitantes e/ou regressos da comunidade da Ilha e Recôncavo baiano.

A série temporal a ser utilizada possui 103 observações referentes ao total de passageiros embarcados, em três subgrupos específicos de passageiros: pagantes (público geral); não pagantes (idosos e deficientes); e pagantes de meia passagem (estudantes). Destaca-se que a política pública de meia passagem que beneficia os estudantes não inclui o mês de janeiro por ser de férias escolares, de modo que naquele mês não existem registros para este subgrupo. Os dados do sistema *Ferryboat*, analisado nesta pesquisa, contemplam apenas os passageiros embarcados sem veículos: carros de passeio, motos, vans, caminhões, dentre outros. Portanto, nem motoristas nem passageiros de veículos rodoviários estão contabilizados nesta pesquisa. Conforme AGERBA (2021) o Modal *Ferryboat* foi planejado para permitir a conectividade da malha rodoviária.

Em razão da arquitetura do terminal marítimo de Bom Despacho ser conjugada com uma estação rodoviária que recebe de maneira formal e informal veículos de transporte público que fazem conexão com outras regiões urbanas da ilha (distritos de ambos os municípios, Itaparica e Vera Cruz), o total de passageiros embarcados sem veículos possui como perfil atender a demanda de toda a Ilha de Itaparica e não apenas da região urbana onde se localiza o terminal marítimo (Bom Despacho) e entorno. Esta característica é exclusiva do sistema *Ferryboat* e não ocorre no sistema Lanchinhas, que possui influência mais local e entorno da sede municipal de Vera Cruz.

4.3.1. Percepções sociais como argumentos qualitativos para análise dos dados.

Em aproximação com os atores dos sistemas de transporte aquaviários de travessia de passageiros (*Ferryboat* e Lanchinhas) para permitir a compreensão das demandas sociais na operação e uso dos sistemas, foram ouvidos os consumidores (moradores da Ilha de Itaparica, turistas); bem como, os operadores das concessionárias prestadoras de serviços; e órgão fiscalizador AGERBA. Estas percepções auxiliaram na construção da pesquisa, principalmente, para análise crítica do processo gerador e formador dos dados das séries temporais de fluxos destes sistemas de transporte (Lanchinhas e *Ferryboat*). O procedimento adotado foi de escuta ativa, considerando que os agentes envolvidos possuem históricos de demandas sociais muito distintas. Deste modo, não foi considerado proveitoso para a presente pesquisa a adoção de padrão (formulário, planilha) na coleta das informações. A 3ª Promotoria de Justiça de Itaparica facilitou a compreensão das demandas sociais envolvidas e a concessionária AGERBA facilitou a disponibilidade de informações e o contato dos demais operadores do sistema, bem como os dados amostrais.

São inúmeros os conflitos de interesses na dinâmica social em tela, para operar os modais, fiscalizara operação promovendo melhorias no sistema, e por fim, usufruir dos sistemas de transporte. Dentre os conflitos sociais observados em campo, destaca-se a dificuldade de efetividade das fiscalizações para promoção de melhorias na qualidade dos sistemas. Como exemplo, perdeu-se efetividade as ações de fiscalização da AGERBA, em razão da Lei⁸ nº 14.392 de 21 de dezembro de 2021, que prevê desconto de até 80% sobre as multas aplicada, ou extinção definitiva do total débito, em alguns casos, para as multas aplicadas por fiscais da AGERBA. Ocorre que estas multas são uma sanção administrativa para coibir novas infrações aos contratos de concessão dos serviços de transporte aquaviário, portanto, entende-se que a relativização das penalidades de multa às infrações, possui o condão de liberalizar novas infrações e não coibi-las. Entende-se que desestímulo legislativo a melhoria continuada da prestação do serviço é fator com potencial de desestimular também a qualidade do controle e registros à operação dos sistemas de transporte.

Existem conflitos sociais associados às reclamações recorrentes dos usuários dos serviços do *Ferryboat* em razão da indisponibilidade de embarcações em quantidade e/ou

⁸ Matéria assinada “Lei sancionada permite que multas aplicadas pela Agerba sejam pagas com redução de 80%” :<<https://www.bahianoticias.com.br/noticia/264566-lei-sancionada-permite-que-multas-aplicadas-pela-agerba-sejam-pagas-com-reducao-de-80.html>> acesso em 30/06/2023, às 23h:45min.

tempo de travessia, com resultado de perda de qualidade na prestação do serviço e consequentes prejuízos à comunidade de usuários do sistema. Outras queixas recorrentes são as condições de insegurança e ausência de acessibilidade para embarque no Modal *Ferryboat*. Estas percepções dos consumidores foram confirmadas sistematicamente, nas visitas ao sistema do Modal *FerryBoat*, bem como, confirmadas por meio de denúncias oficiais ao órgão fiscalizador: Ministério Público do Estado da Bahia, por meio da 3ª Promotoria de Justiça de Itaparica em procedimentos ministeriais de fiscalização.

As tensões sociais observadas para os operadores do sistema *Ferryboat e Lanchinhas*, naturalmente foram da ordem econômica, como as contrapartidas do Estado da Bahia, por meio da AGERBA, estão relacionadas aos processos de manutenção dos terminais e condições efetivas de manutenção das embarcações. Outras questões observadas que atingiram mais diretamente ao Modal Lanchinhas é a natureza das empresas concessionárias operadoras das embarcações, com estruturas familiares, considerando a disponibilidade de crédito para manutenção e renovação de frota. Assim como, enfrentar o cenário adverso da Pandemia, no qual existiu a obrigação operação do sistema com medidas restritivas de redução de população embarcada, reduzindo drasticamente o retorno financeiro das empresas operadoras do sistema.

Considerando o menor tempo de travessia do Modal Lanchinhas, em um terço em média, em comparação com o Modal *Ferryboat*, e somando-se ao fato da disponibilidade do serviço de travessia no Modal Lanchinhas esta associada diretamente a demanda de clientes, não existindo maior formalidade e controle destes embarques intermediários aos intervalos regulares de 30min, assim, dadas as disponibilidade e condições de operação entre os dois sistemas, evidencia-se que o Modal Lanchinhas é a escolha predileta dos consumidores da Ilha de Itaparica (MAS-COLELL, 1995).

4.3.2. Fragilidades da Coleta de Dados.

No modal Lanchinhas destaca-se a deficiência da forma de controle de embarque, com bilhete em papel, sem um efetivo controle tecnológico mais rigoroso, sem registro efetivo da embarcação utilizada na travessia. No modal *Ferryboat* existe a suspeita de inadequação dos registros dos dados de embarcados para o ano específico de 2013, e embora em análise quantitativa desta pesquisa não haja sido identificadas distorções, isso não significa que estas não existam. Outra deficiência é que as passagens de ambos os sistemas aquaviários não estão

integradas com os demais transportes urbanos de Salvador, ônibus e metrô. Desse modo, o serviço público de transporte aquaviário fica prejudicado, sem integração urbana.

5. RESULTADOS

Este capítulo apresenta na primeira seção a análise estatística descritiva, conforme teoria de modelagem para séries temporais. Os testes estatísticos acompanham as análises gráficas para confirmar a interpretação visual dos dados das Séries Temporais (ST), conforme APÊNDICES A e B. Uma segunda seção apresenta o instrumental técnico da análise quantitativa. E por fim, a terceira seção apresenta a análise de intervenção nos modais Lanchinhas e *Ferryboat* com o ferramental utilizado, resultados quantitativos, e análise descritiva do quanto identificado por meio de tabelas, conforme literatura de Morettin e Tolo (2018).

5.1. ANÁLISE PRELIMINAR E ESTATÍSTICA DESCRITIVA INICIAL

Os testes de análise gráfica servem para interpretar visualmente a série temporal, de modo a indicar qualitativamente o melhor caminho corretivo em busca de estacionarizar os ruídos da série para a sazonalidade, tendências mais ciclos, e erros. Neste conjunto de três possíveis análises gráficas citamos primeiro a análise visual do gráfico dos dados da série. Em seguida, a comparação de médias e variâncias entre trechos da série. Por fim, a observação da função de autocorrelação (FAC). Destacando que a observação da função de auto correlação parcial (FACP) é um caso particular da FAC.

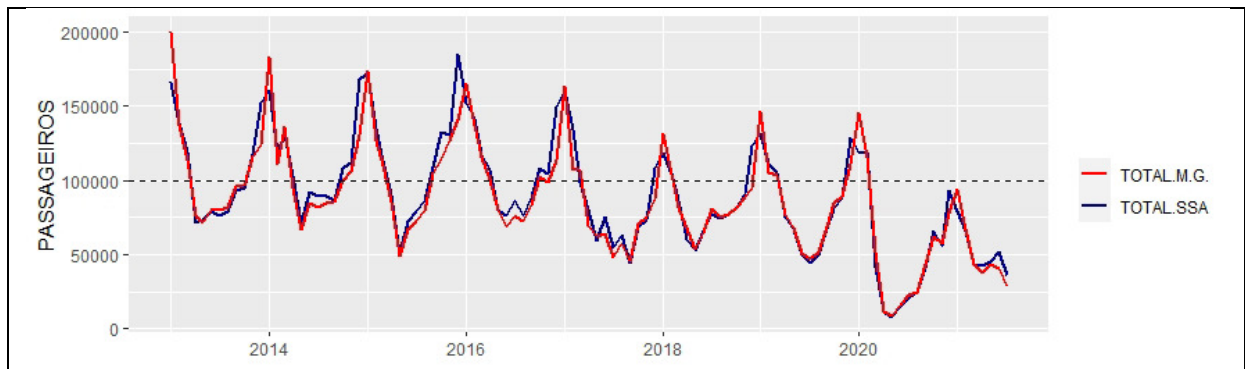
A interpretação visual dos gráficos dos transportes de travessia deve ser analisada inicialmente através dos gráficos sobre as perspectivas da tendência. Um aumento, por exemplo, pode significar expansão do mercado, bem como sobre o aspecto da variância, se um aumento está associado com uma dispersão do volume de vendas em relação aos períodos anteriores devido a uma expansão no mercado. A sazonalidade também precisa ser analisada, pois decorre de aumento ou queda em razão de processos migratórios em períodos de férias, por antigos moradores, eventos culturais e turismo sazonal, dentre outros.

A seguir, conforme os subitens 1.1. e 1.2. serão analisadas em dois cenários apartados as séries temporais dos modais Lanchinha e *Ferryboat*. A primeira parte analisada será através de gráficos e a segunda através da significância estatística com os resultados apresentados nos APÊNDICES A e B.

5.1.1 Série Univariada do Fluxo do Modal Lanchinhas: Análise Gráfica

O gráfico a seguir apresenta duas séries de fluxos de passageiros do período de janeiro de 2013 até julho de 2021, com dados discretos, computados mensalmente do total de passageiros em trânsito entre as duas cidades (Salvador e Vera Cruz) por meio do Modal Lanchinhas. Estas duas séries, representam as saídas de embarcações com passageiros:

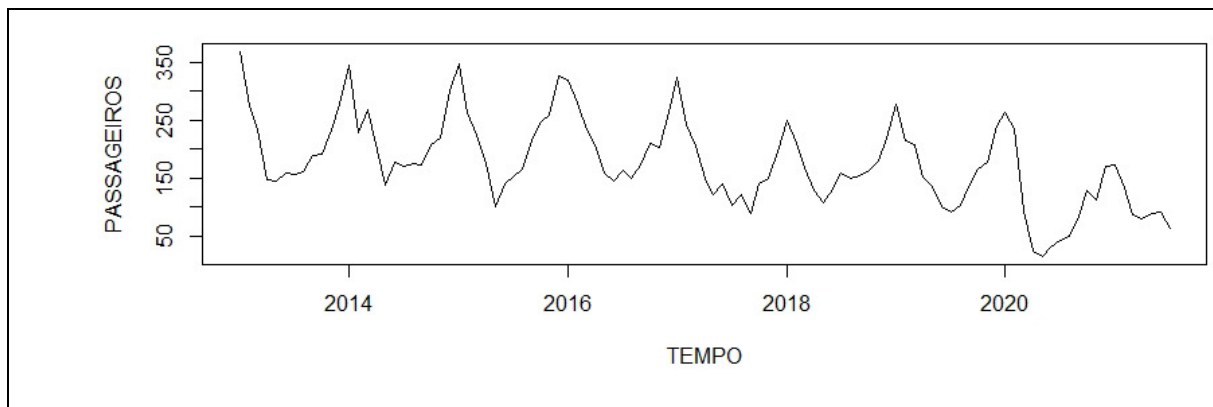
Figura 12: Fluxos de Salvador e Mar Grande (Vera Cruz), Jan/2013-Jul/2021.



Fonte: AGERBA, 2021.

A figura 12 mostra que existe uma sobreposição entre as séries de fluxo nos sentidos de trânsito distintos, o que identifica uma forte correlação entre os dois fluxos de saída e retorno da Ilha de Itaparica. Esta evidência confirma a percepção obtida na pesquisa de campo, de que o Modal Lanchinhas é utilizado principalmente para transporte pendular entre os municípios de Vera Cruz e Salvador. O total de passageiros do período resultante da adição das duas séries é apresentado na figura 13. Assim, é possível observar uma forte tendência de queda no volume de passageiros, e a conservação dos intervalos de sazonalidade com pico nos meses de janeiro. Os possíveis ruídos de tendência e sazonalidade também podem ser observados.

Figura 13: Total de Passageiros Embarcados no Modal Lanchinhas, Jan/2013-Jul/2021.



Fonte: AGERBA, 2021.

Na tendência de queda destaca-se o decaimento contínuo do fluxo de passageiros ao longo de todo o período observado, de modo que o maior valor observado neste intervalo é no início da série histórica, em janeiro de 2013. Este decaimento é contrastante com a teoria econômica, na qual se espera que as economias urbanas e as empresas cresçam e consequentemente aumentem o fluxo de pessoas decorrente do maior volume de interações socioeconômicas.

A variância decresce ao longo do tempo, ficando continuamente reduzidas as distâncias entre os picos e as cavas nas ondulações sazonais. Esta evidência indica uma redução de oscilações em relação ao valor médio para o volume de pessoas transportadas. Este decaimento também é contrastante com a teoria econômica, pois análise da Tabela nº 1 desta pesquisa afere crescimento da população de Vera Cruz em 13,33% entre os dois Censo, de 2010 até 2022, conforme Tabela nº 01. Além disso, considera-se que não existem inovações no mercado de transporte entres os destinos estudados, bem como, considera-se ao longo deste tempo constante a dependência econômica das cidades metropolitanas para com Salvador, em condição *Ceteris Paribus* para a força centrípeta exercida por centro econômico metropolitano. Assim, o conjunto das diminuições observada: decaimento da tendência; redução das variações em relação a média histórica, e redução dos picos sazonais aproximando-os das cavas, estão em desacordo com a teoria econômica.

5.1.1.1 Comparação de Médias e Variâncias em Diferentes Tempos.

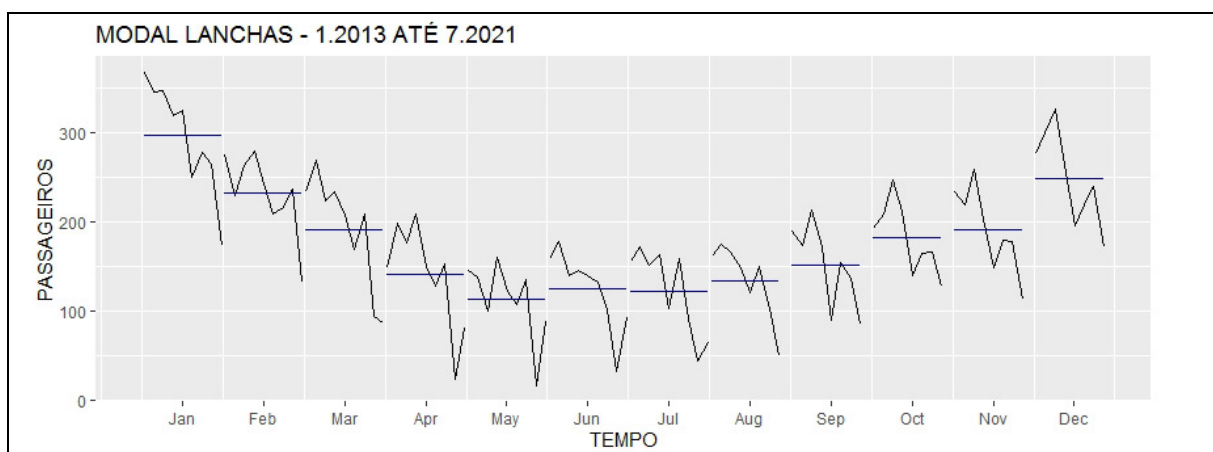
A partir da utilização do software R com o comando “*ggmonthplot*”, o qual combina o pacote “*forecast*” com o “*ggplot2*” foi possível avaliar se as séries apresentam média e variância não constante. Estes são indicativos de não estacionariedade na parte sazonal da série. Neste gráfico, os traços horizontais representam a média para cada subconjunto de dados mensais. Assim, a mudança de nível destas médias ao longo dos meses até um pico recorrente nos meses de janeiro, representa um nítido padrão de sazonalidade. Por outro lado, os traços verticais indicam as subséries da proporção de população total para cada subconjunto de dados mensais, mês a mês. Desse modo, a linha vertical identifica mudança da população observada a cada mês, com a variância das amostras, e aumento ou diminuição de passageiros.

Ao longo das 103 observações, distribuídas conforme padrões mensais no lapso temporal de 12 meses, consta-se que a população que utiliza o sistema não é a mesma ao

longo de todos os meses do ano. Existe um período menos convidativo ao uso do Modal Lanchinhas dos meses de abril até setembro. E nos demais meses de outubro a março ocorre uma onda sazonal com pico em janeiro. Ao observar as linhas horizontais de médias, destacam-se valores substancialmente mais expressivos nos três meses de dezembro, janeiro e fevereiro, quando este sistema de transporte atua com maior estresse, e lucratividade. Destaca-se que a diferença de médias históricas é substancial para o mês de janeiro, com 300 mil passageiros, 50 mil a mais que o segundo mês com maior média histórica, 250 mil em dezembro, ademais, as menores médias anuais ocorrem historicamente nos meses de maio a julho, com 150 mil passageiros mensais, aproximadamente.

Ao observar as subséries mensais (as linhas verticais) destaca-se o final das sub-séries históricas de cada mês, pois apenas os quatro meses de abril, maio, junho e julho apresentam recuperações históricas das quedas precedentes de fluxos mensais de passageiros. Para as demais subséries mensais (de agosto a março) registra-se contínuas e sucessivas quedas de fluxo de passageiros. Este detalhe é indicativo que existe tendência de recuperação do fluxo histórico de passageiros a partir das demandas não sazonais deste transporte, ou seja, decorrente dos fluxos pedulares locais. Bem como, destaca-se que a grande perda histórica de volume de passageiros neste modal é decorrente das demandas sazonais, que podem ser de turismo, retorno de moradores, férias escolares, dentre outros.

Figura 14: Padrão Estocástico da Família de Séries Temporais do Modal Lanchinhas, Jan/2013-Jul/2021

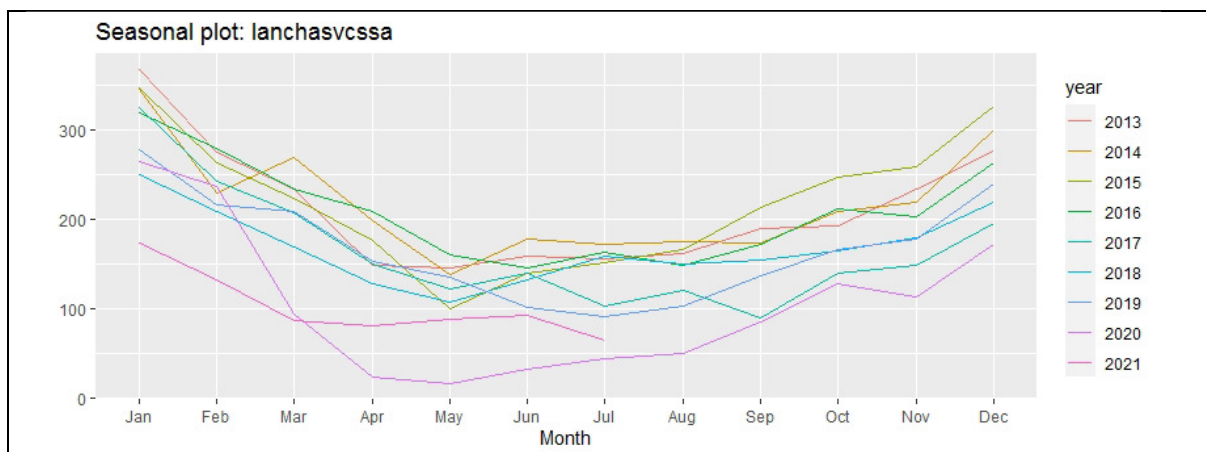


Fonte: AGERBA, 2021.

A partir da utilização do software R com o comando “*ggseasonal* (série estudada)”, o qual combina o pacote “*forecast*” com o “*ggplot2*” foi possível avaliar se as sucessivas séries anuais apresentam comportamento aparentemente estocástico. Ou seja, se o comportamento a cada ano possui uma recorrência, um padrão, como uma família de um conjunto de série com

versões similares entre si a cada ano. O que foi confirmado, pois existem poucas distinções entre as distribuições destes oito anos de 2013 até 2021, pois todas as séries possuem sazonalidade com pico no mês de janeiro e menores oscilações de amplitude para os meses de abril até setembro.

Figura 15: Padrão Estocástico da Família de Séries Temporais Anuais do Modal Lanchinhas, Jan/2013-Jul/2021.



Fonte: AGERBA, 2021

No gráfico da figura 15, observa-se que existem maiores variações das médias no período de maior sazonalidade comum (janeiro), e o período sem aparentes efeitos sazonais (junho e julho) ocorre sobreposição dos dados para diversos anos amostrados. Neste conjunto de oito anos e sete meses observados é importante evidenciar os anos de 2020, 2021 e 2017 em função do problema de pesquisa concentrar-se na identificação e estimação dos impactos de externalidade sobre o fluxo deste modal. Nos anos de 2020 e 2021, durante a Pandemia COVID-19, observa considerável deslocamento para baixo do gráfico em comparação com a série histórica, mas é mantido o comportamento de sazonalidade no mês de janeiro.

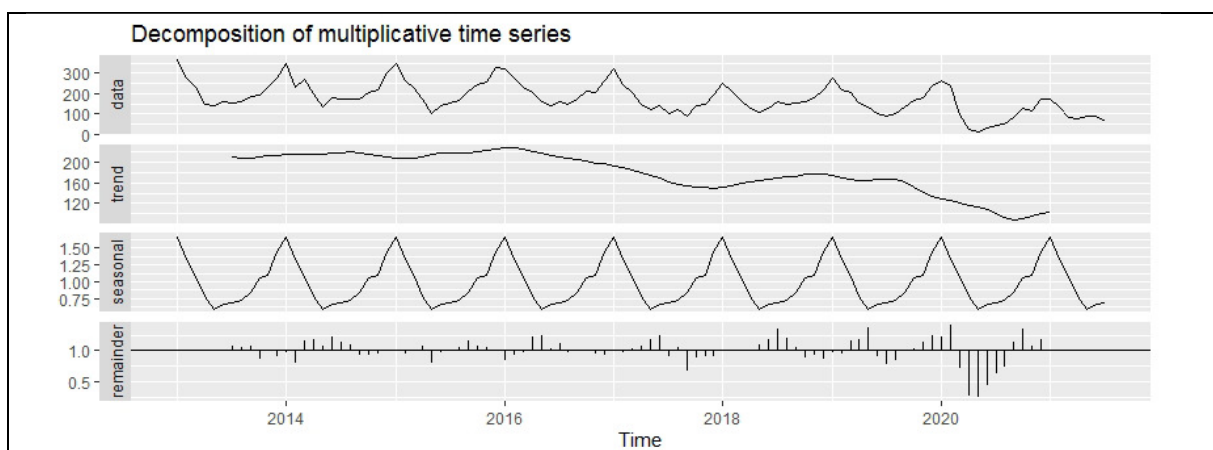
Em 2017 ocorreu o naufrágio da embarcação, resultando em 19 fatalidade e 89 ferido, em 24 de agosto. O impacto deste choque exógeno é observado de forma mais nítida no mês subsequente, em setembro. Verifica-se uma queda abrupta em setembro, com uma sucessiva recuperação do fluxo a partir de outubro. O padrão gráfico de sazonalidade é mantido de forma similar ao observado para os demais anos, com pico em janeiro. Mas destaca-se que conforme figura 15, o ano de 2017 teve o terceiro menor fluxo de passageiro da série histórica de 2013 até 2021, perdendo apenas para o período da pandemia, 2020 e 2021.

5.1.1.2 Observação da FAC (Função de Autocorrelação):

A decomposição da série temporal foi realizada com a utilização de filtros de médias móveis em três componentes principais. O gráfico apresenta primeiro a série original observada (*data*), e a seguir gráficos de decomposição propriamente, a saber: 2º linha com tendência + ciclos (*trend*); 3ª linha com sazonalidade (*seasonal*) e 4ª linha com resíduos (*remainder*). Este último é o componente irregular, e de inovação. Existem dois caminhos (métodos) de decomposição da série, o método aditivo e o multiplicativo. Destaca-se que a escolha dentre esses está associada à variância da amplitude da série ao longo do lapso temporal observado.

A amplitude da onda de sazonalidade pode aumentar ou diminuir ao longo do tempo. Isso significa que os componentes podem estar sendo multiplicados ($trend \times seasonal \times remainder$). A amplitude da sazonalidade é influenciada diretamente pelo componente da tendência. Por outro lado, se a série possui ondas de sazonalidades com amplitudes constantes ao longo do tempo, a série manifesta-se com componentes aditivos ($trend + seasonal + remainder$). Na literatura é comum que séries de transporte, cujas sazonalidades e tendência estão muito associadas ao aumento de fluxo de passageiros por férias, turismo, e retorno de moradores, possuam componentes multiplicativos. Este é o cenário da série do Modal Lanchinhas.

Figura 16: Decomposição da Série Observada do Modal Lanchinhas, Jan/2013-Jul/2021.



Fonte: AGERBA, 2021

Conforme Ferreirara *et. al.* (p. 176, 2011) a partir da observação da quarta linha do gráfico da FAC, ao citar a teoria de Box e Jenkins (1970), as séries estacionárias apresentam

representação decrescente exponencialmente ou de forma senoidal. Mas de forma antagônica a FAC observada possui representação crescente e exponencial, portanto a série do Modal Lanchinhas não estacionária. A decomposição FAC indica visualmente que a série temporal do Modal Lanchinha possui todos os componentes não estacionários: tendência, sazonalidade e resíduos. Portanto, a eliminação destes ruídos não estacionários nos três componentes é necessária para análise dos dados, e estes cálculos estão disponíveis no APÊNDICE A.

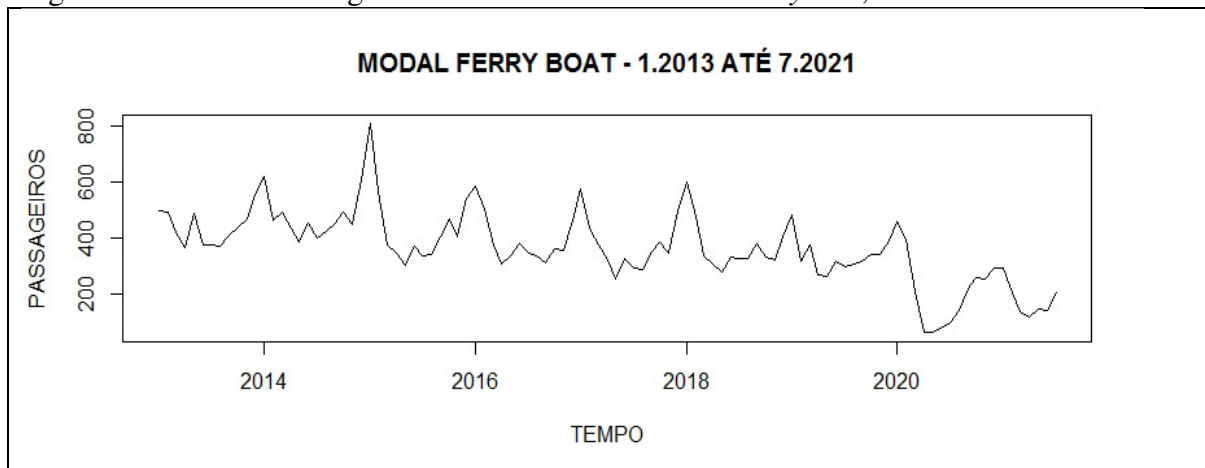
5.1.2. Série Univariada do fluxo do modal Ferryboat: Análise Gráfica

A interpretação visual dos gráficos deve ser revestida sempre de ponderação e cautela, analisam-se os gráficos sobre a perspectiva da hipótese de: tendência, variância e sazonalidade das observações. A amostra da série temporal do Modal *Ferryboat* também é composta por 103 observações mensais, de janeiro de 2013 até julho de 2021, referentes à união dos dados discretos do número de passageiros embarcados nos dois sentidos do fluxo pendular entre Salvador e município de Itaparica (distrito de Bom Despacho).

Da análise gráfica da figura nº 17, observam-se possíveis ruídos de tendência e sazonalidade na série temporal do Modal *Ferryboat*:

- **Tendência:** A série possui crescimento de 2013 até 2015, e em seguida um decaimento de fluxo lento até 2020. Após 2020, apresenta um decaimento abrupto até o final do período amostral da série, julho de 2021.
- **Variância:** As distâncias entre os picos e as cavas nas ondulações sazonais crescem ao longo do tempo de 2013 até 2015, ano em as variações alcançam a maior variação. Após 2015 as variâncias se mantêm estáveis até 2018, quando retoma ciclo de queda e possuindo pior cenário de queda abrupta no ano de 2020 até o final do período amostral. O período de queda abrupta está associado à Pandemia por COVID-19.
- **Sazonalidade:** A série apresenta um aparente conjunto de quatro picos anuais de sazonalidades, sendo o do mês de janeiro o que mais se destaca graficamente. As outras três aparentes sazonalidades ocorrem provavelmente em função dos feriados prolongados de Semana Santa (março), São João (junho) e dia das crianças (outubro). Embora o ano de 2021 apresente dados até o mês de julho, com a quase paralisação do sistema devido a ações de contenção da pandemia por Sarjas COVID-19, as sazonalidades referente aos dois feriados prolongados de março e junho, estão bem definidas em gráfico.

Figura 17: Total de Passageiros Embarcados no Modal *Ferryboat*, Jan/2013-Jul/2021



Fonte: AGERBA, 2021.

5.1.2.1 Comparação de Médias e Variâncias em Diferentes Períodos de Tempo.

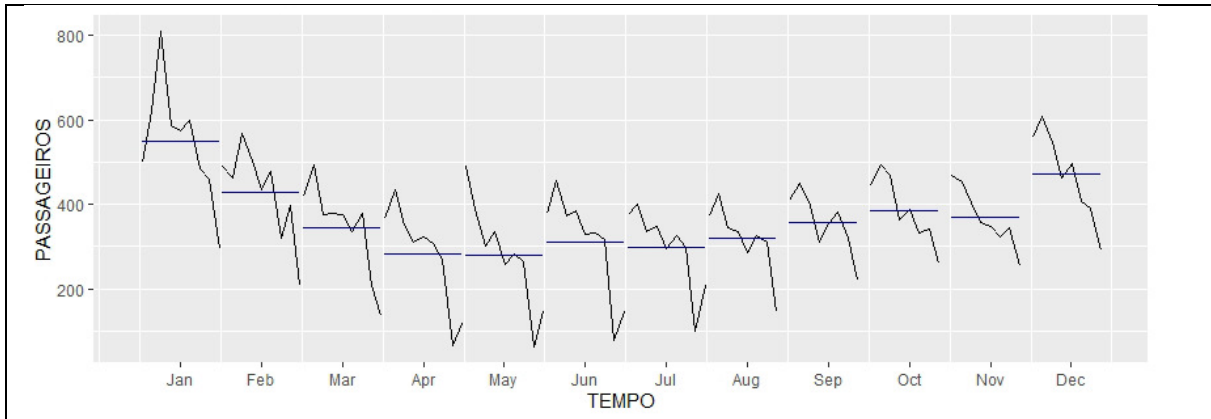
O gráfico da figura 18 a seguir permite comparar as médias históricas mensais dos 12 meses anuais, sub-agrupados separadamente mês a mês, por meio das linhas horizontais demarcando as respectivas médias. Por outro lado, as linhas verticais identificam as variâncias para cada um destes sub-grupos de meses. Assim, observa-se uma pequena variância (de menos de 100 mil passageiros) entre as médias históricos de março até novembro, e uma aparente estacionariedade entre os meses de abril a agosto.

A sazonalidade com maior amplitude é verificada nos mês de janeiro. As observações de dezembro e fevereiro fazem parte da construção de mobilização e desmobilização das pessoas devido ao período de férias em janeiro, retorno de moradores e turismo. Contudo, as observações das médias históricas de março, junho e outubro, demonstram um padrão de pequenas elevação de médias destes meses em padrão acima das demais observações históricas nos meses precedentes e posteriores, mais sem grande sobressauro.

Ao observar as subséries mensais (as linhas verticais) destacam-se os finais destas subséries históricas de cada mês, pois apenas os quatro meses de abril, maio, junho e julho apresentam recuperação da queda histórica do fluxo mensal de passageiros. Para as demais subséries mensais (de agosto a março) registram-se continuas e sucessvas quedas de fluxo de

passageiros. Estas observações das variancias para o Modal *Ferryboat* são similares às identificadas nos dados do Modal Lanchinha, o que demonstra em análise exploratória uma possível correlação no processo social gerador dos dados de fluxo dos dois modais.

Figura 18: Padrão Estocastico das Séries Anuais do Modal *Ferryboat*, Jan/2013-Jul/ 2021

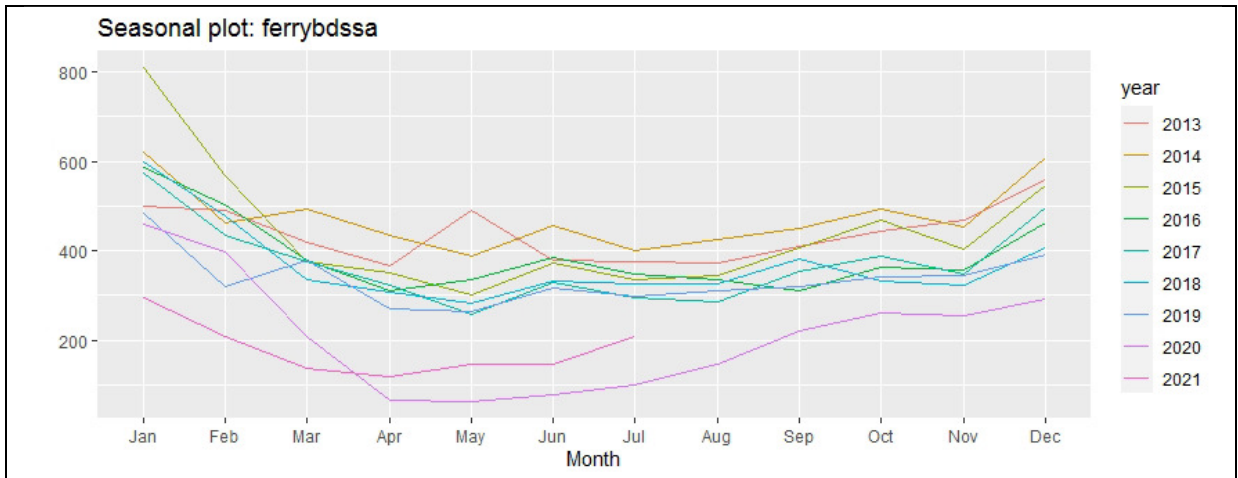


Fonte: AGERBA, 2021.

Conforme figura 19, as observações das série temporais dos anos de 2013 até 2020, existem poucas distinções entre as distribuições destes oito (8) anos. Destaca-se que em todos os anos existe sazonalidade regular e significativa amplitude no mês de janeiro. As sucessivas séries anuais apresentam comportamento aparentemente estocástico, como séries anuais de versões similares entre si, e no conjunto dos dados observam-se padrões visuais de sazonalidade com menores amplitudes também para os meses de março, junho e outubro.

É importante evidenciar os anos de 2020, 2021 e 2017 em função do problema de pesquisa concentrar-se na identificação e estimação dos impactos de externalidade sobre o fluxo deste modal. Nos anos de 2020 e 2021 durante a Pandemia COVID-19 observam-se maiores deslocamento do gráfico em comparação com a série histórica. No entanto, é mantido o comportamento de sazonalidade no mês de janeiro com grande amplitude. No ano de 2017, o sistema *Ferryboat* não apresentou deslocamento vertical para o conjunto das observações anuais. Observa-se aparente crescimento do número de passageiros para os meses subsequentes ao naufrágil de 24/08/2017, mas este crescimento pode estar associado apenas à reaproximação da médias históricas de fluxos mensais deste modal em setembro e outubro. Portanto, em análise gráfica não é verificado contrastes das observações mensais do ano de 2017 para com os demais anos.

Figura 19: Comportamento Estocástico das Séries Anuais do Modal *Ferryboat*, Jan/2013-Jul/2021.

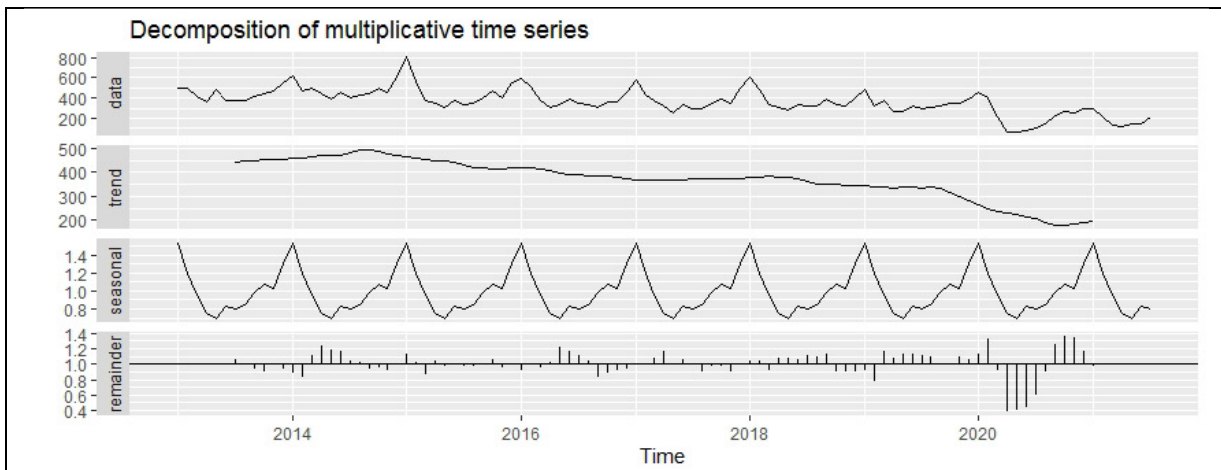


Fonte: AGERBA, 2021.

5.1.2.2 Observação da FAC (Função de Autocorrelação).

Conforme figura 20, a série do Modal *Ferryboat* possui amplitude das ondas de sazonalidade diminuindo ao longo do tempo, portanto, os componentes estão se multiplicando ($trend \times seasonal \times remainder$), este é o mesmo padrão observado para o Modal Lanchinhas. Conforme Ferreirara *et. al.* (p. 176, 2011) indica que a partir da observação da quarta linha do gráfico da FAC, as séries estacionárias apresentam representação decrescente exponencialmente ou de forma senoidal. Mas de forma antagônica a FAC observada possui representação crescente e exponencial. Isso indica que a série do Modal *Ferryboat* é não estacionária.

Figura 20: Decomposição da Série Observada Do Modal *Ferryboat*.



Fonte: AGERBA, 2021.

A decomposição indica que a série temporal do Modal *Ferryboat* possui todos os componentes não estacionários: de tendência, sazonalidade e de resíduos. Portanto, a eliminação destes ruídos não estacionários é necessária para análise dos dados, o que pode ser analisado no APÊNDICE B.

5.2. ANÁLISE QUANTITATIVA:

O programa R foi utilizado conjuntamente às orientações de análise de dados de Ferreirara *et. al.* (Cap. 5, 2011), acompanhado de Morettin e Tolo (cap. 3 e 10, 2019). Embora a análise exploratória apenas apresente a ST com respectivas interpretações visuais das observações gráficas, a literatura indica a necessidade de testar estatisticamente a estacionariedade das partes não sazonal e sazonal. A Raiz Unitária (RU) é o teste recomendável para sanar em conjunto as três questões a seguir. Primeiro responder com significância estatística se a ST é ou não estacionária. Segundo, identificar quantas diferenças serão necessárias para fazer a ST se tornar estacionária. Por fim, definir o tipo de estacionariedade, se determinística ou estocástica. A modelagem do ciclo Box e Jenkins (1970) com tratamentos, testes estatísticos e procedimentos ferramentais de Análise de Intervenção é apresentada nos APÊNDICES A e B.

Após análise estatística descritiva das séries já demonstrada na seção 5.1 deste capítulo, são apresentados nos APÊNDICES A e B as repetições do ciclo Box e Jenkins (1970) como tratamento dos dados para tornar a série estacionária, as etapas a serem observadas para cada uma das séries foram:

- 1 Teste de Raiz Unitária (RU);
- 5 Correção da Parte Não Sazonal;
- 6 Correção da Parte Sazonal;
- 7 Ciclo Box e Jenkins (1970): Identificação;
- 8 Ciclo Box e Jenkins (1970): Estimação.

Conforme resultados, dos APÊNDICES A e B, apresentados para as séries do Modal Lanchinhas e para o Modal *Ferryboat*, evidencia-se que ambas as séries temporais podem ser escrita pelo modelo SARIMA $(0,1,0)(0,1,1)_{12}$. A curiosa identificação de um padrão matemático para explicar os dois sistemas de transporte, localizados em cidades distintas Itaparica (*Ferryboat*) e em Vera Cruz (Lanchinhas), pode ser explicada pela similaridade do processo social formador dos dois conjuntos de dados, a saber. Primeiro, para as duas séries o

período amostral é exatamente o mesmo, de janeiro de 2013 até julho de 2021. Segundo, o objeto de amostragem é similar, a prestação de serviço de transporte de pedestres para travessias entre ilha de região metropolitana até o centro econômico metropolitano, respectivamente Ilha de Itaparica e Salvador. E por fim, a terceira característica destacável é que o conjunto de fatos sociais que influenciam no processo formador dos dados possuem potencial impacto nos dois sistemas.

Após análise exploratória e tratamento dos dados, a etapa final da análise quantitativa é a aplicação do ferramental da Análise de Intervenção nas duas séries, com resultados apresentados em tabelas conforme Morettin e Toloí (2019), detalhado na seção a seguir.

5.3. ANÁLISE DE INTERVENÇÃO NOS MODAIS LANCHINHAS E *FERRYBOAT*:

A função *locate.outliers* da biblioteca *tsoutliers*, permite a identificação de cinco (5) tipos de *outliers*, a saber:

- AO, valores atípicos aditivos;
- LS, mudanças de nível;
- TC, alterações temporárias;
- IO, excêntricos inovadores; e
- SLS, mudanças de nível sazonais

Em tabelas número 2 e 3 a seguir, com oito colunas identificadas em segunda linha de cada tabela, após identifica das colunas, a saber: a primeira coluna identifica os *outliers*; a segunda identifica o mês observado e a amostra; a terceira identifica o tipo de externalidade observada (AO, LS, TC, IO, SLS); a quarta coluna evidencia a principal característica da externalidade (se instantânea, se permanente, se inovadora); a quinta coluna identifica o valor de ponderação dos *outliers* “*coefhat*”; a sexta coluna identifica estatística t “*tstat*” para cada outlier; a sétima coluna identifica os efeitos sobre a série (externalidades), a por fim na oitava coluna são apresentados os fatos sociais do período, com possibilidade de serem a causa do choque exógeno associado, fonte AGERBA (2023).

No Modal Lanchinhas foram identificados seis (6) *outliers*, conforme tabela nº 02; por outro lado na tabela nº 03 são identificados os 12 *outliers* da série temporal do Modal. Uma terceira tabela, de número 04 é apresentada para confrontar à sensibilidade de identificação de *outliers* nas duas séries, dados os valores estatísticos de ponderação dos *outliers* “*coefhat*”, e da estatística t “*tstat*” para cada outlier.

Recordando que os resultados mostram que o modelo SARIMA (0,1,0)(0,1,1)₁₂ descreve os dois fluxos de passageiros em transporte ativo pendular, evidenciamos a seguir os principais achados a partir da análise das Tabelas número 2 e 3. Na Tabela nº 2 de título: “resultados da análise de intervenção do Modal Lanchinhas e respectivas consequências sobre a série e fatos sociais do período.”, com seis observações atípicas identificadas por linhas, destacam-se como externalidades negativas apenas as linhas 1 e 4, com efeito de queda sobre o fluxo do modal. Especificamente a observação da linha 1, no instante de ocorrência de fevereiro de 2014 (2ª coluna), trata-se de *outliers* do tipo “AO” (3ª coluna), com duração instantânea (4ª coluna), e portanto, sem repercussões futuras para as demais observações da série histórica.

Em contraste com a observação atípica negativa da linha 1, de fevereiro de 2014, as observações das linhas 3, 5 e 6, são positivas e com efeitos permanentes. Respectivamente para os instantes de março de 2014, fevereiro e 2015 e fevereiro de 2016 (2ª coluna), com identificações de observações atípicas dos tipos: LS, SLS e SLS (3ª coluna), cujos efeitos são permanentes de crescimento do fluxo do Modal Lanchinhas (4ª coluna). Ao analisar as observações 3, 5, e 6 constata-se que em conjunto revelam um crescimento sucessivo de demanda, ano a ano, de 2014 até 2016, para o Modal Lanchinhas. Bem como, as observações atípicas das linhas 5 e 6, estão associadas ao aumento sazonal, e portanto, podem revelar efeitos positivos de políticas públicas sazonais de promoção da imagem local para acolher demandas de turismo, retorno de moradores em período de férias, dentre outras. Estas observações das linhas 3, 5 e 6 estão de acordo com a teoria econômica de que os fluxos aumentam com o crescimento econômico e o aumento da população, vide Censo 2022.

Por outro lado, a observação atípica da 4ª linha encontra-se no contexto temporal da Pandemia por SARJAS COVID-19 (8ª coluna) que perdurou de março de 2020 até 2021, sendo responsável por 17 das 103 observações da série analisada, ou seja, aproximadamente 16,5% da amostra, o uso da metodologia da Análise de Intervenção identificou somente uma observação atípica (4ª linha) no Instante de ocorrência (2ª coluna): em março/2020 (t=87). Nesta observação da linha 4, o valor de ponderação “coefhat” (com -116,84) é extremamente agressivo e negativo (coluna 5), afastado de todas as demais identificações em tabela, o tipo de externalidade identificada foi a “IO” (3ª coluna), trata-se de um padrão de inovação catastrófico (4ª coluna) com perdas continuadas e duradouras para as futuras observações da série temporal (coluna 5). A perda de fluxo do Modal Lanchinhas percebida entre fevereiro de

2020 (linha 2) e março de 2020 (linha 4) deve ao conjunto de mobilizações sociais para reclusão residencial como medida saneadora de higiene sanitária, fortemente propagada durante a pandemia por veículos de comunicação em massa, bem como, devido as normativas administrativas elaboradas por órgão fiscalizador do sistema, AGERBA, para restrição do volume de passageiros embarcados como medida saneadora para conter a propagação da pandemia.

Se a observação atípica da linha 4, de amostra $t=87$, fez o primeiro registro da adversidade a ser enfrentada no período da Pandemia, destaca-se que a observação precedente ($t=86$) também foi identificada como atípica (linha 2), mas com características positivas (colunas 3 até 8), em sinal de crescimento do fluxo do Modal Lanchinhas. Esta observação positiva da linha 2 contribui para a percepção da estabilidade e pouco sensibilidade do Modal Lanchinhas a choques externos. A explicação mais provável deste fenômeno de pouca sensibilidade pode estar associada ao fato de o Modal Lanchinhas atender principalmente a demandas mais locais, de conexão casa trabalho, e em razão de não existirem amplas conexões com outros modais de transporte no entorno imediato do Terminal Marítimo, na sede municipal de Vera Cruz.

Finalmente os resultados também mostram que uma inobservância de impactos associados ao naufrágio de embarcação no Modal Lanchinhas em 24/08/2017, revelando ainda forte dependência social deste modal que apresenta característica de monopólio. Não foram identificadas observações atípicas para o ano de 2017.

Tabela nº 2: resultados da análise de intervenção do Modal Lanchinhas e respectivas consequências sobre a série e fatos sociais do período.

Valor atípico	Instante de ocorrência	Tipo	Duração	Valor de ponderação “coefhat”	Estatística T “tstat”	Descrição dos efeitos sobre a série (externalidades)	Fatos sociais do período, possível choque exógeno associado. (AGERBA2023)
1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
1	fevereiro/2014 (t=14)	AO	Instantâneo	-55,98	-4,04	Queda abrupta	
2	fevereiro/2020 (t=86)	AO	Instantâneo	71,39	4,97	Subida abrupta	Período da Pandemia por SARJAS COVID-19
3	março/2014 (t=15)	LS	Permanente	76,41	3,90	Subida permanente	
4	março/2020 (t=87)	IO	Inovado	-116,84	-5,53	Mudança de padrão histórico com perda de fluxo sucessivos e em larga escala.	Período da Pandemia por SARJAS COVID-19
5	fevereiro/2015 (t=26)	SLS	Permanente	39,89	3,82	Alteração do padrão sazonal com pico superior à média histórica.	
6	fevereiro/2016 (t=38)	SLS	Permanente	36,81	3,51	Alteração do padrão sazonal com pico superior à média histórica.	

Fonte: Autor.

Na Tabela nº 3 de título: “resultados da análise de intervenção do Modal *Ferryboat* e respectivas consequências sobre a série e fatos sociais do período” com doze (12) observações atípicas identificadas por linhas, destacam-se como externalidades negativas a maior parte das observações, 8 de 12, ou seja, 66% das observações possuem como feito a perda de fluxo no sistema. São observações atípicas com impacto negativo sobre o fluxo as linhas: 1, 2, 4, 6, 8, 10, 11, 12. Embora a linha 1 e 2 registrem impacto negativo para os instantes de fevereiro e maio de 2014, os efeitos negativos são apenas instantâneos (3ª e 4ª colunas), ademais, a observação da linha 9, no instante de junho de 2014 é expressivamente positiva, demonstrando mudança de padrão histórico com ganhos de fluxos sucessivos e em larga escala para o modal.

Comparando o Modal *Ferryboat* com 12 *outliers*, com o Modal Lanchinhas com 6 *outliers*, e considerando que respectivamente o primeiro possui 66% de observações atípicas com efeitos negativos para perda de fluxo e o segundo apenas 33%, existe um forte indício de maior sensibilidade do Modal *Ferryboat* para choques externos que impactem a dinâmica social. Outro exemplo de sensibilidade é observado para os diagnósticos do período da Pandemia por SARJAS COVID-19, quando o Modal *Ferryboat* foi sensível a três *outliers*, linhas 5, 8 e 12 na Tabela nº 3, ao passo que o Modal Lanchinhas identificou apenas dois nas linhas nº 2 e 4 da Tabela nº 2. Para os dois modais os efeitos da primeira observação em fevereiro de 2020 (linha 2 da tabela 2 e linha 5 da tabela 3), identificaram acréscimo de fluxo de forma instantânea, com observações atípicas do mesmo padrão “AO”, considerando a série histórica precedente. O contexto desta observação de acréscimo de fluxo está associado ao momento de recuperação econômica nacional, bem como, ao fato das medidas sanitárias só terem sido efetivamente implementadas tardiamente, com obrigatoriedade de restrição de fluxo de pessoas no mês subsequente, março de 2020.

As duas séries, Lanchinhas e *Ferryboat* identificaram queda de fluxo em março de 2020, respectivamente na linha 4 da tabela 2 e na linha 8 da tabela 3, com características um pouco distintas, enquanto para o Modal Lanchinhas o diagnóstico foi de quedas sucessivas e catastrófica (tabela 2, linha 4, colunas 3ª até 7ª), para o Modal *Ferryboat* os efeitos são meramente permanentes, não catastrófico, (tabela 3, linha 8, colunas 3ª até 7ª). Mas a terceira observação atípica do Modal *Ferryboat* para o período da Pandemia por SARJAS COVID-19 foi exclusiva para este modal, tabela 3, linha 12, colunas 3ª até 7ª, e indica quedas sucessivas e catastróficas de fluxo para o modal a partir de janeiro de 2020 decorrentes de efeitos sazonais

de fluxo no modal. Ou seja, se no período de aumento de fluxo sazonal por efeito de férias escolares, retorno de moradores, e turismo existiu um diagnóstico de quedas sucessivas e permanentes (efeito catastrófico), e considerando que já era de conhecimento que o turismo saindo dos países europeus foi desaconselhado para não propagar a pandemia já presente nestes países, esta observação atípica e catastrófica de janeiro de 2020 foi à primeira associada ao período da Pandemia por SARJAS COVID-19.

A partir da análise das observações atípicas da Tabela nº 3 resta evidenciado que o Modal Ferryboat sofreu com dois coques externos no ano de 2015, nos instantes de fevereiro e março de modo a induzir efeitos prolongados de queda do fluxo neste sistema. Conforme tabela 3, linhas 7 e 9, na 3ª colunas identificam observações atípicas dos tipos: LS, IO, cujos efeitos de queda são do tipo queda permanente e inovador, este último com mudança de padrão histórico com perda de fluxo sucessivo e em larga escala. A melhor perspectiva de recuperação do fluxo do Modal Ferryboat é marcada pela observação atípica da linha 7, para o instante março de 2019, com mudança permanente, contudo a recuperação não foi duradoura em razão dos fatos sociais marcado pela Pandemia por SARJAS COVID-19 a partir de janeiro de 2020, linha 12 da tabela 3.

A perda de fluxo do Modal *Ferryboat* percebida entre fevereiro de 2020 (linha 2) e março de 2020 (linha 4) deve-se ao conjunto de mobilizações para o isolamento social (reclusão residencial) como medida saneadora de higiene sanitária, fortemente propagada durante a pandemia por veículos de comunicação em massa, bem como, devido as normativas administrativas elaboradas por órgão fiscalizador do sistema, AGERBA, para restrição do volume de passageiros embarcados como medida saneadora para conter a propagação da pandemia.

Tabela nº 3: resultados da análise de intervenção do Modal *Ferryboat* e respectivas consequências sobre a série e fatos sociais do período.

Valor atípico	Instante de ocorrência	Tipo	Duração	Valor de ponderação “coefhat”	Estatística T “tstat”	Descrição dos efeitos sobre a série (externalidades)	Fatos sociais do período, possível choque exógeno associado. (AGERBA2023)
1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a
1	fevereiro/2014 (t=14)	AO	Instantâneo	-88,89	-4,14	Queda abrupta	
2	maio/2014 (t=17)	AO	Instantâneo	-124,62	-5,81	Queda abrupta	
3	janeiro/2015 (t=25)	AO	Instantâneo	112,48	5,24	Subida abrupta	
4	fevereiro/2019 (t=74)	AO	Instantâneo	-88,91	-4,14	Queda abrupta	
5	fevereiro/2020 (t=86)	AO	Instantâneo	87,67	4,08	Subida abrupta	Período da Pandemia por SARJAS COVID-19
6	fevereiro/2015 (t=26)	LS	Permanente	-129,08	-4,25	Queda permanente	
7	março/2019 (t=75)	LS	Permanente	142,18	4,68	Subida permanente	
8	março/2020 (t=87)	LS	Permanente	-109,84	-3,62	Queda permanente	Período da Pandemia por SARJAS COVID-19
9	junho/2014 (t=18)	IO	Inovado	127,35	4,19	Mudança de padrão histórico com ganho de fluxos sucessivos e em larga escala.	
10	março/2015 (t=27)	IO	Inovado	-137,62	-4,53	Mudança de padrão histórico com perda de fluxo sucessivos e em larga escala.	
11	maio/2013 (t=5)	SLS	Permanente	-27,78	-3,88	Alteração do padrão sazonal com pico inferior à média histórica.	
12	janeiro/2020 (t=85)	SLS	Permanente	-54,14	-3,57	Alteração do padrão sazonal com pico inferior à média histórica.	Período da Pandemia por SARJAS COVID-19

Fonte: Autor.

Com o uso da função *locate.outliers*, o cenário do naufrágio em 24/08/2017 não é identificado como *outlier* em nenhuma das séries temporais, nem do Modal Lanchinhas, nem do modal *Ferryboat*. Ou seja, o choque exógeno do naufrágio não impactou em efeitos de externalidades sobre o fluxo de passageiros em nenhum dos dois modais para o mês de ocorrência do choque exógeno, nem para os meses subsequentes. Provavelmente, algumas pessoas mudaram seus hábitos, e escolheram não fazer uso do modal Lanchinhas, ou até preferiram fazer uso apenas do Modal *Ferryboat*. Contudo esta mudança de hábito não teve proporção estatística sobre o coletivo de pessoas que fazem usos destes meios de transporte, e desta forma o ferramental de Análise de Intervenção não conseguiu capturar efeitos negativos ou positivos neste período. E não existem observações atípicas para os anos de 2017.

Em comparação entre os dois sistemas *Ferryboat* e Lanchinhas, as percepções populares de que os sistemas possuem um relativo equilíbrio de trânsito de pedestres entre origem e destinos, para os dois sentidos da travessia, foram confirmadas posteriormente em análise quantitativa. Bem como, de que o modal Lanchinhas teria maior potencial de sobreviver ao choque exógeno da construção da ponte de Salvador, em comparação com o modal *Ferryboat*, em função da maior fidelidade do público consumidor deste sistema.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os modais aquaviários Lanchinhas e *Ferryboat* para travessia de passageiros na Baía de Todos os Santos atendem como principal demanda o transporte pendular dos moradores da Ilha de Itaparica que se deslocam para Salvador em busca de trabalho. Estes modais não têm substitutos perfeitos ou imperfeitos e estabelecem uma relação positiva de custo de oportunidade para os residentes da Ilha de Itaparica. Considerando a estratégia de sobrevivência destas famílias, a dependência desta oferta de serviço de travessia aquaviária é causa potencial de vulnerabilidade econômica à região. Neste contexto, a presente dissertação investigou os efeitos das externalidades negativas sobre este fluxo, devido ao potencial transtorno à continuidade do serviço de travessia.

Os resultados do modelo SARIMA para ambos os modais, mostraram a mesma estrutura estocástica de resultado: SARIMA (0,1,0)(0,1,1). A explicação mais provável para este fenômeno matemática pode estar no processo social de formação destes dados. A análise exploratória mostrou (PNAD, 2022) que para toda a Ilha de Itaparica já possuíam indícios de dependência espacial econômica em relação a Salvador, cidade centro da região metropolitana e destino da migração pendular dos trabalhadores informais e formais da Ilha de Itaparica, como estratégia de sobrevivência das famílias.

A análise de intervenção para o modal Lanchinhas evidenciou 06 *outliers*, ao passo que para o modal *Ferryboat* foram evidenciados 12. Cada *outlier* está associado a uma única amostra de cada série com 103 observações. Apesar das repercussões sociais e jurídicas do naufrágio da embarcação Cavalo Marinho I em 24 de agosto de 2017 no sistema Lanchinhas, a observação de número 57 que estaria associada a este fato, não foi diagnosticada como externalidade negativa para nenhuma das duas séries temporais. Por outro lado, os impactos da Pandemia foram observados por inúmeras formas de externalidades (AO, IO, SLS, LS), causando acentuados ruídos por excesso de externalidades sobre as séries. Especificamente no modal Lanchinhas, foram duas observações (86 e 87), enquanto no modal *Ferryboat* foram três (85, 86, 87). Entre as séries, a do modal *Ferryboat* apresenta-se mais sensível a externalidades, demonstrando efeitos antecipados e mais duradouros, em comparação com o modal Lanchinhas. A provável causa desta maior sensibilidade decorre deste modal ter a arquitetura do terminal aquaviário conjugada com o terminal rodoviário. Isso faz com que o mesmo se constitua num mecanismo de transporte mais integrado com toda a Ilha de

Itaparica, com tendência a maior fluxo operacional. Quanto ao modal Lanchinhas, este atende de forma mais restrita a população local, e entorno da sede municipal de Vera Cruz.

Os resultados da pesquisa evidenciam qualitativamente e provam quantitativamente que os consumidores do Modal Lanchinhas são extremamente dependentes do serviço, e portanto, a escolha de consumo deste serviço não está atrelada às regras de mercado, mas a um nível de dependência do tipo estratégia de sobrevivência destas famílias. O futuro do transporte aquaviário entre Ilha de Itaparica e Salvador precisa ser norteado pela redução do nível de aceitação de riscos na travessia da Baía de Todos os Santos, devem-se considerar como necessárias medidas de substituição dos padrões das embarcações em madeira (movidas a diesel) por tecnologias contemporâneas, mais estáveis ao movimento das ondas e menos vulneráveis às intempéries. Bem como, é urgente o controle no processo de embarque com sistema eletrônico e não bilhetes em papel, para controlar a população e carga embarcada. Ademais, as demandas sociais de transporte metropolitano devem considerar como prioritária a integração das tarifas de transporte entre os distintos modais públicos (rodoviário; metroviário; aquaviário) como forma de redução das desigualdades sociais e reduzir as tensões de moradia no centro econômico metropolitana.

O conhecimento das séries temporais dos modais de transporte, com dados o mais longevos quanto possível, auxiliam no processo de planejamento urbano por permitirem identificar com referência na precedência histórica, as potenciais e efetivas (externalidades) como consequências dos choques exógenos: aumentos de tarifa, interrupção do sistema, acidentes, dentre outros fatos possíveis. Assim, as experiências do naufrágio e da Pandemia, dentre outras, podem vir a contribuir para o planejamento de uma melhor qualidade dos serviços de transporte no futuro. É necessário que a sociedade se prepare com o máximo de conhecimento técnico e científico para debater projetos socioeconômicos que visem agregar efetivo valor às comunidades locais impactadas.

Algumas deficiências foram observadas nos processos de geração dos dados de passageiros embarcados, o que dificulta a utilização do maior número de ferramentas de análise quantitativa para analisar o fluxo. No modal Lanchinhas destaca-se a deficiência da forma de controle de embarque, com bilhete em papel, sem um efetivo controle tecnológico mais rigoroso, sem registro efetivo da embarcação utilizada na travessia. Bem como, no modal *Ferryboat* existe a suspeita de inadequação dos registros dos dados de embarcados para o ano específico de 2013, e embora em análise quantitativa desta pesquisa não haja sido identificadas distorções, isso não significa que estas não existam.

Os modais aquaviários não estão inseridos em sistema *online* de acompanhamento de rota de travessia, por aplicativo, com previsão de embarque e desembarque por parte da população usuária do sistema. A utilização de ferramentas modernas de tecnologia da informação auxilia na interação do serviço com o público, permite maior controle e confiabilidade dos dados de fluxos gerados, e incentiva a maior utilização dos sistemas para novos usuários locais e turistas.

Como sugestão para futuras pesquisas, é possível investigar os benefícios associados à integração dos modais aquaviários ao bilhete único já implementado para os modais metroviário e de ônibus na cidade de Rio de Janeiro, conforme Leite (2014). Nesta cidade, o público alvo da política pública é similar à de Salvador, principalmente devido à dificuldade de custear a integração entre os distintos modais. Outra pesquisa relevante seria analisar a causalidade entre as séries multivariadas para chuvas, ventos e fluxo do modal Lanchinhas, com objetivo de avaliar as contribuições dos fenômenos naturais para o acidente de 24/08/2017. Por fim, também é possível investigar os processos geradores dos dados dos modais, considerando as subséries de clientes idosos (não pagantes), estudantes (meia passagem) e pagantes.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 15570**: Transporte — Especificações técnicas para fabricação de veículos de características urbanas para transporte coletivo de passageiros. Rio de Janeiro, 2009.

ABNT. **NBR 15570**: Fabricação de veículos acessíveis de categoria M3 com características urbanas para transporte coletivo de passageiros – Especificações Técnicas. Rio de Janeiro, 2021.

ABNT. **NBR 14022**: Acessibilidade em veículos de características urbanas para o transporte coletivo de passageiros. Rio de Janeiro, 2011.

ABNT. **NBR 15450**: Acessibilidade de passageiros no sistema de transporte aquaviário. Rio de Janeiro, 2007.

ABNT. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliários, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2020.

AGÊNCIA BRASIL. **Brasil utiliza 30% dos rios para transporte comercial**, diz CNT . Publicado em 02/10/2019 18h36min . . Rio de Janeiro. Disponíveis em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2019-10/brasil-utiliza-30-dos-rios-para-transporte-comercial-diz-cnt>. Acesso em 28 jun 2022.

AGÊNCIA BRASIL. **IBGE atualiza municípios de fronteira e de frente ao mar**. Publicado em 06/07/2021 - 12:36. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-07/ibge-atualiza-municipios-de-fronteira-e-de-frente-ao-mar>. Acesso em 30 jun 2022.

AGERBA. **Serviços de Transporte**. Salvador. Disponível em: <http://www.agerba.ba.gov.br/transporte/hidroviario/lanchinhas>. Acesso em 02/07/2022.

ANGERIZ A.; PRESO F. Assessment of the inflation target through intervention analysis. **Oxford Economic Papers** , v.60, n.2, p.293–317, abril. 2008.

ANTAQ. **Caracterização da Oferta e da Demanda do Transporte Fluvial de Passageiros na Região Amazônica**. Brasília, 2013. 108 p.

ANTAQ. **Desempenho Portuário 2021**: Anuário Estatístico. Brasília: Rio de Janeiro, 2022. 23 p.

ANTAQ. **Estatístico Aquaviário 2.1.4**, Disponível em: <http://ea.antaq.gov.br/QvAJXZfc/opendoc.htm?document=painel%5Cantaq%20-%20anu%C3%A1rio%202014%20-%20v0.9.3.qvw&lang=pt-BR&host=QVS%40graneleiro&anonymous=true>. Acesso em 27 jun 2022.

ANTAQ. **Competências**. Atualizado em 16/03/2022 12h21min. Disponíveis em: https://www.gov.br/antaq/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/copy_of_competencias. Acesso em 27 jun 2022.

ARAÚJO, Jolyver Modesto de. **Regulamentação e fiscalização do transporte de passageiros**. São Paulo: Perkons, 10 fev 2015. Disponível em: <https://www.ctbdigital.com.br/artigo-comentarista/449>. Acesso em 02/07/2022

BAHIA. Lei nº 12.044 de 04 de janeiro de 2011. Dispõe sobre o Sistema de Transporte Hidroviário Intermunicipal de Passageiros e Veículos do Estado da Bahia – SHI, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado da Bahia**, Poder Executivo, Salvador, BA, 04 jan. 2011. Disponível em: < <http://www.agerba.ba.gov.br/transporte/legislacoes>>. Acesso em 02/07/2022

BAHIA. Decreto nº 13.168 de 12 de agosto de 2011. Regulamenta a Lei Estadual nº 12.044, de 04 de janeiro de 2011, que dispõe sobre o Sistema de Transporte Hidroviário Intermunicipal de Passageiros e Veículos do Estado da Bahia - SHI, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado da Bahia**, Poder Executivo, Salvador, BA, 13/14 ago. 2011. Disponível em: < <http://www.agerba.ba.gov.br/transporte/legislacoes>>. Acesso em 02/07/2022

BARBOSA, L.T.S.; SANTOS, J.T.A.N.; KUWAHARA, N. Revisão Sistemática da Literatura Científica sobre Transporte Hidroviário no Estado do Amazonas. **Scientia Amazonia**, v.4, n.3, 01-12, 2015. Disponível em: <http://www.scientia-amazonia.org> Acesso em 10 jan 2022.

BERTOLINI, L. Spatial Development Patterns and Public Transport: The Application of an Analytical Model in the Netherlands. **Planning Practice & Research**, v.14, n.2, p.199-210, 1999

BN BAHIA NOTÍCIAS. **Lei sancionada permite que multas aplicadas pela Agerba sejam pagas com redução de 80%**. Disponível em: <https://www.bahianoticias.com.br/noticia/264566-lei-sancionada-permite-que-multas-aplicadas-pela-agerba-sejam-pagas-com-reducao-de-80.html>. Acesso em 30/06/2023.

BORGATTO, Adriano Ferreti. **Análise de Intervenção em Séries Temporais: Aplicações em Transporte Urbano**. Lavras/MG: UFLA, 2000.

BOX, G.E.P.; JENKINS, G.M.; REINSEL, G.C. **Time series analysis: forecasting and control**. 3rd ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1994.

BOX, G.E.P.; TIAO G.C. Análise de Intervenção com Aplicações a Problemas Econômicos e Ambientais. **Journal of the American Statistical Association**, v. 70 n. 349, p. 70-79, 1975

BRASIL. Lei nº 9.432, de 8 de janeiro de 1997. Dispõe sobre a ordenação do transporte aquaviário e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Seção 1, p. 467

BRASIL. Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001. Dispõe sobre a reestruturação dos transportes Aquaviários e Terrestres cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte, a Agência Nacional de Transportes Terrestres, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários e o Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil nº 5**, Poder Executivo, Brasília, DF, 5 jun. 2001. Seção 1, p. 1

BRASIL. Lei nº 12.379, de 6 de janeiro de 2011. Dispõe sobre a Sistema Nacional de Viação – SNV [...] e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil nº 5**, Poder Executivo, Brasília, DF, 7 jan. 2011. Seção 1, p. 1 a 3

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em 02/07/2022

BRASIL. Lei Federal nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015. **Institui o Estatuto da MetrÓpole, altera a Lei nº 10.257, de julho de 2001, e dá outras providências**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 13 jan 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113089.htm. Acesso em 02/07/2022

BRASIL. Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001. **Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 10 jul 2001. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm. Acesso em 02/07/2022

BRASIL. Lei Federal nº 13.146, de 6 de julho de 2015. **Institui a Lei Brasileira de Pessoas com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 7 jul 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm#art113. Acesso em 02/07/2022

BRASIL. Lei Federal nº 6.261, de 14 de novembro de 1975. **Dispõe sobre o Sistema Nacional dos Transportes Urbanos, autoriza a criação da Empresa Brasileira dos Transportes Urbanos e dá outras providências**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 out 1975. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1970-1979/16261.htm. Acesso em 02/07/2022

BRASIL. Ministério dos Transportes. **Plano Hidroviário Estratégico: Relatório do Plano de Trabalho: Produto 1**. Brasília, 2012, p 83.

BRASIL. Ministério dos Transportes. **Plano Hidroviário Estratégico: Produto 1: Relatório do Plano de Trabalho**. Brasília: p. 83, 2012.

BROCKWELL. P. J.; DAVIS R. A., **Introduction do Time Series and Forecasting**. Third Edition. s.l.: Springer Texts in Statistic, 2016.

CALHEIROS, C. S. **Metodologia de tarifa para transporte fluvial de passageiros na Amazônia**. 2010 182 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) COPPE, UFRJ Rio de Janeiro, 2010.

CARDOSO, P.; SANTOS, J. T. A. N. e MACHADO, W. V. Modelo multicritério para determinar o índice de serviço adequado das empresas de navegação fluvial de passageiros. In: CONGRESSO ANPET, 28, Belém. 2013 **Anais...**, Belém, 2013.

CAVALCANTE, Cid José Teixeira. “**lecture**” (palestra). Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, julho, 2004

CHAVES, C. M. das G. A construção do Brasil: projetos de integração da América portuguesa. s.l.:**Varia Historia**, nº 27, p. 77-95, julho de 2002.

COMBES, P.; MAYER, T.; THISSE, J. **Economic geography: the integration of regions and nations**. Princeton: Princeton University Press, 2008.

CONTE, Cláudia Heloiza. Rede Urbana: Uma Breve Abordagem Teórica. **Geografia em atos**, v.1, n.14, p. 76-93 jan a jun de 2014.

COUTO, M. A. F.; MOITA, M. H. V.; MACHADO, V.W. ; KUWAHARA, N.. Modelo não paramétrico aplicado à análise de eficiência do Transporte Aquaviário de Passageiros na Região Amazônica. IN: CONGRESSO ANPET, 23 . **Anais...** Vitória, 2009.

CHEN, M. C.; CHEN, K. K; PAN, A. C. M., Establishing an Intervention Model to Examine the Impact of Policy Guidance on Transportation Demand. **Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies**, v.5, October, 2003

CHEN, C. ; LIU, Lon-Mu. Estimativa conjunta de parâmetros de modelo e efeitos atípicos em series temporais. **Journal of the American Statistical Association**, v. 88, n.421, p. 284-297, 1993

FERREIRA. Pedro Costa; MATTOS. Daiane Marcolino; ALMEIDA. Camillo Vilela de Almeida; OLIVEIRA. Ingrid Christyne Luquestt de; PEREREIRA. Rafael Jorge. **Análise de Séries Temporais em R: Um Curso Introdutório**. l.s.: Elsevier. 2018. p. 301.

FUJITA M; KRUGMAN P; VENABLES AJ. **The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade**. London: The MIT Press, 1999.

FUJITA M; KRUGMAN P; MORI T. Sobre a evolução dos sistemas urbanos hierárquicos. **European Economic review** 43: p.209-251. 1999.

FUJITA M; KRUGMAN P.. A nova geografia econômica: Passado presente e futuro. **Papers on Regional Science**. n.83, p.139-164, 2004.

FUJITA M; The Evolution of Spatial Economics: From Thünen to the new economic geography. **The Japanese Economic Review**. V.61, n.1, mai. 2010.

FUJITA M; THISSE J.F. **Economics of agglomeration: Cities, industrial location, and regional crescimento**. Cambridge MA.: Cambridge University Press, 2002.

HAMILTON J. D. **Times Series**. New Jersey: Princeton University Press, 1954.

IBGE. **Redes e Fluxos do Território: Ligações Rodoviárias e Hidroviárias 2016**. Rio de Janeiro, 2017. 78 p.

IBGE. **Municípios defrontantes com o mar**. Atualizado em 2020. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/24072->

[municipios-defrontantes-com-o-mar.html?=&t=acesso-ao-produto](#). Acesso em 30 jun 2022.

IBGE. **História Vera Cruz Bahia- BA**. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/vera-cruz/historico>. Acesso em 27/06/2022.

IBGE. **História Itaparica Bahia- BA**. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/itaparica/historico>. Acesso em 27/06/2022.

IBGE. **Brasil/Bahia/Itaparica Panorama**. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/itaparica/panorama>. Acesso em 30/06/2023

IBGE. **Brasil/Bahia/Vera Cruz Panorama**. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/vera-cruz/panorama>. Acesso em 30/06/2023.

IBGE. **Regiões de Influência das Cidades: 2018**. Rio de Janeiro, 2020, p. 196. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/redes-e-fluxos-geograficos/15798-regioes-de-influencia-das-cidades.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em 01 jun 2022.

IBGE. **Regiões de Influência das Cidades: 2007**. Rio de Janeiro, 2008, p. 201. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/redes-e-fluxos-geograficos/15798-regioes-de-influencia-das-cidades.html?edicao=16168&t=acesso-ao-produto>. Acesso em 08 jun 2022.

IBGE. **Regiões de Influência das Cidades: 1993**. Rio de Janeiro, 2000, p. 220. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/redes-e-fluxos-geograficos/15798-regioes-de-influencia-das-cidades.html?edicao=15975&t=acesso-ao-produto>. Acesso em 14 jun 2022.

IBGE. **Regiões de Influência das Cidades: Revisão Atualizada do Estudo: Divisão do Brasil em Regiões Funcionais Urbanas**. Rio de Janeiro, 1987, p. 177. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/redes-e-fluxos-geograficos/15798-regioes-de-influencia-das-cidades.html?edicao=24590&t=acesso-ao-produto>. Acesso em 18 jun 2022.

IBGE. **Divisão do Brasil em Regiões Funcionais Urbanas**. Rio de Janeiro, 1972, p. 96. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/redes-e-fluxos-geograficos/15798-regioes-de-influencia-das-cidades.html?edicao=24591&t=acesso-ao-produto>. Acesso em 20 jun 2022.

IPEA. **Economia Regional e Urbana: Teorias e métodos com ênfase no Brasil**. Brasília, 2011. 410 p.

IPEA. **Hidrovias no Brasil: Perspectiva Histórica, Custos e Institucionalidade**. Rio de Janeiro, 2014. 58 p.

IPEA. **Relatório de Pesquisa da Governança da Região Metropolitana de Salvador**. Brasília, 2015

KRUGMAN P. **Geografia e Comércio**. Cambridge MA: MIT Press, 1991

LEITE, Aline Damaceno. **Transporte de Passageiros por Barcas: Análise Espacial do Sistema de Bilheteria Eletrônica da Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 95 p., 2014.

LÓPEZ-DE-LACALLE, Javier. “**tsoutliers R Package for Detection of Outliers in Time Series**.”. Semantic Scholar: 2016. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/ts-outliers-R-Package-for-Detection-of-Outliers-in-L%C3%B3pez-de-Lacalle/c7c47e3052007230218edfdc1f46c8c8f8dd4d29>. Acesso em 02/07/2023.

MAS-COLELL, Andreu; WHINSTON, Michael D.; GREEN, Jerry R. **Microeconomic Theory**. New York: Oxford University Press. 1995.

MEDEIROS, J. T. S. **O transporte fluvial e o direito à dignidade da pessoa humana na Amazônia**. Dissertação (Mestrado em Direito Ambiental). Universidade de Estado do Amazonas, 2011.

MORGADO, A. V.; PORTUGAL, L. S. e MELLO, A. J. R..Acessibilidade na Região Amazônica através do transporte hidroviário. **Journal of Transport Literature**, v.7, n.2, p.97-312, 2013.

NASCIMENTO, José Antonio Machado do. **Fontes de Informação em Transporte Aquaviário: palestras** . Brasília: ANTAQ, 2012

NATAL, J. L. A. Transporte, Ocupação do Espaço e Desenvolvimento Capitalista no Brasil: História e Perspectivas. **Ensaios FEE**, v.12, n. 2, p. 293-307, 1991.

NELSON. Jon P.. Consumer Bankruptcies and the Bankruptcy Reform Act: A Time-Series Intervention Analysis, 1960±1997. **Journal of Financial Services Research**, v.17, n.2, p.181-200, 2000.

NOLAND, R.B.; QUDDUS, M.A. ; OCHIENG, W.Y. The effect of the London congestion charge on road casualties: na intervention analysis. **Transportation** v.35, n.1 p. 73-91 nov. 2007

NUNES, Hélio Rubens de Carvalho; CRISTINE. Murta-Nascimento; LIMA. Maria Cristina Pereira. Impacto da Lei Seca sobre a mortalidade no trânsito nas unidades federativas do Brasil: uma análise de série temporal interrompida. **Revista Brasileira de Epidemiologia**. Disponível em <https://www.scielo.br/j/rbepid/a/RzNLsRGCPf8V7rxRXQNgnngk/?lang=pt> Acesso em 02 nov. 2021

OLIVEIRA, Mário Mendonça. **As Fortalezas e as Defesas de Salvador**. Brasília: Iphan, 2008.

OLIVEIRA, Mário Mendonça. **As Fortificações Portuguesas de Salvador Quando Cabeça do Brasil**. Salvador: Fundação Gregório de Matos, 2004.

PADOVEZZI, C. D.. Avaliação dos riscos do transporte fluvial de passageiros na Região Amazônica. In: CONGRESSO NACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO, CONSTRUÇÃO NAVAL E OFFSHORE. SOBENA, out. 2012. **Anais...** Rio de Janeiro, 2012

PÉREZ, Fernando Lucambio. **Introdução:** Problemas de Inferência Estatística. Atualizado em 11 mai. 2021. Disponível em: <http://leg.ufpr.br/~lucambio/Nonparam/Nparam.html>. Acesso em 04 jul. 2022.

PIRES, Monica de Moura; [et al.]. **Economia Urbana e Regional:** território, cidades e desenvolvimento. Ilhéus, BA: Editus, p.316, 2018.

QI, Jing. **Application of Intervention Analysis to Evaluate the Impacts of Special Events on Freeways.** Miami, Flórida: Florida internacional University, 2008. 156 p. Índice UMI Number: 3348915

SAMUELSON, Paul A. Economics of Forestry in na Evolving Society. **Economic Inquiry.** v.14, nº 4, p. 466-492, December 1976.

SANTOS, M. L.; RAMIRES, J. B.; GUIMARÃES, A. S.; BARBOSA, R. V. B. ; CUSTÓDIO, T. V. O. Levantamento da situação socioeconômica dos trabalhadores aquaviários do município de Coari – AM. Saúde e Transformação Social . **Health & Social Change**, v. 1, n. 2, p. 79-83,2011

SALVADOR, Frei Vicente do. **História do Brasil – 1500-1627.** São Paulo: Melhoramentos, 1975. Edição revista por Capistrano de Abreu, Rodolfo Garcia e Frei Venâncio Willeke, OFM, p. 261.

SAMOHYL, R.W.; SILVA, W. V. da; FIGUEIREDO, J. N.; ARAÚJO, F.P. de O Uso da Análise de Intervenção em Séries Temporais Univariadas: Uma Aplicação Empírica no Mercado Automobilístico Brasileiro. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 34 Rio de Janeiro, 8 a 11 nov. 2002. **Anais...** Rio de Janeiro, 2002. p. 9.

SILVA, José Afonso da. **Direito Urbanístico Brasileiro.** São Paulo: Cicacor Editorial, 2012.

SIMAS FILHO, Américo. **Evolução Física de Salvador, 1549 a 1800.** Salvador: Fundação Gregório de Matos, 1998. 198 p..

TEIXEIRA, C.A.N; ROCIO, M.A.R; MENDES, A.P.do A.; OLIVEIRA, L. A. S d'. Navegação interior brasileira. **BNDES Setorial**, n. 47, p. 437 – 482, mar, 2018.

VELICER, Wayne F.; FAVA, José L. **Time Series Analysis for Psychological Research.** New York: John Wiley & Sons , 2003. v. 2, p. 581-606

WORTHINGTON, A.; VALADKHANI A. Medindo o impacto de desastres naturais no mercado de capitais: uma aplicação empírica usando análise de intervenção **Applied Economics**, v. 36 n. 19, p. 2177-2186, 2004.

APÊNDICE A

MODELAGEM DO CICLO BOX E JENKINS (1970) PARA A SÉRIE TEMPORAL DO MODAL LANCHINHAS COM 103 OBSERVAÇÕES MENSIS DE JANEIRO DE 2013 ATÉ JULHO DE 2023:

Teste de Raiz Unitária (RU)

O teste de raiz unitária utilizado é o de Dickey Fuller Aumentado (ADF), o qual, conforme Ferreirara et. al. (p. 178, 2011) segue distribuição Tau, com valores tabulados por MacKinnon (1996). O ferramental utilizado é o programa R, função `ur.df()` do pacote `urca`(Pfaff (2005)).

A regra de rejeição da hipótese nula é quando o valor da estatística de teste for inferior ao valor crítico. O valor crítico está associado a um dos níveis de confiança, que podem ser:

- 99% (1pct, no gráfico),
- 95% (5pct, no gráfico),
- 90% (10pct, no gráfico).

Portanto, se o valor da estatística de teste for inferior ao valor pré-definido como valor crítico, a série é estacionária. Mas se o valor da estatística de teste for superior, a série não é estacionária. Deste modo, as hipóteses são:

- H_0 : a série possui uma RU, logo a série é não estacionária.
- H_1 : a série não possui RU, logo a série é estacionária.

É importante recordar que as seções anteriores de análise gráfica a série Lanchinhas caracterizaram a não-estacionariedade da série para várias especificações.

Considerando o conjunto de ruídos (não estacionariedade) nas partes componentes da série, antes de testar ADF, é necessário encontrar um conjunto de especificações adequadas para esta finalidade. Estas especificações estão associadas ao uso adequado do método de RU.

Existem três formas possíveis de testar esta série a partir da RU, a saber:

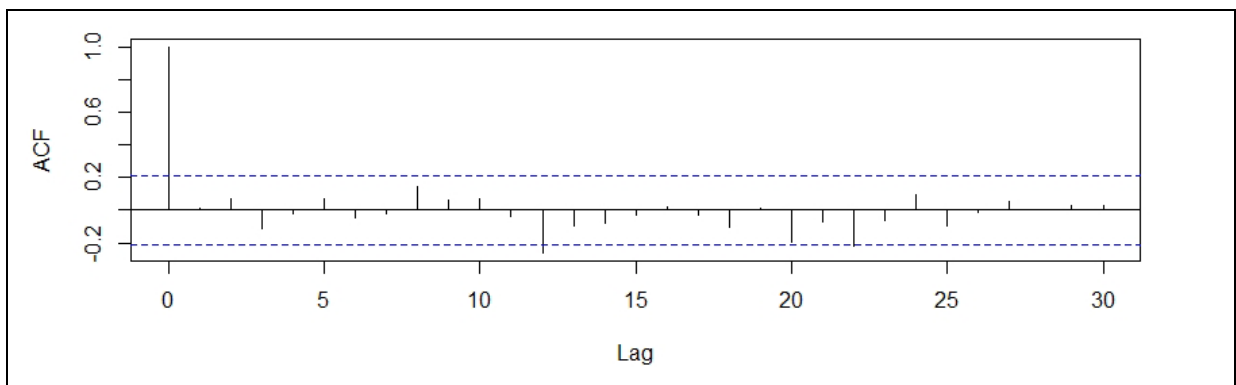
- Raiz unitária + Constante +tendência determinística (R:trend)
- Raiz unitária + constante (R: drift)
- Raiz unitária (R: none)

De igual modo, a escolha da especificação do *selectlags*, pode ser: “*Fixed*”, “*AIC*”, “*BIC*”, De modo que sugere-se a escolha do padrão “*AIC*” para uma definição automática a partir do número de lags escolhido como valor máximo. Os *lags* são o número de defasagens necessários para captar o comportamento da série e corrigir o problema de autocorrelação residual. Conforme Ferreira et. al. (p. 179, 2011) o lag é o parâmetro mais difícil e importante que deve ser definido nesta fase.

Portanto o procedimento inicial RU consiste em testar os padrões possíveis de teste (trend, drift, e none), e testar números de defasagens necessário (lags), até evidenciar uma impressão de função de autocorrelação (FAC) para os resíduos que evidencie o decréscimo exponencial ou senoidal de forma a caracterizar a inexistência de autocorrelação.

Após este achado (uma FAC residual sem autocorrelação), realiza-se a estatística de teste, e evidencia-se o valor crítico associado. A figura 21 a seguir evidencia a FAC dos resíduos da ST Lanchinhas sem a presença de autocorrelação, para tanto, na programação a forma de análise foi a *trend* (Raiz unitária + Constante +tendência determinística), com adoção do lags de valor 15 e lag.max = 30.

Figura 21: impressão do FAC de resíduos sem autocorrelação para aplicação do RU



Fonte: Autor.

Conforme figura 22 a seguir, a estatística de teste do RU (ADF) identificou valor de “-1,83” e portanto superior ao valor tabulado por Mackinnon para todos os percentuais de significância (1%, 5%, e 10%), de modo que é concluído que a ST Lanchinhas possui raiz unitária, não é estacionária.

Figura 22: impressão da tela do programa R com o resultado do testes adf e valor crítico.

```

> #estatística de teste
> adf.trend@teststat
      tau3      phi2      phi3
statistic -1.831513 2.227279 2.089086
> #valores tabulados por Mackinnon
> adf.trend@cval
      1pct  5pct 10pct
tau3 -3.99 -3.43 -3.13
phi2  6.22  4.75  4.07
phi3  8.43  6.49  5.47

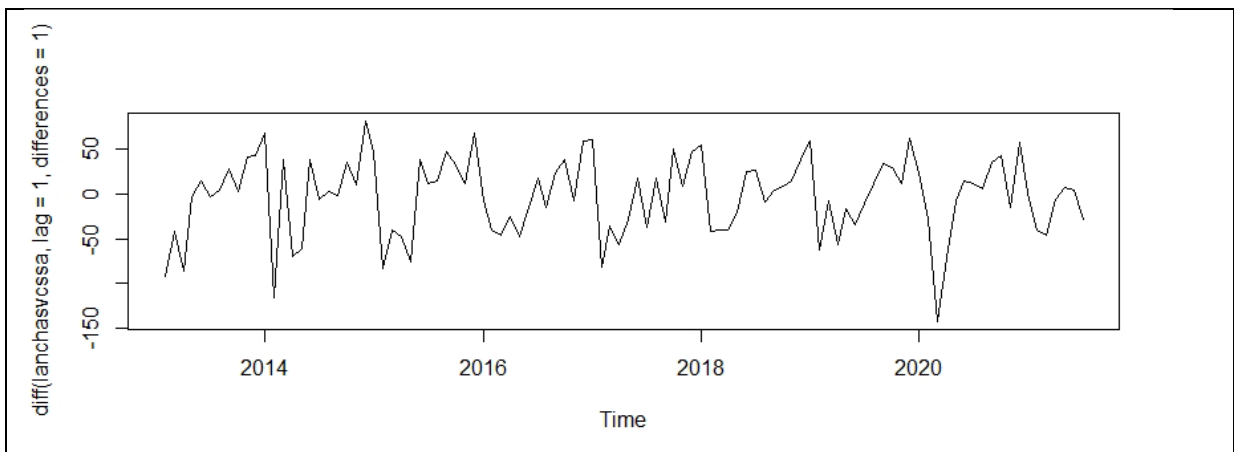
```

Fonte: Autor.

Correção da Parte Não Sazonal da ST

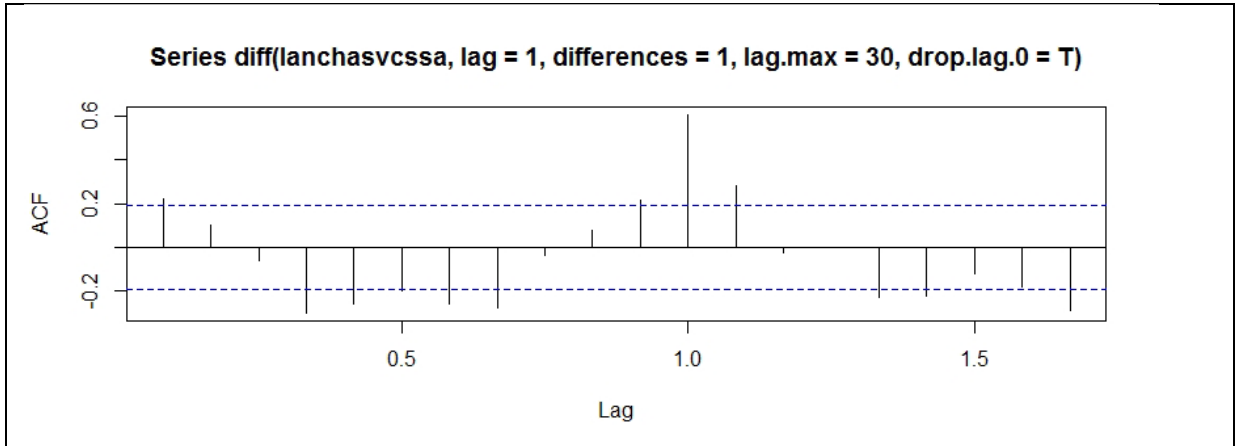
Comprovada estatisticamente por meio do teste de RU (figuras 23 e 24) a série Lanchinhas não é estacionária. O objetivo desta seção é tornar estacionária a parte não Sazonal desta série. A primeira iniciativa é plotar graficamente uma diferenciação sobre a série tentamos para torná-la estacionária, o quê pode ser observado na figura 23. Mas é a figura 24, com a impressão da Função de Autocorrelação da 1º diferença (FAC) que permite avaliar os efeitos da 1º diferença. Nesta figura 24, embora as médias aparentem alguma estacionariedade, destacam-se as variâncias no lag = 1 (barra horizontal) com significativa não-estacionariedade.

Figura 23: impressão da tela do programa R da série Lanchinhas com 1 diferença.



Fonte: Autor.

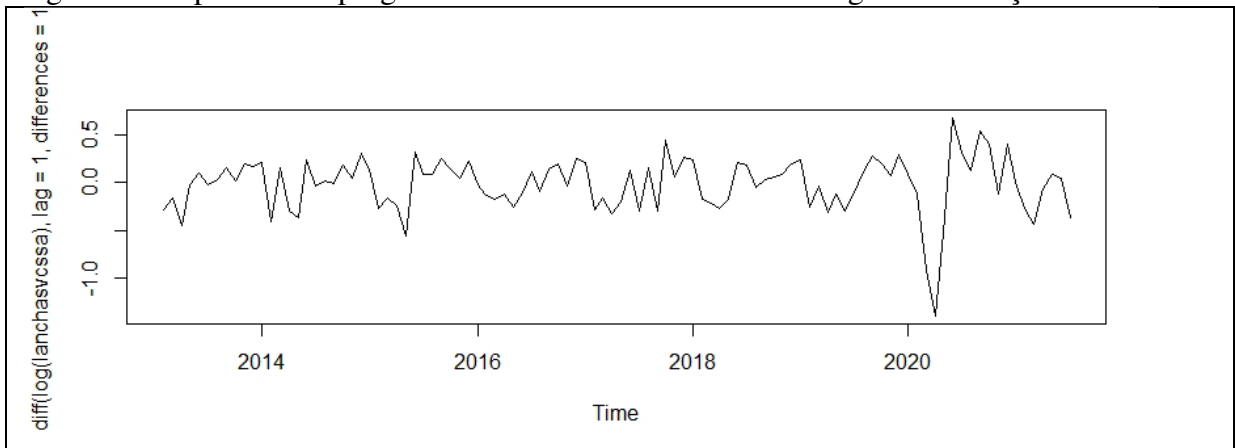
Figura 24: função de autocorrelação (fac) da série Lanchinhas com 1 diferença.



Fonte: Autor.

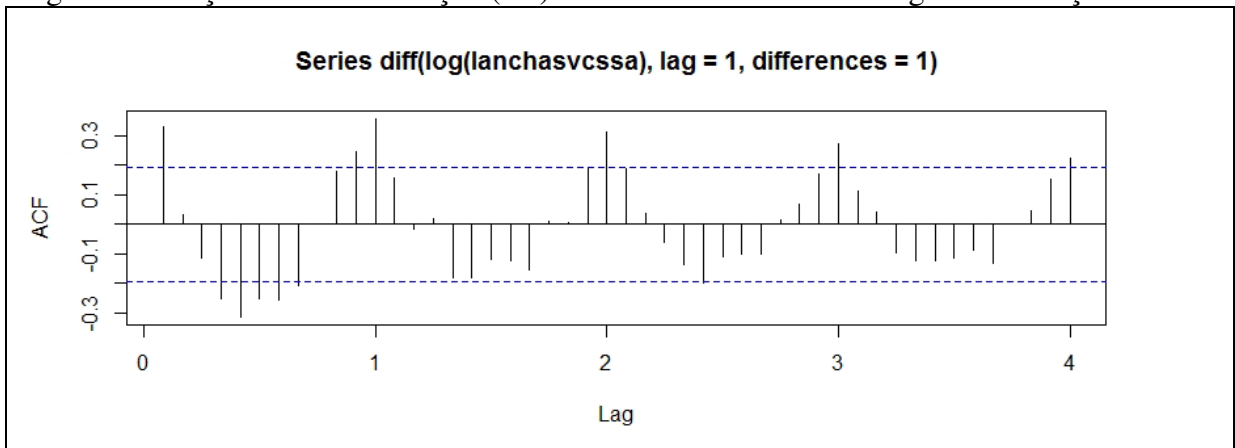
O segundo passo, como alternativa corretiva da não-estacionariedade das variâncias da parte não sazonal é aplicar um log para estabilizar a variância crescente, conforme gráfico da figura 25 da série Lanchinhas com log sobre diferença. Na figura 26 observa-se a FAC desta última operação, com resultado de média aparentemente estacionária e variância aparentemente decrescente de forma muito lenta.

Figura 25: impressão no programa R da série Lanchinhas com log e 1 diferença.



Fonte: Autor.

Figura 26: função de autocorrelação (fac) da série Lanchinhas com log e 1 diferença.



Fonte: Autor.

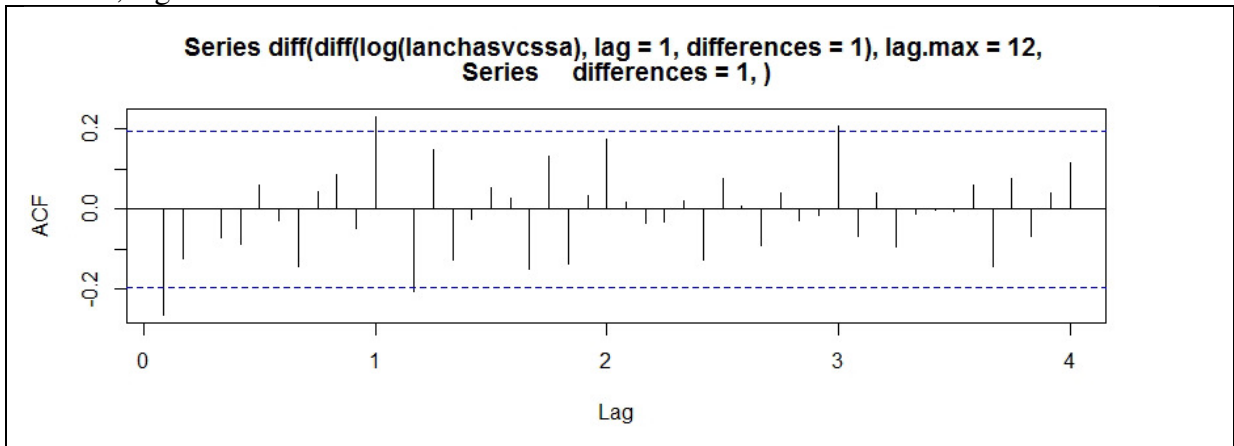
Correção da Parte Sazonal da ST

Embora a FAC da Figura 26 apresente variância decrescente, a teoria subjacente identifica que o decaimento lento observado nas variâncias dos lags 1, 2, 3, 4 nesta FAC representa a não estacionariedade na parte sazonal desta série. Assim, será objeto desta seção sanar a não - estacionariedade na parte sazonal e testar com confiabilidade estatisticamente as correções de não-estacionariedade até o momento aplicadas de forma gráfica.

Portando, a correção remanescente precisa ocorrer na parte sazonal da ST, conforme figura 27 com impressão da FAC de uma diferenciação na parte sazonal nos lags 1 e 12. Esta FAC apresenta redução brusca nos lags sazonais (1, 2, 3, 4) e apresenta decaimento célere destas variâncias sazonais de forma senoidal, em sintonia com a teoria Box e Jenkins (1970).

Para testar a significância estatística da medida adotada, aplica-se o teste RU, conforme figura 28 na sequência.

Figura 27: função de autocorrelação (fac) da série Lanchinhas com uma diferenciação na parte sazonal, lags: 1 e 12.



Fonte: Autor.

Conforme figura 28 a seguir, a estatística de teste do RU (ADF) identificou valor de “-4,078” e portanto valor inferior aos valores de referência tabulados por Mackinnon para todos os percentuais de significância (1%, 5%, e 10%).

Figura 28: resultado do teste ADF e valor crítico após sanar a não-estacionariedade não-sazonal e sazonal.

```
> adf.trend2 = ur.df(y=diff(diff(log(lanchasvcssa), lag=1), lag=12),
+                   type="trend", lag=24, selectlags = "AIC")
> # estatística de teste
> adf.trend2@teststat
      tau3      phi2      phi3
statistic -4.078041 6.121285 9.14306
> #valores tabulados por Mackinnon (1996)
> adf.trend2@cval
      1pct  5pct 10pct
tau3  -4.04 -3.45 -3.15
phi2   6.50  4.88  4.16
phi3   8.73  6.49  5.47
```

Fonte: Autor.

Deste modo, a série Lanchinhas após as correções nas partes não-sazonal e sazonal rejeita a hipótese nula, é estacionária com 99% de confiança em estatística de teste ADF.

Ciclo Box e Jenkins (1970): Identificação da ST

A estratégia usual em estudos de transporte urbano, em função da natureza dos dados que normalmente são em Séries Temporais univariadas, com dados discretos e períodos de sazonalidade é utilizar o método Box e Jenkins (1970) para o identificar o Modelo SARIMA $(p,d,q)(P,D,Q)_{12}$. Onde 12 é a frequência anual (em doze meses), a parte não sazonal é representada por (p,d,q) , e a parte sazonal é representada por (P,D,Q) . Destacando que os termos p e P são as partes Auto Regressivas (AR); os termos d e D são as integrações necessárias em cada parte (não sazonal e sazonal); e q e Q são as partes de médias móveis (MA).

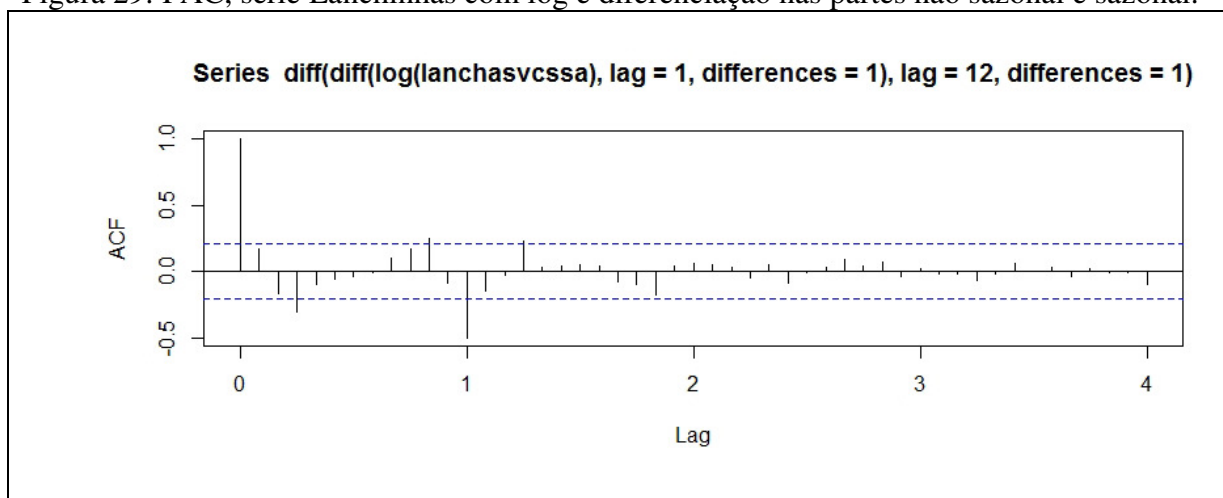
SARIMA $(p,d,q)(P,D,Q)_{12}$

O modelo SARIMA possui estrutura baseada nos próprios dados (Autorregressivo – Médias Móveis) e conforme literatura deve ser identificado por um ciclo iterativo proposto por Box e Jenkins (1970) com etapas de: identificação, estimação, diagnóstico e predição, Morettin e Toloí (2019). Mas no caso em tela, não é objeto de investigação a fase de predição.

Ferreira et. al. (Cap. 5, 2018) apresenta o ciclo iterativo proposto por Box e Jenkins (1970) por meio da ferramenta R, de modo que a presente pesquisa adotou esta última referência em razão do ferramental técnico. Esta seção inicia a modelagem cumprindo a parte do ciclo com a Identificação. Assim, por meio da observação da FAC e FACP nas figuras 29 e 30. Nestas se identificam preliminarmente os possíveis modelos, com todas as partes componentes com ao menos 1, ou com a parte AR (p e P) nula, valor 0. Considerando o decaimento exponencial severo nos gráficos FAC e PFAC.

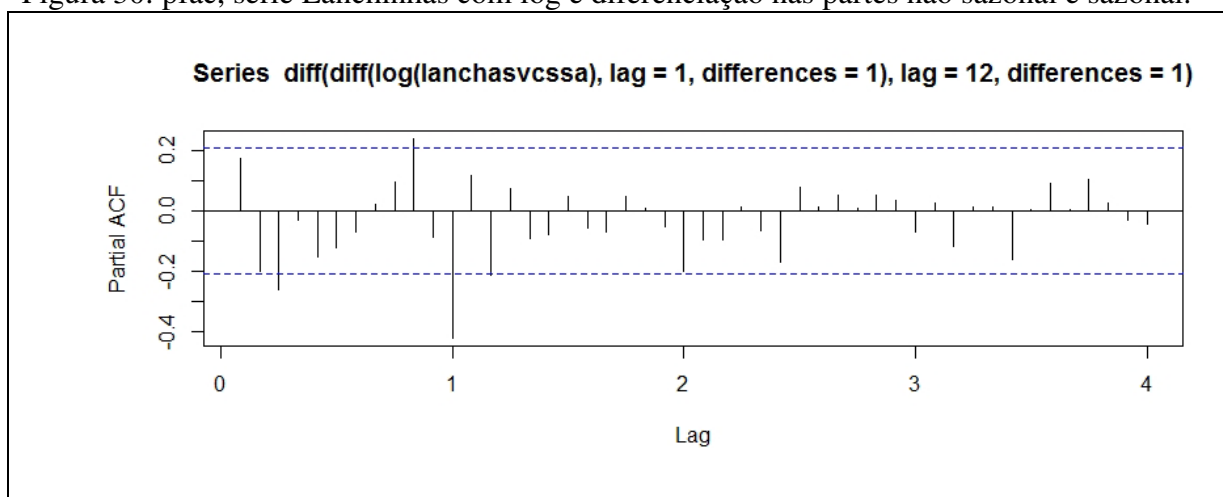
- SARIMA $(1,1,1)(1,1,1)_{12}$ - corte brusco na FAC e na FACP nas partes sazonais e não sazonais
- SARIMA $(0,1,1)(0,1,1)_{12}$ - corte brusco na FAC e decréscimo das partes sazonais e não sazonais

Figura 29: FAC, série Lanchinhas com log e diferenciação nas partes não sazonal e sazonal.



Fonte: Autor.

Figura 30: pfac, série Lanchinhas com log e diferenciação nas partes não sazonal e sazonal.



Fonte: Autor.

Ciclo Box e Jenkins (1970): Estimação da ST

Testando as possibilidades dos modelos identificados na seção anterior por meio da função `Arima()` do pacote `forecast`. O método de estimação dos parâmetros será o de Máxima Verossimilhança (ML – Maximum Likelihood).

Conforme figura 31, foi testado inicialmente o modelo SARIMA (1,1,1) (1,1,1)₁₂ com variável do modelo “ $\lambda=0$ ”, mas conforme figura 32 o teste do modelo demonstra que os parâmetros não são significativos para: AR e MA da parte não sazonal e AR da parte sazonal. Deste modo, após algumas tentativas, encontra-se um modelo aceitável conforme novo teste e com novos parâmetros avaliados, nas figuras 33 e 34 as seguir.

Figura 31: teste do modelo SARIMA (1,1,1) (1,1,1)₁₂ com variável do modelo “lambda=0”

```

> require(forecast)
> fit.lancha <- Arima(lanchasvcssa, order = c(1,1,1), seasonal = c(1,1,1),
+                      method = "ML", lambda = 0)
> summary(fit.lancha)
Series: lanchasvcssa
ARIMA(1,1,1)(1,1,1)[12]
Box-Cox transformation: lambda= 0

Coefficients:
      ar1      ma1      sar1      sma1
-0.1117  0.2409 -0.2172 -0.7201
s.e.    0.4530  0.4345  0.1676  0.1871

sigma^2 = 0.05385:  log likelihood = -0.58
AIC=11.16  AICC=11.87  BIC=23.66

Training set error measures:
              ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set -1.119652 26.76829 19.51931 -3.007578 14.89344 0.5108231 -0.369548
> |

```

Fonte: Autor.

Figura 32: teste do modelo SARIMA (1,1,1) (1,1,1)₁₂

```

> t.test(fit.lancha)
      Coef      sd      t rej_H0
ar1 -0.1116794 0.4529999 0.2465331 FALSE
ma1  0.2408798 0.4345492 0.5543211 FALSE
sar1 -0.2171815 0.1676145 1.2957203 FALSE
sma1 -0.7200527 0.1870878 3.8487429  TRUE
>

```

Fonte: Autor.

Conforme figura 33, foi testado o modelo SARIMA (0,1,0) (0,1,1)₁₂ com variável do modelo “lambda=1”, e conforme figura 34 o teste do modelo demonstra que o parâmetro é significativo para o: MA da parte sazonal. Portanto o modelo SARIMA pode ser escrito com o coeficiente identificado na figura 34 a seguir, pois minimiza os critérios de informação (BIC, AIC e AICc).

Figura 33: teste do modelo SARIMA (0,1,0) (0,1,1)₁₂ com variável do modelo “lambda=1”

```

> ## REFAZENDO REPETINDO
> fit.lancha3 <- Arima(lanchasvcssa, order = c(0,1,0), seasonal = c(0,1,1),
+                      method = "ML", lambda = 1)
> summary(fit.lancha3)
Series: lanchasvcssa
ARIMA(0,1,0)(0,1,1)[12]
Box Cox transformation: lambda= 1

Coefficients:
      sma1
      -0.7186
s.e.      0.1063

sigma^2 = 796.8: log likelihood = -432.16
AIC=868.32  AICc=868.46  BIC=873.32

Training set error measures:
              ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set 0.1181728 26.23867 18.75003 0.05439459 15.23506 0.4906908 -0.2859253

```

Fonte: Autor.

Figura 34: teste do modelo SARIMA (0,1,0) (0,1,1)₁₂ com significância na parte sazonal.

```

> t.test(fit.lancha3)
      Coef      sd      t rej_H0
sma1 -0.7185585 0.1062809 6.760937 TRUE

```

Fonte: Autor.

Ciclo Box e Jenkins (1970): Diagnóstico

Definida a estrutura SARIMA (0,1,0) (0,1,1)₁₂, e estimado os parâmetros do modelo, inicia-se a fase de diagnóstico do modelo quando as características dos resíduos:

- Ausência de autocorrelação linear.
- Ausência de heterocedasticidade condicional.
- Normalidade.

Para uma visão geral, ver a figura 35 a seguir, com três gráficos. Inicialmente, para analisar os resíduos se utiliza a função `tsdiag()`, a qual disponibilizará três gráficos, a saber:

- Função de autocorrelação dos resíduos padronizados (o resíduo bruto dividido por uma estimativa do desvio padrão dos resíduos);
- Função de autocorrelação dos resíduos
- P-valores da estatística Ljung-Box.

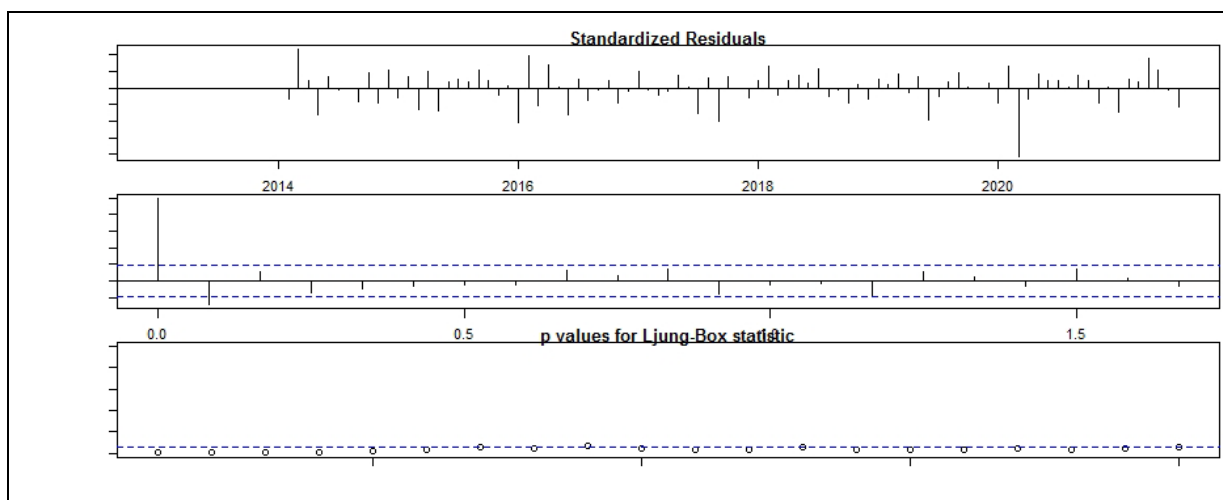
A primeira linha de gráfico com função de autocorrelação dos resíduos padronizados é uma linha de força da diferença entre os valores observados e esperados. Observa-se uma

distribuição muito simétrica em torno da média, com uma linha discrepante no início dos anos 2020, quando provavelmente iniciaram-se os efeitos da Pandemia por SARJAS COVID-19, onde provavelmente será identificado uma externalidade, mais significativa pelo método de Análise de Intervenção.

A segunda linha com a função de autocorrelação dos resíduos, este gráfico é importante para observar se existe autocorrelação linear nos resíduos. No caso em tela, ocorre uma autocorrelação com grande evidência na primeira observação em janeiro de 2013, onde provavelmente será identificado uma externalidade, mais significativa pelo método de Análise de Intervenção.

A terceira linha P-valores da estatística Ljung-Box demonstra que não há dependência linear nos resíduos. Mas a literatura sugere confirmar estatisticamente este resultado, pois o gráfico não considera que os resíduos terem sido gerados a partir de um modelo ajustado.

Figura 35: três gráficos para análise dos resíduos.



Fonte: Autor.

Testando a autocorrelação linear dos resíduos através do teste Ljung e Box (1978a), conforme figura 36 a seguir, com impressão do teste no programa R, com confiança estatística não rejeitamos a hipótese nula de não existência de autocorrelação serial até o lag 24¹⁰. Portanto, confirmamos a ausência de autocorrelação linear nos resíduos.

Figura 36: teste ljung e box (1978a) para autocorrelação linear dos resíduo.

```
> Box.test(x = fit.lancha3$residuals, lag = 24,  
+         type = "Ljung-Box", fitdf = 2)  
  
      Box-Ljung test  
  
data: fit.lancha3$residuals  
X-squared = 33.61, df = 22, p-value = 0.05379
```

Fonte: Autor.

Testando a estacionariedade da variância com teste Multiplicador de Lagrange para heterocedasticidade condicional autorregressiva (ARCH LM) (Engle, 1984) disponível no pacote FinTS. Conforme figura 37 a seguir, com impressão do teste no programa R, com confiança estatística não existe presença de efeitos ARCH. Portanto a variância é estacionária.

Figura 37: teste de estacionariedade da variância com teste multiplicador de lagrange para heterocedasticidade condicional autorregressiva (arch lm).

```
> require(FinTS)  
> ArchTest(fit.lancha3$residuals, lags = 12)  
  
      ARCH LM-test; Null hypothesis: no ARCH effects  
  
data: fit.lancha3$residuals  
Chi-squared = 4.7284, df = 12, p-value = 0.9664
```

Fonte: Autor.

APÊNDICE B:

MODELAGEM DO CICLO BOX E JENKINS (1970) PARA A SÉRIE TEMPORAL DO MODAL *FERRYBOAT* COM 103 OBSERVAÇÕES MENSIS DE JANEIRO DE 2013 ATÉ JULHO DE 2023:

Teste de Raiz Unitária (RU)

O Teste de Raiz unitária utilizado é o de Dickey Fuller Aumentado (ADF), o qual, conforme Ferreirara et. al. (p. 178, 2011) segue distribuição Tau, com valores tabulados por MacKinnon (1996). O ferramental utilizado é o programa R, função `ur.df()` do pacote `urca`(Pfaff (2005)).

Se o valor da estatística de teste for inferior ao valor pré-definido como valor crítico, a ST é estacionária. Mas se o valor da estatística de teste for superior, a série não é estacionária. Deste modo, as hipóteses são:

- H_0 : a ST possui uma RU, logo a série é não estacionária.
- H_1 : a ST não possui RU, logo a série é estacionária.

É importante recordar que as seções anteriores de análise gráfica a série Lanchinhas caracterizaram a não-estacionariedade da ST para várias especificações.

Existem três formas possíveis de testar esta ST a partir da RU, a saber:

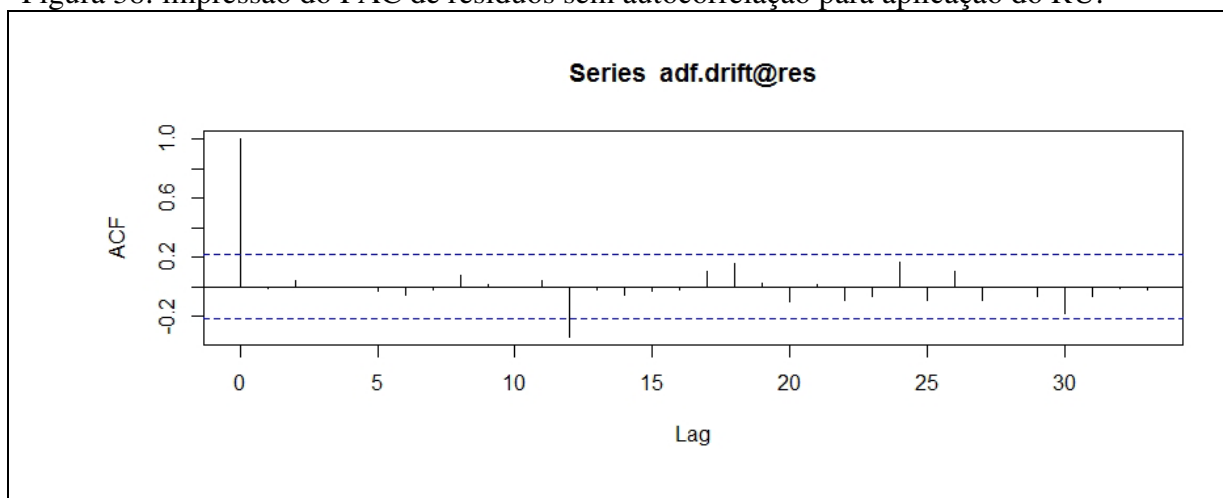
- **Raiz unitária + Constante +tendência determinística (R:trend)**
- **Raiz unitária + constante (R: drift)**
- **Raiz unitária (R: none)**

De igual modo, a escolha da especificação do `selectlags`, pode ser: “*Fixed*”, “*AIC*”, “*BIC*”, De modo que sugere-se a escolha do padrão “*AIC*” para uma definição automática a partir do número de lags escolhido como valor máximo.

Foram feitos testes como o padrão “*trend*”, porém o padrão desta variável não foi significativo. De modo que adotamos o padrão “*drift*”.

A figura 38 a seguir evidencia a FAC dos resíduos da série Ferryboat sem a presença de autocorrelação, para tanto, na programação a forma de análise foi a *drift* (Raiz unitária + Constante +tendência determinística), com adoção do lags de valor 22 e `lag.max = 33`.

Figura 38: impressão do FAC de resíduos sem autocorrelação para aplicação do RU.



Fonte: Autor.

Conforme figura 39 a seguir, a estatística de teste do RU (ADF) identificou valor de “-0,257”. Portanto superior aos valores tabulados por Mackinnon para todos os percentuais de significância (1%, 5%, e 10%), de modo que a série Ferryboat possui raiz unitária, não é estacionária.

Figura 39: teste adf (-0,257) e valores críticos.

```
> adf.drift@teststat
      tau2      phi1
statistic -0.2570772 1.379398
> #valores tabulados por Mackinnon
> adf.drift@cval
      1pct  5pct 10pct
tau2 -3.46 -2.88 -2.57
phi1  6.52  4.63  3.81
```

Fonte: Autor.

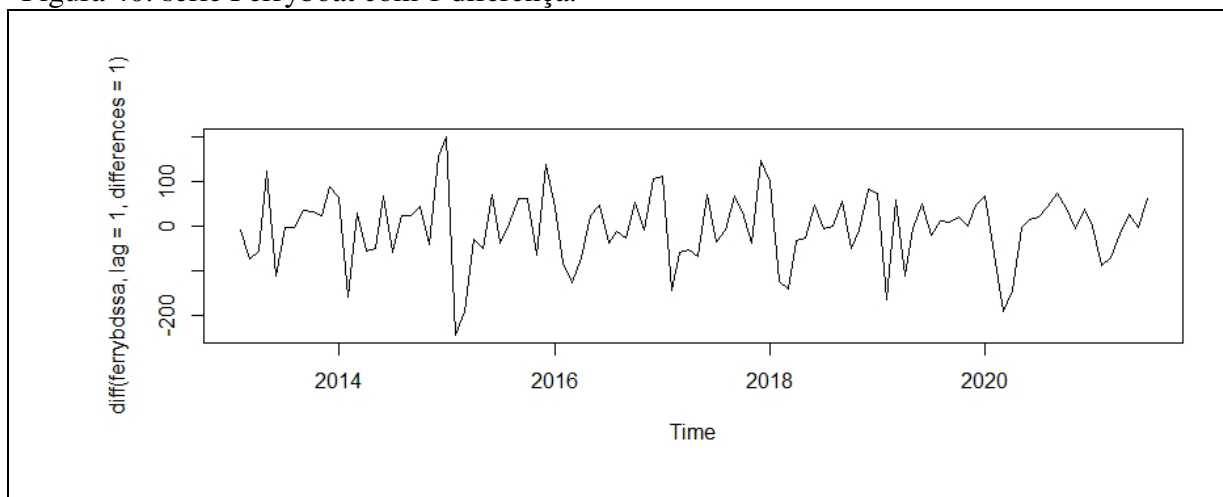
Correção da Parte Não Sazonal da ST

Comprovada estatisticamente por meio do teste de RU (figuras 38 e 39) a série *Ferryboat* não é estacionária. Assim, o objetivo desta seção é tornar estacionária a parte Não Sazonal desta ST.

Primeira, na figura 40 a seguir verifica-se que a iniciativa de aplicar uma diferenciação sobre a série. Na figura 41, com a impressão da Função de Autocorrelação da 1ª diferença (FAC) que permite avaliar os efeitos da 1ª diferença, observa-se que embora as médias

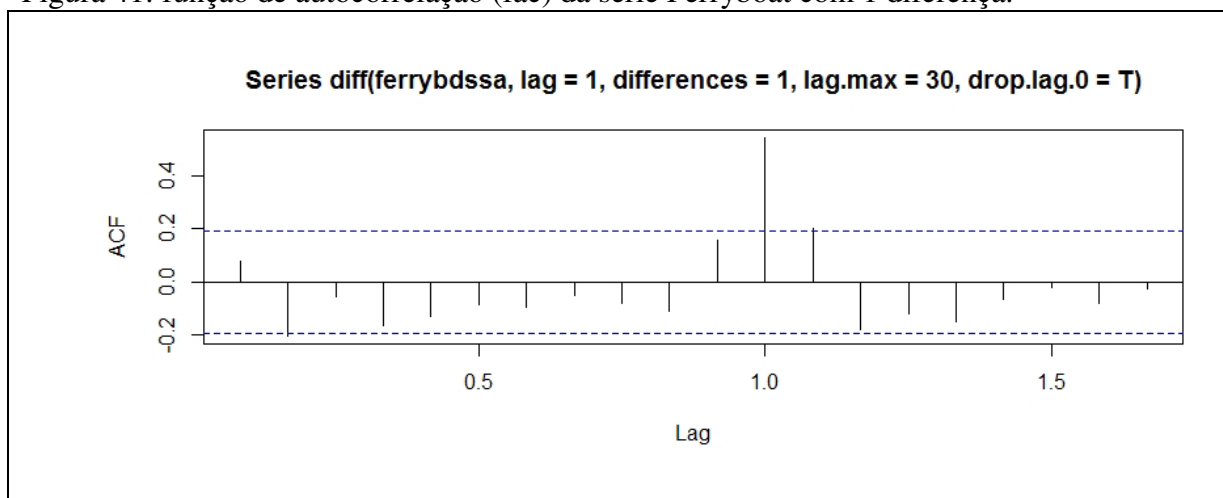
aparentem alguma estacionariedade, destacam-se as variâncias no lag = 1 (barra horizontal) com significativa não-estacionariedade.

Figura 40: série Ferryboat com 1 diferença.



Fonte: Autor.

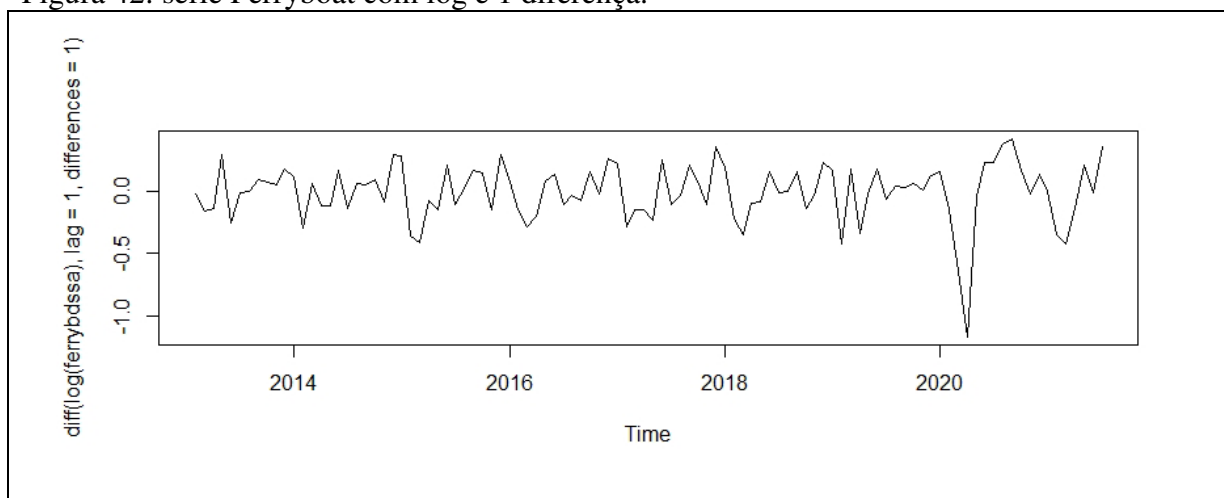
Figura 41: função de autocorrelação (fac) da série Ferryboat com 1 diferença.



Fonte: Autor.

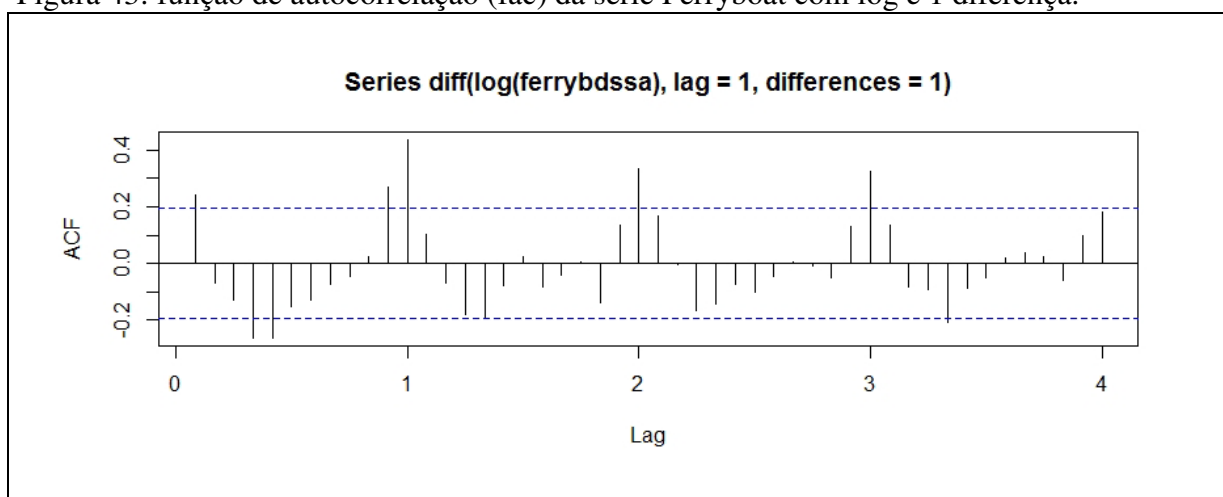
O segundo passo, como alternativa corretiva da não-estacionariedade das variâncias da parte não sazonal é aplicar um log para estabilizar a variância crescente, conforme gráfico da figura 42 da série *Ferryboat* com log sobre diferença. Na figura 43 observa-se a FAC desta última operação, com resultado de média aparentemente estacionária e variância aparentemente decrescente de forma lenta, no início senoidal e depois exponencial.

Figura 42: série Ferryboat com log e 1 diferença.



Fonte: Autor.

Figura 43: função de autocorrelação (fac) da série Ferryboat com log e 1 diferença.



Fonte: Autor.

Correção da Parte Sazonal da ST

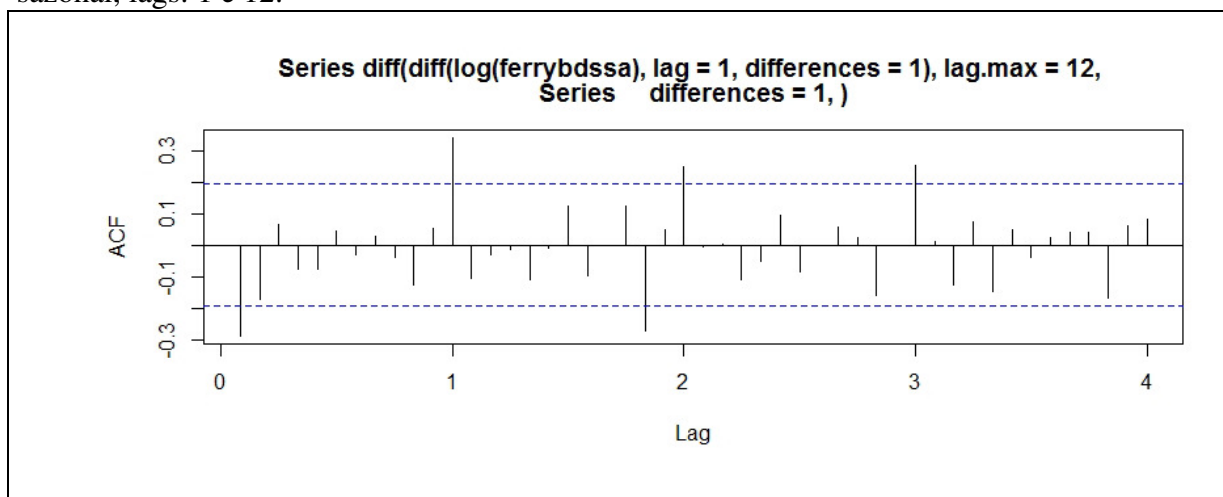
Embora a FAC da figura 43 apresente variância decrescente, a teoria subjacente identifica que o decaimento lento observado nas variâncias dos lags 1, 2, 3 nesta FAC representam a não estacionariedade na parte sazonal desta série. Assim, será objeto desta seção sanar a não - estacionariedade na parte sazonal e testar com confiabilidade estatisticamente as correções de não-estacionariedade até o momento aplicadas de forma gráfica.

Portando, a correção remanescente precisa ocorrer na parte sazonal da série, conforme figura 44 com impressão da FAC de uma diferenciação na parte sazonal nos lags 1 e 12. O resultado é que esta FAC apresenta redução brusca nestes lags sazonais (1, 2, 3, 4) e apresenta

decaimento célere destas variâncias sazonais de forma exponencial, em sintonia com a teoria Box e Jenkins (1970).

Para testar a significância estatística da medida adotada, aplica-se o teste RU, conforme figura 45 na sequência.

Figura 44: função de autocorrelação (fac) da série ferryboat com uma diferenciação na parte sazonal, lags: 1 e 12.



Fonte: Autor.

Conforme figura 46 a seguir, a estatística de teste do RU (ADF) identificou valor de “-4,47”, e portanto, valor inferior aos valores de referência tabulados por Mackinnon para todos os percentuais de significância (1%, 5%, e 10%).

Figura 45: resultado do teste adf e valor crítico após sanar a não-estacionariedade, não-sazonal e sazonal.

```

> # estatística de teste
> adf.drift2@teststat
              tau2      phi1
statistic -4.474259 10.02837
> #valores tabulados por Mackinnon (1996)
> adf.drift2@cval
      1pct  5pct 10pct
tau2 -3.51 -2.89 -2.58
phi1  6.70  4.71  3.86

```

Fonte: Autor.

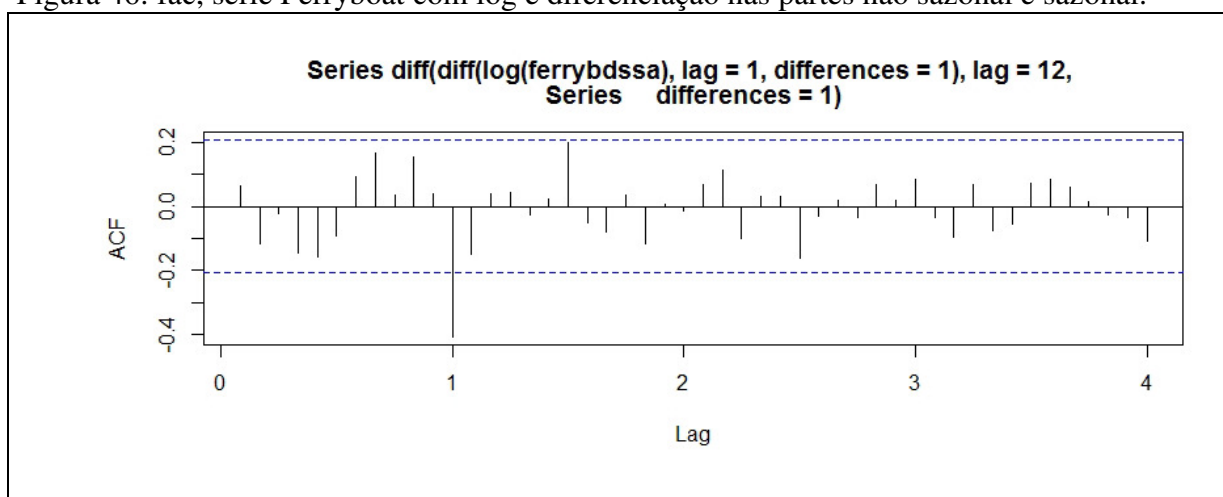
Deste modo, a série *Ferryboat* após as correções nas partes não-sazonal e sazonal rejeita a hipótese nula, é estacionária com 99% de confiança em estatística de teste ADF.

Ciclo Box e Jenkins (1970): Identificação da ST

Observando os gráficos FAC e PFAC das figuras 46 e 47 a seguir, identificam-se preliminarmente os possíveis modelos com todas as partes componentes com ao menos 1, ou com a parte AR (p e P) nula, valor 0. Considerando o decaimento exponencial severo nos gráficos FAC e PFAC.

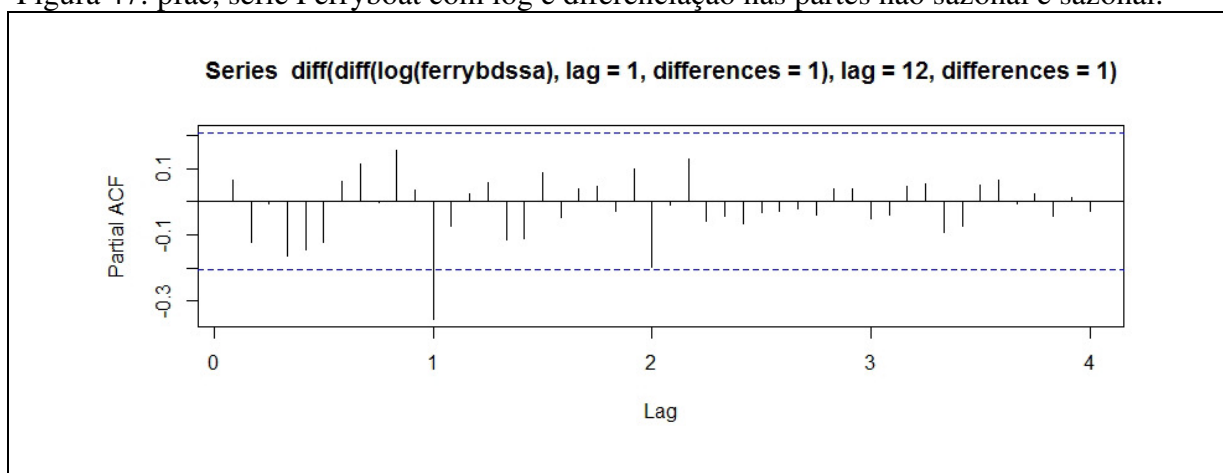
- SARIMA (1,1,1)(1,1,1) - corte brusco na FAC e na FACP nas partes sazonais e não sazonais
- SARIMA (0,1,1)(0,1,1) - corte brusco na FAC e decrescimento das partes sazonais e não sazonais

Figura 46: fac, série Ferryboat com log e diferenciação nas partes não sazonal e sazonal.



Fonte: Autor.

Figura 47: pfac, série Ferryboat com log e diferenciação nas partes não sazonal e sazonal.



Fonte: Autor.

Ciclo Box e Jenkins (1970): estimação da série.

Testando as possibilidades dos modelos identificados na seção anterior por meio da função Arima() do pacote forecast. O método de estimação dos parâmetros será o de Máxima Verossimilhança (ML – Maximum Likelihood).

Conforme figura 48, foi testado inicialmente o modelo SARIMA (1,1,1) (1,1,1)₁₂ com variável do modelo “lambda=0”, mas conforme figura 49 o teste do modelo demonstra que os parâmetros não são significativos para: AR e MA da parte não sazonal e AR da parte sazonal. Deste modo, após algumas tentativas, encontra-se um modelo aceitável conforme novo teste e com novos parâmetros avaliados, nas figuras 50 e 51 as seguir.

Figura 48: teste do modelo SARIMA (1,1,1) (1,1,1)₁₂ com variável do modelo “lambda=0”.

```
> fit.ferry <- Arima(ferrybdssa, order = c(1,1,1), seasonal = c(1,1,1),
+                   method = "ML", lambda = 0)
> summary(fit.ferry)
Series: ferrybdssa
ARIMA(1,1,1)(1,1,1)[12]
Box Cox transformation: lambda= 0

Coefficients:
      ar1      ma1      sar1      sma1
-0.011  0.0419 -0.1672 -0.5991
s.e.      NaN      NaN      0.2245  0.2190

sigma^2 = 0.03768: log likelihood = 17.91
AIC=-25.81  AICc=-25.1  BIC=-13.32

Training set error measures:
              ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set -4.127624  50.39333  34.88711 -2.408067  11.96376  0.5116717 -0.2636661
```

Fonte: Autor.

Figura 49: teste do modelo SARIMA (1,1,1) (1,1,1)₁₂

	Coef	sd	t	rej_H0
ar1	-0.01102796	NaN	NaN	NA
ma1	0.04191000	NaN	NaN	NA
sar1	-0.16722614	0.2245475	0.744725	FALSE
sma1	-0.59910469	0.2189632	2.736098	TRUE

Fonte: Autor.

Conforme figura 50, foi testado o modelo SARIMA (0,1,0) (0,1,1)₁₂ com variável do modelo “lambda=0”, e conforme figura 51 o teste do modelo demonstra que o parâmetros é significativo para o: MA da parte sazonal. Portanto o modelo SARIMA pode ser escrito com o coeficiente identificado na figura 50 a seguir. E assim atendem aos critérios de informação BIC, AIC e AICc, conforme Ferreira et. al. (2011) cita Akaike (1973) e Schwarz (1978).

- Critério de Informação de Akaike (AIC)

- Critério de Informação de Schwarz (SIC)
- Critério de Informação Bayesiano (BIC)

Figura 50: teste do modelo SARIMA (0,1,0) (0,1,1)₁₂ com variável do modelo “lambda=1”

```
> summary(fit.ferry2)
Series: ferrybdssa
ARIMA(0,1,0)(0,1,1)[12]
Box Cox transformation: lambda= 0

Coefficients:
      sma1
      -0.7289
s.e.    0.1225

sigma^2 = 0.0363:  log likelihood = 17.5
AIC=-31  AICC=-30.86  BIC=-26

Training set error measures:
              ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set -4.021272  50.18756  34.40662 -2.406691  11.79758  0.5046245 -0.2388849
> t.test(fit.ferry2)
      Coef      sd      t rej_H0
sma1 -0.7288538  0.1224859  5.950511  TRUE
```

Fonte: Autor.

Figura 51: teste do modelo SARIMA (0,1,0) (0,1,1)₁₂

```
> t.test(fit.ferry2)
      Coef      sd      t rej_H0
sma1 -0.7288538  0.1224859  5.950511  TRUE
```

Fonte: Autor.

Ciclo Box e Jenkins (1970): Diagnóstico

Definida a estrutura SARIMA (0,1,0) (0,1,1)₁₂, e estimado os parâmetros do modelo, inicia-se a fase de diagnóstico do modelo quando as características dos resíduos:

- Ausência de autocorrelação linear.
- Ausência de heterocedasticidade condicional.
- Normalidade.

Para uma visão geral, ver a figura 52 a seguir, com três gráficos. Inicialmente, para analisar os resíduos se utiliza a função `tsdiag()`, a qual disponibilizará três gráficos, a saber:

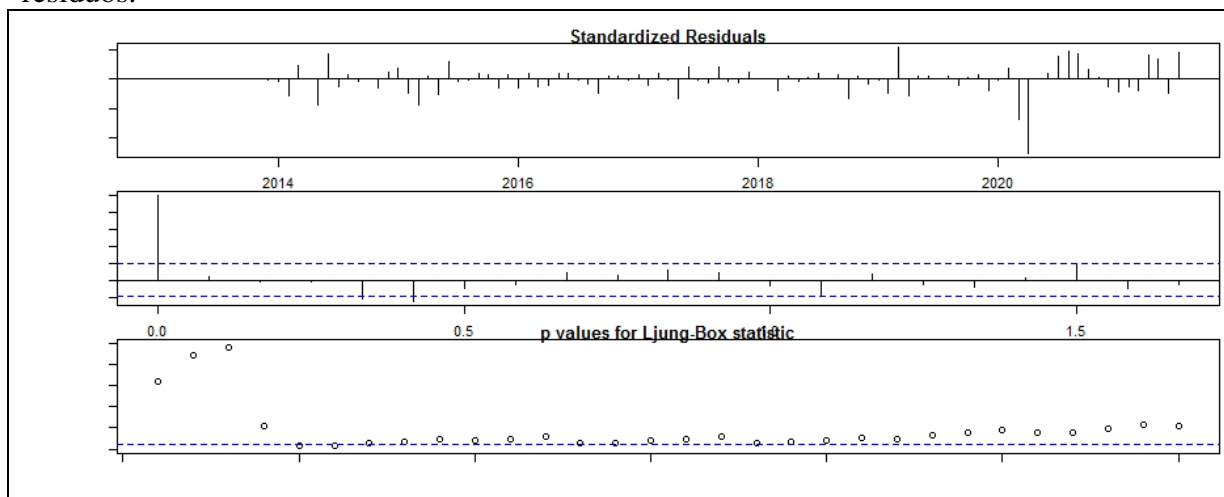
- Função de autocorrelação dos resíduos padronizados (o resíduo bruto dividido por uma estimativa do desvio padrão dos resíduos);
- Função de autocorrelação dos resíduos
- P-valor da estatística Ljung-Box.

A primeira linha de gráfico com função de autocorrelação dos resíduos padronizados é uma linha de força da diferença entre os valores observados e esperados. Observa-se uma distribuição muito simétrica em torno da média, com uma linha discrepante no início dos anos 2020, quando provavelmente iniciaram-se os efeitos da Pandemia por SARJAS COVID-19, onde provavelmente será identificado uma externalidade, mais significativa pelo método de Análise de Intervenção.

A segunda linha com a função de autocorrelação dos resíduos, este gráfico é importante para observar se existe autocorrelação linear nos resíduos. No caso em tela, ocorre uma autocorrelação com grande evidência na primeira observação em janeiro de 2013, onde provavelmente será identificado um choque exógeno mais significativo pelo método de Análise de Intervenção.

A terceira linha P-valor da estatística Ljung-Box demonstra que não há dependência linear nos resíduos. Mas a literatura sugere confirmar estatisticamente este resultado, pois o gráfico não considera que os resíduos terem sido gerados a partir de um modelo ajustado. Este gráfico também observa algumas possíveis discrepâncias por prováveis externalidades (outliers) no início da série temporal em 2013 e no período da pandemia (2020 até 2021).

Figura 52: função `tsdiag()`, a qual disponibilizará três gráficos para análise gráfica dos resíduos.



Fonte: Autor.

Testando a autocorrelação linear dos resíduos através do teste Ljung e Box (1978a), conforme figura 53 a seguir, com impressão do teste no programa R, com confiança estatística não rejeitamos a hipótese nula de não existência de autocorrelação serial até o lag 24¹⁰. Portanto, confirmamos a ausência de autocorrelação linear nos resíduos.

Figura 53: teste ljung e box (1978a) para autocorrelação linear dos resíduos

```
Box-Ljung test  
data: fit.ferry2$residuals  
X-squared = 30.908, df = 22, p-value = 0.09802
```

Fonte: Autor.

Testando a estacionariedade da variância com teste Multiplicador de Lagrange para heterocedasticidade condicional autorregressiva (ARCH LM) (Engle, 1984) disponível no pacote FinTS. Conforme figura 54 a seguir, com impressão do teste no programa R, com confiança estatística não existe presença de efeitos ARCH. Portanto a variância é estacionária.

FIGURA 54: Teste de estacionariedade da variância com teste Multiplicador de Lagrange para heterocedasticidade condicional autorregressiva (ARCH LM).

```
Box-Ljung test  
data: fit.ferry2$residuals  
X-squared = 30.908, df = 22, p-value = 0.09802
```

Fonte: Autor.