



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA NAVAL**

ELISANGELA DA SILVA DOS SANTOS DE ALENCAR

**PROGRAMAÇÃO LINEAR APLICADA NO TRANSPORTE AQUAVIÁRIO DE
PASSAGEIROS SOB RESTRIÇÕES DE DEMANDA E NÍVEL DE SERVIÇO PARA
AS TRAVESSIAS BELÉM-CAMARÁ, BELÉM-ARAPARI E BELÉM-COTIJUBA**

**BELÉM
2022**

ELISANGELA DA SILVA DOS SANTOS DE ALENCAR

**PROGRAMAÇÃO LINEAR APLICADA NO TRANSPORTE AQUAVIÁRIO DE
PASSAGEIROS SOB RESTRIÇÕES DE DEMANDA E NÍVEL DE SERVIÇO PARA
AS TRAVESSIAS BELÉM-CAMARÁ, BELÉM-ARAPARI E BELÉM-COTIJUBA**

Dissertação de Mestrado submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Naval (PPGNV) da Universidade Federal do Pará (UFPA), como requisito final para obtenção do título de Mestre em Engenharia Naval.
Área de Concentração: Transporte Aquaviário

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maisa Gama Tobias
Coorientador: Prof. Dr. Marcus Pinto da Costa da Rocha

**BELÉM
2022**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

A368p Alencar, Elisangela da Silva dos Santos de.
Programação Linear aplicada no Transporte Aquaviário de passageiros sob restrições de demanda e nível de serviço para as travessias Belém-Camará, Belém-Arapari e Belém-Cotijuba / Elisangela da Silva dos Santos de Alencar. — 2022.
66 f.

Orientador(a): Prof^a. Dra. Maisa Gama Tobias Coorientador(a):
Prof. Dr. Marcus Pinto da Costa da RochaDissertação (Mestrado)
- Universidade Federal do Pará,
Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Naval, Belém, 2022.

1. Transporte aquaviário. 2. Modelo de custos. 3. Custeio baseado em atividades. 4. Programação linear. I. Título.

CDD 380.5

ELISANGELA DA SILVA DOS SANTOS DE ALENCAR

PROGRAMAÇÃO LINEAR APLICADA NO TRANSPORTE AQUAVIÁRIO DE PASSAGEIROS SOB RESTRIÇÕES DE DEMANDA E NÍVEL DE SERVIÇO PARA AS TRAVESSIAS BELÉM-CAMARÁ, BELÉM-ARAPARI E BELÉM-COTIJUBA

Dissertação de Mestrado submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Naval (PPGNAV) da Universidade Federal do Pará (UFPA), como requisito final para obtenção do título de Mestre em Engenharia Naval.

Área de Concentração: Transporte Aquaviário

Data de aprovação: 23 de dezembro de 2022.

Resultado: _____

Banca Examinadora:

_____ - Orientadora

Prof.ª Dr.ª Maisa Gama Tobias

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Naval (PPGENAV)

Universidade Federal do Pará (UFPA)

_____ - Coorientador

Prof. Dr. Marcus Pinto da Costa da Rocha

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Naval (PPGENAV)

Universidade Federal do Pará (UFPA)

_____ - Examinador Interno

Prof. Dr. Prof. Dr. Valcir João Farias da Cunha

Programa de Pós-Graduação em Matemática e Estatística (PPGME)

Universidade Federal do Pará (UFPA)

_____ - Examinador Externo

Prof.ª Dr.ª Lucélia Marques Lima da Rocha

Secretaria de Estado de Educação do Pará (SEDUC/PA)

AGRADECIMENTOS

É com imensa gratidão que finalizo este capítulo da minha jornada acadêmica e apresento a minha dissertação de mestrado. Este é um momento de realização pessoal e profissional que não teria sido possível sem o apoio e o incentivo de várias pessoas que estiveram ao meu lado ao longo dessa caminhada.

Primeiramente, gostaria de expressar minha profunda gratidão à minha família, marido e filhos, por sua paciência, compreensão e apoio incondicional. Seu amor e encorajamento foram a força motriz que me impulsionou a superar os desafios e a perseverar até o fim deste percurso.

Aos meus amigos, cuja amizade e companheirismo enriqueceram minha vida ao longo desses anos. Agradeço por estarem sempre presentes, compartilhando momentos de alegria e aliviando as tensões com suas palavras de ânimo.

Expresso minha sincera gratidão ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Naval (PPGNAV) da Universidade Federal do Pará (UFPA). Suas contribuições estimadas em sala de aula e em pesquisas acadêmicas ampliaram meu horizonte de conhecimento e me prepararam para os desafios que enfrento agora como mestre.

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Maisa Gama Tobias, devo um profundo agradecimento por sua orientação perspicaz, seu comprometimento incansável e sua dedicação em me conduzir neste processo. Suas orientações e *insights*, mesmo de longe, foram fundamentais para moldar este trabalho da melhor maneira possível.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Marcus Pinto da Costa da Rocha, expresso minha sincera gratidão. Sua experiência e orientação foram um farol nesse caminho, guiando-me através das complexidades deste estudo e apontando aspectos úteis para o seu desenvolvimento.

Agradeço a todos os professores, colegas e funcionários do PPGNAV, cujas trocas de conhecimento e interações foram significativas para o meu crescimento acadêmico e pessoal.

Por fim, reconheço que este marco não é apenas meu, mas o resultado do esforço coletivo e do apoio generoso que recebi. Espero que este trabalho possa retribuir, de alguma forma, à comunidade acadêmica e à sociedade que me sustentaram.

Obrigada a todos que fizeram parte desta jornada!

“Assim como o barco navega em busca de horizontes, a vida nos leva por mares desconhecidos, e o porto é a estação onde se entrelaçam histórias de partida e chegada.”

Autor desconhecido.

RESUMO

Na região amazônica, historicamente, o transporte hidroviário desempenha um papel muito importante. No entanto, o transporte aquaviário de passageiros carece de modelos econômicos que auxiliem no desenho e na implementação de estratégias para sua viabilidade. Neste trabalho, foi desenvolvido um modelo de custo do transporte aquaviário de passageiros com base nas premissas do custeio de atividades, bem como baseado na programação linear, com o objetivo de otimizar os custos e maximizar os lucros, sob restrições de demanda e nível de serviço, em uma empresa de transporte aquaviário da cidade de Belém (Brasil). O modelo foi aplicado para três travessias que operam em viagens de passageiros, cargas e veículos entre Belém e a Ilha do Marajó. Diferentes simulações foram feitas para explorar as oportunidades e as condições de redução de custos operacionais. A busca foi pela melhor relação entre custo e lucro, ou seja, os parâmetros do modelo incluem custo variável, lucro e número máximo de viagens possíveis. De posse dos resultados, foram estabelecidas alternativas de redução de custos para atingir o máximo de lucro e número de viagens. O modelo mostrou-se útil por meio da análise de estratégias viáveis e efetivas de redução de custos.

Palavras-chave: Transporte aquaviário; Modelo de custos; Custeio baseado em atividades; Programação linear.

ABSTRACT

In the Amazon region, hydrological transportation has historically played a crucial role. However, passenger water transportation lacks economic models that assist in the design and implementation of strategies for its viability. In this study, a cost model for passenger water transportation was developed based on activity-based costing principles and linear programming. The aim was to optimize costs and maximize profits, considering demand and service level constraints in a water transportation company in the city of Belém, Brazil. The model was applied to three crossings that operate passenger, cargo, and vehicle trips between Belém and Ilha de Marajó. Various simulations were conducted to explore opportunities and conditions for reducing operational costs. The objective was to find the best cost-profit relationship, with the model parameters including variable costs, profits, and the maximum number of possible trips. Based on the results, alternative cost reduction strategies were established to achieve maximum profit and the highest number of trips. The model proved to be useful through the analysis of viable and effective cost reduction strategies.

Keywords: Water transportation; Cost model; Activity-based costing; Linear programming.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais definições de custo.....	30
Tabela 2 – Custos fixos e fórmulas utilizadas para cálculo.....	35
Tabela 3 – Cenário atual – Média mensal dos resultados financeiros (Valores em US).....	51
Tabela 4 – Custos das atividades por travessia em média por mês (valores em US).....	52
Tabela 5 – Cenários de otimização, lucro máximo e número de viagens	53
Tabela 6 – Cenário de lucro de 10% (valores em US\$)	53
Tabela 7 – Redução do custo por atividade das travessias Camará, Arapari e Cotijuba (em %)	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Vantagens e desvantagens dos modais de transporte no Brasil.....	21
Quadro 2 – Estrutura de Custos de um Serviço de Transporte Hidroviário de Passageiros: atividades e recursos.	47
Quadro 3 – Custos das atividades por travessia em média por mês (valores em US).....	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Método ABC	39
Figura 2 – Fluxograma da Metodologia do Trabalho.....	46
Figura 3 – Mapa da região metropolitana de Belém profissional.....	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	O transporte aquaviário de passageiros: Brasil e Pará.....	17
2.1.1	Histórico, definições e classificação dos diferentes modais de transporte de passageiros no Brasil.....	17
2.1.2	Características e importância do transporte aquaviário	23
2.1.3	O setor de transporte aquaviário no Brasil: entre o legal e o real	25
2.1.4	Regulamentação e desafios do transporte aquaviário de passageiros no Pará.....	27
2.2	Estrutura de custos no transporte coletivo.....	29
2.2.1	Custos Operacionais Fixos	30
2.2.2	Custos Operacionais Variáveis	33
2.2.3	Modelo Tarifário do Transporte Aquaviário	34
2.3.1.1	<i>Custos operacionais fixos.....</i>	<i>35</i>
2.3.1.2	<i>Custos Operacionais Variáveis</i>	<i>36</i>
2.3.1.3	<i>Determinação da Tarifa</i>	<i>37</i>
2.3	Método ABC.....	38
2.3.1	Elementos-chave do modelo de custeio baseado em atividades.....	40
2.3.2	Programação linear (PL).....	41
3	METODOLOGIA.....	46
3.1	Procedimentos metodológicos.....	46
3.2	Estudo de caso	48
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	51
4.1	Modelo de custo.....	51
4.2	Modelo de otimização	52
5	CONCLUSÃO	56
	REFERÊNCIAS.....	58

1 INTRODUÇÃO

Os serviços de transporte aquaviário vêm utilizando, notadamente, mares, rios, lagos e canais para o transporte de pessoas e mercadorias onde as condições naturais são favoráveis ou onde não há outras alternativas viáveis ou que representem melhor solução econômica (SILVA, 2008). O uso da água para o deslocamento foi o primeiro tipo de transporte a empregar uma fonte de energia que não seja humana ou animal; ou seja, vento (AIRES *et al.*, 2020; CUTLER; MORRIS, 2019). Mais recentemente, o desenvolvimento da máquina a vapor revolucionou o transporte aquaviário, pois a fonte de energia tornou-se mais constante e eficiente. Em algumas regiões, os sistemas de transporte aquaviário ainda são fundamentais, mas enfrentam muitos desafios para ser viável e sustentável economicamente sob várias perspectivas (BARBOSA; NETO SANTOS; KUWAHARA, 2015).

Em geral, um sistema de transporte aquaviário é composto por um canal navegável, equipamentos de navegação e um plano operacional. A depender da demanda e das restrições de planejamento e controle a que o serviço está sujeito, há um arranjo operacional definido, seja para passageiros, seja para cargas, e há um preço específico. Entre suas principais características e vantagens, um sistema de transporte aquaviário é visto como uma alternativa de menor custo e menos poluente que outros sistemas de transporte. Além disso, a água tornou-se um vetor de penetração e ocupação de regiões, passou a definir fluxos por locais de assentamento e, por consequência, influenciou o abastecimento e a distribuição de cargas e passageiros (SILVA, 2008).

Em todo o mundo, os casos de transporte aquaviário são pesquisados sob várias perspectivas. Na Ásia, vários estudos mostram a importância social e econômica do transporte hidroviário para o desenvolvimento regional, assim como destacam as dificuldades operacionais e de nível de serviço. Tais estudos, tipicamente, focam na análise descritiva de séries históricas de dados (LI; NOTTEBOOM; JACOBS, 2012; TUAN, 2011). Na Europa, embora as pesquisas abordem a integração modal e a intermodalidade do transporte de passageiros entre áreas metropolitanas, os estudos são mais abrangentes no caso do transporte aquaviário de cargas. Os métodos analíticos estão entre os mais utilizados, assim como as técnicas de análise e de simulação de dados, as quais complementam métodos econométricos e abordagens de avaliação econômica (KAUP; ŁOZOWICKA, 2018; SEIDENFUS, 1994). Na América do Norte, diversas pesquisas estudam o transporte aquaviário com foco na integração modal e na análise logística. Alguns estudos utilizam técnicas de pesquisa operacional e análise

descritiva de dados, além de modelos econométricos e abordagens de avaliação de investimentos (IPEA, 2014; TOBIAS; MORAES; FIGUEIREDO, 2019).

O Brasil pode ser visto como um bom estudo de caso. De fato, todas as perspectivas acima elencadas podem e devem ser consideradas para uma compreensão plena desse fenômeno. Existem empresas de transporte aquaviário de passageiros que operam no regime de concessões públicas tendo, no âmbito interestadual e internacional, atividades e preços de venda regulamentados pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAq) e, no âmbito estadual, pelas Agências Reguladoras de Serviços (ALMEIDA, 2007). No entanto, essas empresas podem ter diminuta influência nas tarifas e na demanda (número de passageiros) que compõem seu faturamento, devido à regulamentação. Além disso, por exigência da Marinha do Brasil, também elas possuem restrições de escala de tripulação, que afetam os resultados desejados e a sustentabilidade do negócio.

Particularmente, na região amazônica, as empresas de transporte aquaviário de passageiros, que exercem suas atividades por meio de concessões públicas, apresentam algumas dificuldades econômicas. Este fato pode ser verificado a partir da concorrência existente entre a atividade de transporte aquaviário de passageiros e outros modais, como o transporte aéreo para distâncias maiores – que vem praticando preços cada vez mais próximos das tarifas praticadas nesses sistemas de transporte aquaviário. Em outros casos, o transporte aquaviário precisa competir também com as ligações rodoviárias e o uso de veículos particulares, principalmente em trajetos curtos (CASTRO, 2003; SILVA, 2008).

Por outro lado, os benefícios dos sistemas de transporte hidroviário podem ser observados em nível local em três dimensões – física, biológica e humana. Esses impactos, que têm efeitos de curto, médio ou longo prazo, podem começar logo após a entrada em operação do novo sistema de transporte. Ou seja, pode contribuir para aliviar o congestionamento do tráfego pesado do sistema de transporte rodoviário e intensificar as atividades socioeconômicas que dependem do transporte hidroviário urbano. Outros benefícios incluem a abertura de novos mercados, maior mobilidade devido ao melhor acesso aos serviços de transporte e às mudanças nos padrões de uso e ocupação do solo nas áreas de planejamento (BARBOSA; NETO SANTOS; KUWAHARA, 2015).

No entanto, o transporte aquaviário de passageiros carece de modelos econômicos que auxiliem no desenho e na implementação de estratégias de sustentabilidade, tanto do ponto de vista financeiro quanto econômico, ou seja, considerando tanto os investidores quanto a sociedade. Todas as atividades econômicas, sociais e ambientais devem ser levadas em conta, mas essa sustentabilidade deve começar a ser financeira, pois sem empresas viáveis não há

serviço em condições de livre mercado, concessões públicas ou indústrias estatais. O transporte aquaviário de passageiros é caracterizado por restrições impostas pelo mercado e pela lei, ou seja, por um lado, há a competição intermodal e a demanda do mercado em termos de nível de serviço; de outro, há a existência de um ambiente regulatório de concessão pública e restrições institucionais.

Neste contexto, uma gestão adequada dos custos é de grande importância. Contudo, tradicionalmente, os modelos de custos e as práticas de gestão de custos têm sido focados apenas na redução dos custos operacionais, a fim de manter preços baixos e ganhar competitividade no mercado. Assim, a gestão estratégica de custos surge como um dos instrumentos que podem ser utilizados para obter, analisar e otimizar os custos da empresa de acordo com a estratégia, a utilização otimizada dos recursos e a eficiência de suas atividades (SHANK, 1989). Os sistemas de custeio tradicionais também não traduzem adequadamente o processo de criação de valor que relaciona recursos consumidos, atividades desenvolvidas e produtos ou serviços produzidos para diferentes categorias de clientes. Essa realidade motivou o surgimento de novos modelos de custo, como o Método ABC (COOPER; KAPLAN, 1991).

Nesse contexto, este estudo objetivou desenvolver um modelo de Programação Linear do Transporte Aquaviário de Passageiros sob Restrições de Demanda e Nível de Serviço para as travessias Belém-Camará, Belém-Arapari e Belém-Cotijuba. O modelo foi desenvolvido com base nos princípios ABC, a saber; alocação de recursos para as atividades e, posteriormente, para os serviços prestados usando direcionadores de custos adequados. Em uma indústria onde os direcionadores de receitas (tanto número de passageiros quanto preço) são condicionados por leis, normas e regulamentos controlados por diversos órgãos, uma boa gestão de custos desempenha um papel muito importante na sustentabilidade do negócio (REIS, 2019; TOBIAS; AFONSO, 2020).

Diante das restrições de demanda e níveis de serviço, a otimização de custos é indispensável para a sustentabilidade do serviço. Tal otimização pode ser apoiada em modelos de simulação, técnicas de otimização de custos, análises de sensibilidade e busca de custos mínimos. Diferentes abordagens podem ser realizadas, tanto determinísticas quanto estocásticas. Neste trabalho exploratório, seguiu-se uma abordagem determinística, considerando uma estabilidade no sistema, altamente regulado em termos de tarifas e capacidade de passageiros por viagem. O objetivo do sistema é maximizar o lucro e a sustentabilidade do serviço prestado.

1.1 Justificativa

Diante das restrições de demanda e níveis de serviço, a otimização de custos é indispensável para a sustentabilidade do serviço. Tal otimização pode ser apoiada em modelos de simulação, técnicas de otimização de custos, análises de sensibilidade e busca de custos mínimos. Diferentes abordagens podem ser realizadas, tanto determinísticas quanto estocásticas. Neste trabalho exploratório, seguiu-se uma abordagem determinística, considerando uma estabilidade no sistema, altamente regulado em termos de tarifas e capacidade de passageiros por viagem. O objetivo do sistema é maximizar o lucro e a sustentabilidade do serviço prestado.

1.2 Hipótese

A gestão estratégica de custos surge como um dos instrumentos que podem ser utilizados para obter, analisar e otimizar os custos da empresa de acordo com a sua estratégia, a utilização otimizada dos recursos e a eficiência das atividades.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Desenvolver um modelo de Programação Linear do Transporte Aquaviário de Passageiros sob Restrições de Demanda e Nível de Serviço para as travessias Belém-Camará, Belém-Arapari e Belém-Cotijuba.

1.3.2 Objetivos específicos

- Levantar dados de custos primários e secundários.
- Criar um banco de dados.
- Elaborar um código de PL para o modelo de custo em estudo.

1.4 Estrutura do trabalho

Quanto à estruturação do trabalho, este está dividido em cinco capítulos. Neste primeiro capítulo são apresentados os aspectos introdutórios, destacando-se o problema, a justificativa, os objetivos gerais e específicos, bem como o procedimento metodológico. No segundo capítulo será efetuado a fundamentação teórica sobre o tema abordado. No terceiro capítulo, apresenta-se a metodologia e o objeto do estudo de caso. No quarto capítulo, são apresentados os resultados e discussões da investigação. No quinto capítulo apresentaremos a conclusão, os objetivos alcançados e as sugestões para novas pesquisas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O transporte aquaviário de passageiros: Brasil e Pará

O presente capítulo reúne o ferramental teórico preliminar que serviu de base para as premissas e proposições dessa dissertação, com enfoque no tema e no que se pretende investigar especificamente.

2.1.1 Histórico, definições e classificação dos diferentes modais de transporte de passageiros no Brasil

O verbete transporte deriva do latim, “*transportare*”, “*trans*” (de um lado para outro) e “*portare*” (carregar), que se refere ao deslocamento ou ao movimento de coisas e de pessoas para um local que não o seu de origem (VASCONCELLOS, 2006). Nesse sentido, no que diz respeito à história e à evolução do transporte em mares, rios, canais, furos e lagos, com frequência, os teóricos que se ocupam do tema destacam a navegação fluvial dos egípcios. Eles transportavam um volume expressivo de cargas e de pessoas através do rio Nilo, realizando não apenas trocas econômicas entre diferentes povos, mas também intercâmbios culturais que promoviam o desenvolvimento do comércio, da indústria e das relações diplomáticas (PASSOS, 2018). Desse modo, a navegação possibilitou os egípcios, assim como os gregos e os fenícios, tornarem-se potências marítimas do mundo, inclusive no que diz respeito às guerras.

Em outro momento da história tiveram grande destaque as grandes navegações de exploração dos oceanos, ocorridas a partir do século XV. Portugal foi o país que se lançou pioneiramente nessa empreitada. A conquista de Ceuta, em 1415, é considerada o início das navegações portuguesas. No caso espanhol, o grande feito foi a expedição que chegou à América, em 1492. Nesse sentido, Portugal é considerado o país pioneiro na exploração do oceano atlântico, por uma série de fatores que envolvem economia, política, geografia e até mesmo a própria sociedade portuguesa. Isso possibilitou que Portugal explorasse o Atlântico, descobrindo novas rotas e estabelecendo novas relações comerciais (SCOTTINI, 2012).

A navegação atlântica teve um impulso decisivo durante o século XV, quando os turcos e mongóis interromperam o caminho terrestre até as Índias (Ásia). Os portugueses procuraram chegar até elas margeando o Atlântico, e, em 1487, Bartolomeu Dias alcançou o cabo da Boa Esperança, no sul da África. Cinco anos depois, Cristóvão Colombo atravessou o Atlântico e chegou à América Central. É nesta época que foram feitos os grandes “descobrimientos” nas

Américas e iniciaram-se a as grandes colonizações. Nesse contexto, o marco do transporte marítimo no Brasil se deu com o advento do seu próprio “descobrimento”, quando as terras de Ilha de Vera Cruz foram avistadas por Pedro Álvares Cabral, em 1500 (VIEIRA, 2020).

No entanto, convém pontuar que os nativos já faziam uso de canoas e de jangadas para se deslocar pelos rios e igarapés da região. Assim, a navegação fluvial foi utilizada, a partir de orientações dos indígenas, para que o homem branco pudesse acessar novas terras e explorar as riquezas naturais, para os missionários encontrarem outros povos, assim como, para que os militares pudessem defender a região diante do risco de invasão por outros povos, como espanhóis, holandeses e ingleses, como fez Pedro Teixeira ao sair de Belém, em 1637, e chegar à cidade de Quito (Equador), por meio dos rios Amazonas e Solimões. Tais ações possibilitadas pela navegação dos rios permitiram uma ampliação significativa do domínio português no território brasileiro (SILVA, 2008).

Posteriormente, mais precisamente em 1808, com a chegada da família real portuguesa no Brasil e com a abertura dos portos, houve uma expressiva expansão do transporte aquaviário. O navio a vapor, pois, foi um impulso à navegação no início do século XIX, tendo reflexo imediato, isto é, a implantação da primeira linha a vapor ligando a cidade do Rio de Janeiro a Niterói. Em 1826, houve ainda a concessão da primeira linha de cabotagem (fluviomarítima) entre o Rio de Janeiro e Belém, com paradas na Bahia, em Pernambuco, no Ceará e no Maranhão. Entre os anos de 1850 e 1860, foram dadas várias concessões de navegação, como as ligações de Montevidéu a Cuiabá, pelos rios Uruguai e Paraguai, e do Rio de Janeiro a Montevidéu, com embarcações de casco de aço. Ademais, é importante destacar que o ciclo econômico da borracha intensificou a navegação amazônica, sendo também nessa época implantadas as ferrovias brasileiras, interligando diferentes modais de transporte, sendo ora era realizado por ferrovias, ora por hidrovias (SCOTTINI, 2012).

No Brasil, outro marco da historiografia dos transportes se deu no início do século XX, com o desenvolvimento do transporte rodoviário (ROCHA, 2015). Apoiado pelas indústrias de veículos e de petróleo, e bem recebido pela população que via um novo modo a expansão para a modernidade, para esse modal não faltaram investimentos, deixando em segundo plano o ferroviário e o hidroviário. Mas é a partir de 1930 que o transporte hidroviário desponta, sobretudo com os processos de modernização e de industrialização do país. Mesmo com a ampla malha de hidrovias da longa costa marítima e também com a experiência de vários séculos de operação aquaviária, o rodoviarismo anulou o transporte hidroviário e ferroviário (SILVA, 2008).

A partir deste breve histórico, compreende-se que os transportes e as evoluções desencadeadas por avanços tecnológicos possuem uma importância histórica em diferentes sociedades. Para além de facilidades e de rapidez, os transportes possibilitaram deslocamentos diários que envolvem o acesso ao trabalho, à saúde, à educação, ao lazer etc., os quais permitiram historicamente uma circulação econômica desmedida, em face disso, “[...] a qualidade dos meios de transportes é essencial para o desenvolvimento econômico e, principalmente, para o desenvolvimento social local” (MEGUIIS, 2018, p. 55). Logo, tornou-se primordial o investimento em infraestrutura com vistas à melhoria dos veículos e dos terminais. Desse modo, cumpre salientar que, além da industrialização, a globalização desencadeou avanços como “[...] a intermodalidade, a integração dos meios de transportes e os avanços na infraestrutura dos barcos e dos próprios portos, viabilizando as distâncias existentes [...]” (MEGUIIS, 2018, p. 56).

Realizada esta breve contextualização histórica, faz-se necessário esclarecer conceitos e classificações basilares acerca dos transportes. De acordo com Chopra e Meindl (2016), o transporte refere-se à movimentação de produto de um local para outro. Alguns produtos não são produzidos nem consumidos no mesmo local, portanto o transporte é um fator muito importante na cadeia de suprimentos. Por outro lado, Vasconcellos (2006, p. 11) define o transporte como sendo uma atividade indispensável à sociedade, pois “[...] produz uma grande variedade de benefícios, possibilitando a circulação das pessoas e das mercadorias utilizadas por elas e, por consequência, a realização das atividades sociais e econômicas desejadas”. É também bastante usual o entendimento de que transporte consiste em uma atividade meio que viabiliza, de forma racional e econômica, os deslocamentos para a satisfação de necessidades pessoais ou coletivas.

Para Magalhães, Aragão e Yamashita (2014, p. 1), “[...] utiliza-se o termo transporte para designar o deslocamento para o trabalho, escola, para atividades de lazer, compras, o deslocamento de encomendas e cargas diversas e outra gama de fenômenos semelhantes e de evidente importância na vida”. No entender dos autores mencionados, o campo de estudos do transporte ainda é bastante recente, principalmente no Brasil, por isso confusões conceituais decorrentes da pouca precisão de termos e de impressões do senso comum se fazem presentes e precisam ser superadas.

Diante disso, ainda considerando a importância da diferenciação de termos técnicos que compõem os estudos de transportes, Cooper *et al.* (2002) elencam a existência dos elementos a seguir: via – consiste no meio físico, podendo ser de natureza artificial (ferrovias e rodovias) ou natural (ar e água), utilizado por um determinado meio de transporte para a realização

da viagem; unidade de transporte ou modal – o veículo propriamente dito (carro, barco, avião, etc.); a força motriz: é o componente utilizado para gerar movimento ao veículo, podendo ser gerada naturalmente, por intermédio da força gerada pelo ser humano, pelos ventos etc., ou artificialmente, com os motores de barcos, carros a vapor, entre outros; terminal: que é o espaço onde se encontra o veículo que será utilizado na viagem, sendo também uma conexão entre as diferentes vias e unidades de transportes ou modais (AIRES, 2020).

Na literatura atual que se ocupa dos estudos sobre transporte muito se fala sobre a visão sistêmica, ou seja, aquela que entende os transportes como um sistema complexo que envolve planejamento e organização. Nessa direção, Magalhães, Aragão e Yamashita (2014, p. 1) assinalam que, ao longo da história, várias definições foram propostas por diferentes pesquisadores referentes a uma possível composição do sistema de transporte. Assim, os autores em tela mencionam uma série de estudos que, em geral, concentram três definições, quais sejam: “[...] (i) a primeira, entende sistema como ‘um conjunto de elementos inter-relacionados’; (ii) a segunda, define sistema como uma ‘caixa-preta’ com inputs (entradas) e outputs (saídas); e, (iii) a terceira que afirma que sistemas são relações binárias” (MAGALHÃES; ARAGÃO; YAMASHITA, 2014, p. 2). Tais abordagens no entender dos autores são inadequadas¹ e seguem sendo utilizadas.

No mais, é importante considerar que no âmbito dos transportes, a depender do meio ou via de locomoção, estes podem ser classificados em seis modais, a saber: marítimo, ferroviário, dutoviário, rodoviários, hidroviários e aeroviários. Cada um destes modais apresenta características, bem como vantagens e desvantagens que vão configurá-los como mais ou menos adequados para o transporte de pessoas ou de mercadorias. Com o objetivo de melhor conceituá-los e classifica-los, o Quadro 1 abaixo foi organizado considerando também as vantagens e as desvantagens que são consideradas como critérios de comparação e de escolha. Segundo Gonçalves (2013), normalmente, a eleição de qual modal utilizar para no transporte de cargas tem como parâmetros: (1) utilidade temporal, que é oriunda do intervalo de tempo que o produto leva do momento de despacho até sua chegada ao local de destino, e (2) utilidade espacial que está relacionada ao fluxo de grandes volumes com menor custo possível.

¹ “Retomando as definições de sistemas apresentadas inicialmente, à luz da concepção de Bunge, fica mais fácil entender por quais razões ele as julga inadequadas. A primeira, que define sistema como um conjunto de elemento inter-relacionados, se limita apenas a sistemas conceituais, uma vez que conjunto é uma noção abstrata e imaterial. A segunda definição é interessante desde que a estrutura interna do sistema não seja relevante (BUNGE, 1979, p.16). Na terceira aceção, sistema é apenas um objeto conceitual (relações binárias)” (MAGALHÃES; ARAGÃO; YAMASHITA, 2014, p. 2).

Quadro 1 – Vantagens e desvantagens dos modais de transporte no Brasil

MODAL	MEIO	VANTAGENS	DESVANTAGENS
HIDROVIÁRIO	Rios, Lagos e Lagoas	Grande capacidade de carga; Baixo custo de transporte; Baixo custo de manutenção.	Baixa flexibilidade; Transporte lento; Influenciado pelas condições climáticas.
MARÍTIMO	Mar aberto	Grande capacidade de carga; Cargas volumosas; Baixo custo para grandes distâncias.	Transporte lento; Necessidade de portos/alfândegas
RODOVIÁRIO	Vias de rodagem, pavimentadas ou não	Maior flexibilidade com grande extensão da malha; Transporte com velocidade moderada; Permite entrega porta a porta; Integra todos os estados brasileiros.	Os custos se tornam altos para grandes distâncias; Baixa capacidade de carga com limitação de volume e peso; Alto custo de manutenção; Muito poluente com forte impacto ambiental.
FERROVIÁRIO	Linhas Férreas	Grande capacidade de carga; Adequado para grandes distâncias; Baixo custo de transporte e manutenção; É seguro e pouco poluente;	Alto custo de implantação; Transporte lento devido às suas operações de carga e descarga; Baixa flexibilidade com pequena extensão
DUTOVIÁRIO	Oleodutos, minerodutos e gasodutos.	Confiabilidade; Não há variação no tempo de entrega	Rol limitado de serviços e capacidades
AÉREO	Ar	Confiabilidade Transporte de alta velocidade	Capacidade de carga restrita Alto custo de frete

Fonte: Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil (2015).

Conforme Santos (2012), o modal hidroviário é o modal utilizado por meio aquático, natural ou artificial (canais) para movimentar cargas e passageiros. É um dos meios de transporte mais antigos que existem, e esta dividido em duas modalidades, são elas: (1) marítima, onde sua navegação são na parte costeiras e oceânicas. Essa navegação é comumente utilizada por navios de grande porte que transportam containers, graneis, produtos químicos, petróleo e bens de alto valor, tendo limitação de portos ao calado dos navios (o calado de um navio é a parte que fica abaixo da linha d'água). É caracterizada como navegação de longo curso, pois é realizada entre portos brasileiros e estrangeiros; (2) fluvial é a navegação doméstica que se dá em rios e canais de navegação, podemos dividir a navegação fluvial em: navegação de cabotagem, que se caracteriza pela navegação entre portos ou pontos dentro do território brasileiro (podendo ser até 12 milhas da costa) e navegação Interior que é realizada em hidrovias interiores, em percurso nacional ou internacional (SANTOS, 2012).

O modal hidroviário, tem suas vantagens e desvantagens, entre as principais vantagens estão: grande capacidade de carga, baixo custo de transporte, baixo custo de manutenção, transporte de cargas volumosas, baixo custo para grandes distâncias. As principais

desvantagens são: baixa flexibilidade, transporte lento, é um transporte influenciado pelas condições climáticas e necessita de portos/alfândegas (RIBEIRO; FERREIRA, 2002).

O modal rodoviário, o mais utilizado no Brasil, é caracterizado por veículos de pequeno, médio e grande porte que se utilizam da malha rodoviária. Bertaglia (2003, p. 283) descreve que esse transporte “[...] é o mais independente dos transportes, uma vez que possibilita movimentar uma grande variedade de materiais para qualquer destino devido à sua flexibilidade, sendo utilizado com eficiência para pequenas encomendas”. Tal modal é muito utilizado para transporte de cargas, estima-se que 60% das cargas, no Brasil, são transportadas por estradas (ROCHA, 2015).

Dentre as principais vantagens do modal rodoviário, destaca-se: maior flexibilidade com grande extensão da malha, transporte com velocidade moderada, permite entregar porta a porta, integra todos os estados brasileiros. Por outro lado, as principais desvantagens são: os custos altos para grandes distâncias, baixa capacidade de carga com limitação de volume e de peso, alto custo de manutenção, muita poluição com forte impacto ambiental (CUNHA, 2015).

O modal ferroviário destaca-se por transportar cargas a longa distância, mesmo com baixa velocidade, podemos citar como exemplo de produtos transportados por esse modal os produtos minérios e agrícolas, o carvão vegetal e de os origem siderúrgica. Existem duas formas de serviço ferroviário: o regular, que presta serviço para qualquer usuário, e é regulamentado pelo governo. O privado pertence ao particular que o utiliza em exclusividade (SOUZA; UCHÔA, 2019).

As vantagens que este modal apresenta são: possui grande capacidade de carga, é adequado para grandes distâncias; possui baixo custo de transporte e manutenção; é seguro e pouco poluente, sua infraestrutura possui vida útil longa. Contudo, as desvantagens são: alto custo de implantação, transporte lento devido às suas operações de carga e descarga, baixa flexibilidade com pequena extensão. No Brasil, cerca de 14,2% das cargas são transportadas pelo modal ferroviário, demonstrando que esse modal é pouco representativo (SANTOS, 2012).

O modal dutoviário, segundo Ballou (1993), embora pouco conhecido, é altamente eficiente para mover produtos líquidos ou gasosos por grandes distâncias através do emprego de duto. Nesse modal podemos destacar os principais produtos transportados: petróleo, gás natural, produtos químicos manufaturados (gasolina, querosene etc.), materiais secos e pulverizados a granel, além de esgoto e água. É o segundo modal que apresenta o custo mais baixo, ficando atrás do hidrovieário, este modal apresenta as seguintes vantagens: confiabilidade e não há variação no tempo de entrega. Entre as desvantagens estão: rol limitado de serviços e capacidades.

O modal aeroviário é um transporte rápido e confiável, adequado para percorrer grandes distâncias. Este modal é oferecido pelos seguintes tipos: linhas-tronco domésticas regulares, linhas cargueiras (somente cargas), locais (passageiros e cargas), regionais (aviões menores), taxi aéreo (carga e passageiro) e internacionais (RIBEIRO; FERREIRA, 2002). Covas e Mota (2010, p. 18) nos ensina que, apesar da velocidade desenvolvida pelas aeronaves, existem demoras decorrentes dos procedimentos de pouso e decolagem, bem como as ações de manuseio e movimentações terrestres que envolvem o embarque da carga. As principais vantagens deste modal são: confiabilidade, transporte de alta velocidade, localização dos aeroportos mais próximos aos centros de produção, facilitando o acesso de mercadorias. Acerca das desvantagens pode-se destacar: capacidade de carga restrita e alto custo de frete (SANTOS, 2012).

Destarte, a desmistificação e o esclarecimento de processos históricos, de conceitos e de classificações concernentes ao campo de estudos sobre transportes revela a importância estratégica que a operacionalização deste setor tem na economia e no desenvolvimento de um país, tendo em vista que as revoluções industriais e informacionais na história foram possibilitadas pelo pleno funcionamento dos transportes.

2.1.2 Características e importância do transporte aquaviário

A água é um dos maiores recursos naturais de fundamental importância para a vida, desde os primórdios da existência humana, sendo essencial para a sobrevivência do homem, também é responsável por diversas atividades econômicas, tais como geração de energia e transporte. Quando há um fluxo de água em determinado trecho, chamamos de hidrovia. Segundo Santos (2012), para grandes distâncias a hidrovia é a mais competitiva para o transporte elevado de cargas, principalmente em relação a grãos e combustíveis, ocasionando uma redução nos custos do transporte, pois mobiliza maior carregamento de uma só vez.

Conforme o Ministério dos Transportes (2010), a utilização da navegação fluvial no Brasil possui um imenso potencial, com 63 mil km de rios e lagos, em todo o território nacional, desse total mais de 40 mil km tem grande potencial navegável. A Amazônia apresenta a maior extensão da malha navegável do Brasil (18300km), mesmo assim o seu potencial é pouco explorado em torno de apenas 723,5 km. Segundo Alfredini e Arasaki (2009) o transporte hidroviário é o de menor gasto energético e de menor imposição em relação a custos ambientais, ou seja, de menores quantidades de energia necessárias para a recomposição do meio ambiente na obtenção de menor afastamento do equilíbrio pré-existente.

Segundo Rodrigues (2005, p. 76.),

Em países de grande dimensão territorial a utilização das hidrovias é fator fundamental para o processo de interiorização e posterior fixação da população, alargando as fronteiras agrícolas e minerais e descreve como vantagem do modal hidroviário, elevada capacidade de transporte, como o uso de rebocadores e empurradores; fretes mais baratos que nos modais rodoviário e ferroviário. Custos bem mais baixos, disponibilidade ilimitada, faculto o uso da multimodalidade e descreve como desvantagens baixa velocidade.

Segundo Novaes (2004, p. 62) o transporte aquaviário é aquele que:

Envolve todos os tipos de transportes efetuados sobre a água. Inclui o transporte fluvial e lacustre (aquaviário interior) e o transporte marítimo. Esse último ainda se divide em transporte marítimo de longo curso, que envolve as linhas de navegação ligando o Brasil a outros países mais distantes e a navegação de cabotagem, que cobre a nossa costa. A navegação de cabotagem, por sua vez, é dividida em pequena cabotagem, cobrindo apenas os portos nacionais e a grande cabotagem, que corresponde às ligações marítimas com países próximos, como, por exemplo, Uruguai e Argentina. Novaes.

Na Amazônia, o transporte hidroviário é responsável pela sobrevivência do complexo da bacia Amazônica, pois quase a totalidade do abastecimento básico é feita através de suas vias. Assim, o processo de desenvolvimento econômico e social da região requer bom desempenho da prestação de serviços de transporte fluvial (DUARTE, 2009).

O termo hidrovias é utilizado para designar as vias interiores navegáveis ou potencialmente utilizáveis pelo transporte. O transporte aquaviário tem importante papel no comércio internacional de mercadorias. No Brasil, o modal respondeu por 98,7% das exportações e 91,3% das importações totais do país em 2017 (em toneladas). Do mesmo modo, é relevante para a integração regional, com destaque para a sua utilização na Região Norte do país, onde os rios viabilizam os deslocamentos e o abastecimento de grande parte da população (Atlas CNT do Transporte. 2ª Edição. Junho de 2019).

Ao Considerarmos a origem e o destino do transporte, haverá a subdivisão em tipos de navegação: Navegação de longo curso caracteriza-se por ser realizada entre portos brasileiros e estrangeiros; Navegação de cabotagem caracteriza-se por ser realizada entre portos ou pontos do território brasileiro, utilizando-se das vias marítimas e as vias navegáveis interiores; Navegação interior caracteriza-se por ser realizada em hidrovias interiores, em percurso nacional ou internacional; Navegação de apoio marítimo é aquela realizada para o apoio logístico a embarcações e instalações em águas territoriais nacionais; E a navegação de apoio portuário caracteriza-se por ser realizada exclusivamente nos portos e terminais aquaviários, para atendimento a embarcações e instalações portuárias.

Vale ressaltar que, além da participação no transporte de carga, a navegação interior possui um importante papel no transporte de passageiros, em especial na Região Norte do país: em 2017, estima-se que 9,8 milhões de passageiros tenham sido transportados pelas linhas estaduais e interestaduais nas vias interiores dessa região (CNT, 2019).

2.1.3 O setor de transporte aquaviário no Brasil: entre o legal e o real

O governo brasileiro, num período anterior a década de 1950, instaurou as primeiras medidas para regular o setor do transporte marítimo. Com o Decreto – Lei nº 1.951/39 no governo Getúlio Vargas, a União responsabilizou-se pela exploração das concessões, autorizações ou licenças as quais interferiam na exploração do modal marítimo. (CASTRO JÚNIOR, 2011). Segundo Castro Junior (2011), esse Decreto abordava sobre a criação de um órgão que visava regulamentar o setor, neste caso a Comissão da Marinha Mercante (CMM).

Em 07 de março de 1941, com o Decreto – Lei nº 3.100, efetivou-se a criação da CMM, sediada no Distrito Federal. No governo de Juscelino Kubitschek, criou-se o Fundo de Desenvolvimento da Marinha Mercante (FDMM), efetivado pela Lei nº 3.381/58. O recurso visava investimentos destinados à construção naval brasileira. (CASTRO JÚNIOR, 2012). Criou-se a CMM, segundo Goularti Filho (2010), a qual se considerava uma autarquia com autonomia administrativa e financeira e que competia definir as políticas de orientação, organização e financiamento para navegação brasileira, unificando os objetivos da marinha mercante com a construção naval brasileira.

O Decreto 64.125 de 19 de fevereiro de 1969 alterou o nome de Comissão de Marinha Mercante, para Superintendência Nacional da Marinha Mercante (SUNAMAM). A SUNAMAM garantiu entre os anos de 1970 e 1980 praticamente toda a importação de graneis às companhias brasileiras (GOULARTI FILHO, 2010). Entre os anos de 1967 a 1984 foram adotadas medidas de reserva de carga à bandeira brasileira, criaram-se os Decretos-Lei nº 666 e 687, os quais ditavam a exclusividade da cabotagem para armadores brasileiros. Nesse período houve a abertura do transporte marítimo de longo curso à iniciativa privada a partir da entrada de empresas brasileiras nas conferências de fretes e assinatura de acordos bilaterais. (CASTRO JÚNIOR, 2009).

Segundo Goularti Filho (2010), os anos noventa apresentaram uma nova fase, houve a extinção da SUNAMAM com o fechamento de autarquias e cortes orçamentários. Em 08 de janeiro de 1997, um novo regime jurídico foi aprovado para a navegação nacional. Criou-se a

Lei nº 9.432, a qual abriu a navegação de cabotagem, interior e apoio portuário para embarcações estrangeiras afretadas por empresas brasileiras de navegação. Para Vieira (2002):

A Lei 9.432 de janeiro de 1997 determina, por sua vez, as condições especiais para a participação de empresas estrangeiras na cabotagem e na navegação interior. A regra geral é de que as embarcações estrangeiras só poderão participar do transporte de cabotagem se houver afretamento por parte da empresa brasileira. (VIEIRA, 2002, p. 88).

Na ordenação do transporte marítimo, a lei 9.432 de janeiro de 1997 estabeleceu as condições em que o transporte de mercadorias na cabotagem e a navegação interior poderiam ser feitos por embarcações estrangeiras. De acordo com a lei, estas embarcações poderão participar do transporte de mercadorias na navegação de cabotagem, navegação de apoio portuário e da navegação de apoio marítimo, somente quando afretadas por empresas brasileiras de navegação.

Fernando Henrique Cardoso, criou a Lei nº 10.233 em 05 de junho de 2001, fundou a Agência Nacional dos Transportes Aquaviários (ANTAQ), a qual se responsabilizou a satisfazer os requisitos de regularidade, eficiência, segurança, atendimento ao interesse público e preservação ao meio ambiente. (CASTRO JÚNIOR, 2011).

Sobre a competência da ANTAQ, Castro Júnior (2009, p. 322) diz que “[...] ademais, conforme o art. 23 da lei mencionada constitui a esfera de atuação da ANTAQ: I – a navegação fluvial, lacustre, de travessia, de apoio marítimo, de apoio portuário, de cabotagem e longo curso”. Para o autor, de uma maneira abrangente a ANTAQ contempla duas atividades relevantes, a exploração do transporte aquaviário e a exploração da atividade portuária.

A navegação marítima no Brasil é regulada por meio de leis, decretos e resoluções. As principais normas que atualmente regem a navegação de cabotagem no Brasil são a Lei nº 9.432, as resoluções da ANTAQ e as portarias estabelecidas pela Diretoria de Portos e Costas.

A Resolução 843 de 14 de agosto de 2007 tem a finalidade de estabelecer critérios e procedimentos para que a pessoa jurídica que venha a operar na navegação de longo curso ou cabotagem e a Resolução 496 de 13 de setembro de 2005, que aprovou alterações referentes ao afretamento de embarcações na navegação de cabotagem. (ANTAQ, 2012).

Inúmeros são os fatores que têm contribuído ao longo do tempo para o fraco desempenho que o transporte hidroviário interior apresenta, podendo-se citar, entre outros, os seguintes: - Falta de uma consciência mais ampla e profunda do papel que o transporte fluvial e lacustre pode desempenhar na movimentação de bens e passageiros, em muitas regiões do país; - Inexistência de uma legislação específica para a navegação interior; - Deficiência crônica

da infraestrutura hidroviária (vias navegáveis e portos fluviais); - Conflitos de interesse entre navegação e geração de energia nas vias fluviais brasileiras; - Deficiência de integração do transporte fluvial e lacustre com os demais segmentos terrestres do sistema; - Inexistência de programas de desenvolvimento regional nas áreas de influência das hidrovias, capazes de estimular a implantação de atividades empresariais geradoras de grande volume de cargas; - Políticas governamentais para o setor de transportes têm, de um modo geral, privilegiado a modalidade rodoviária; - Precariedade e insegurança no transporte fluvial de passageiros de baixa renda das populações ribeirinhas, nas diversas bacias hidrográficas, notadamente na região amazônica (ARAÚJO et al., 2018; SILVA, 2008).

2.1.4 Regulamentação e desafios do transporte aquaviário de passageiros no Pará

O Pará é um dos estados que compõe a Amazônia brasileira, tendo como características as suas margens fluviais, que são observadas como áreas de influência para a locomoção e para as atividades econômicas. Nesse sentido, surge a necessidade de entender a sua configuração e os modos de utilização dos recursos hídricos associados ao desenvolvimento local. (MEGUIS, 2018). Apesar dos mais de 20 mil quilômetros de estradas no Pará, a circulação de passageiros no modal hidroviário é maior. Dos 144 municípios, apenas 29 não têm ligação pelos rios. Para o transporte de passageiros internamente, os rios podem ser mais que ruas, podem ser estradas.

Segundo Miriam Ramoniga (2013), as agências regulatórias funcionam como um microsistema subsumidas a um macrossistema, qual seja, o sistema legal, em que se observa o desencadeamento do mercado econômico, que atua nos diversos campos e sobre os setores vitais para a economia e para a sociedade. Por meio dos seus agentes reguladores especializados, em conformidade com a legislação, as agências “*editarão atos disciplinadores do funcionamento de segmentos econômicos relevantes e com falhas de mercado [...]*”. Tal regulação é prevista na Constituição Federal de 1988, no art. 174, ao tempo em que o Estado permanece intervindo no setor econômico e influencia a demanda portuária (RAMONIGA, 2013).

No Brasil, segundo Alexandre Santos Aragão (2004) 37, as agências reguladoras são consideradas um instituto novo no direito público, surgido apenas a partir da década de noventa. Conforme destaca o autor, a afirmação, contudo, se não é falsa, não é inteiramente verdadeira. Diz ele que, se, por um lado, a divisão da administração pública em mais de um único centro de poder é um fenômeno muito mais amplo do que o surgimento das recentes agências reguladoras, não se há de menosprezar a importância

destas, principalmente diante do contexto de desestatização e desregulamentação em que surgiram.

Este novo contexto fez com que uma série de institutos e competências administrativas, sempre presente em nosso Direito, esteja sendo submetida a uma releitura, atualizando-os às mais modernas leis de regulação da economia, cuja implementação, em sua maior parte, incumbe às agências reguladoras independentes criada em seu bojo (ARAGÃO, 2004).

A ANTAQ tem personalidade jurídica de direito público, independência administrativa, autonomia financeira e funcional e mandato fixo de seus dirigentes. Com sede e foro no Distrito Federal, pode instalar unidades administrativas regionais. Compete à ANTAQ harmonizar os interesses do usuário com os das empresas prestadoras de serviços, preservando o interesse público. O CONIT é vinculado à Presidência da República, com a atribuição de propor políticas nacionais de integração dos modais de transportes de pessoas e bens em conformidade com a promoção da competitividade, para redução de custos, tarifas e fretes, e da descentralização, para melhoria da qualidade dos serviços prestados (Barbosa, 2009).

A reestruturação do transporte aquaviário, no Brasil, foi regulamentada pela Lei n. 10.233, de junho de 2001, que criou a Agência Nacional de Transportes Aquaviários, uma autarquia especial vinculada ao Ministério dos Transportes. A ANTAQ tem por competência regulamentar e fiscalizar o transporte aquaviário e a exploração de infraestrutura portuária e aquaviária; defender os direitos dos usuários; fiscalizar as administrações portuárias; assegurar isonomia e fomentar a competição entre operadores (RAMONIGA, 2013).

Dentre as atividades como autoridade administrativa independente e de entidade de regulação, fiscalização e harmonização das atividades portuárias e de transporte aquaviário, destacam-se os seguintes objetivos (MARTINS, 2013): I. a garantia da movimentação de pessoas e bens, em cumprimento a padrões de eficiência, segurança, conforto, regularidade, pontualidade e modicidade nos fretes e tarifas; II. a harmonização dos interesses dos usuários com os das empresas concessionárias, permissionárias, autorizadas e arrendatárias, e de entidades delegadas, preservando o interesse público; III. arbitrar conflitos de interesse e impedir situações que configurem competição imperfeita ou infração contra a ordem econômica.

A Agência Nacional de Transporte Aquaviário (ANTAQ), fundada em 2002, é o órgão responsável pela regulação e implementação de políticas públicas na área, isto é, no âmbito nacional, haja vista que no âmbito estadual, existem as agências reguladoras como a Agência de Regulação e Controle de Serviços Públicos do Estado do Pará (ARCON) criada pela lei 6.099 de 12 de dezembro de 1997 (atualizada em 2013), sendo este órgão responsável por

regular, controlar e fiscalizar os serviços públicos delegados a terceiros, garantindo a sua prestação adequada, com equilíbrio entre os agentes e em benefício da sociedade.

O transporte hidroviário no Brasil, é de competência do Governo Federal e Estadual. Vale ressaltar que no âmbito estadual são as linhas intermunicipais, dentro do estado (ligando municípios dentro de um mesmo estado), já as linhas interestaduais (ligando de um Estado para outro) são de competência do Governo Federal.

Na Constituição Federal (BRASIL, 1988) em seu título III, capítulo II, artigo 21, XII, em que compete a União, explorar diretamente ou mediante autorização, concessão ou permissão, os serviços de transporte interestadual e intermunicipal de passageiros. De tal característica de interesse e organização, pode-se entender que este é um serviço público essencial, como cita Blanchet (1999, p. 23):

Serviço público é atividade como tal considerada pela Constituição da República ou pela lei, prestada de forma permanente (ou contínua) submetida ao regime de direito público, executada concreta e diretamente pelo Estado, ou por aqueles a quem tal incumbência for delegada, visando à satisfação de necessidades ou à criação de utilidades, ambas de interesse coletivo.

A importância do transporte hidroviário de passageiros é a principal modalidade na movimentação coletiva de usuários, nas viagens de âmbito intermunicipal e interestadual. O transporte fluvial de passageiros contribui para a consolidação do processo de integral social, haja vista que na região Amazônia é o meio de transporte para interligar as cidades.

2.2 Estrutura de custos no transporte coletivo

A análise da estrutura de custos baseia-se nos princípios teóricos da contabilidade de custos, uma das áreas que estuda, controla e acompanha os custos, sendo o ramo da contabilidade que organiza, analisa e interpreta os custos dos produtos, dos serviços, dos planos operacionais e das atividades de distribuição para determinar lucro, a fim de auxiliar o administrador/empresário no processo de tomada de decisão (INACIO, 2012). A partir da abordagem deste assunto e da leitura de diversas publicações a respeito, existe a necessidade de compreender os conceitos relacionados aos custos de um serviço (MARTINS, 2003). Dessa forma, as principais definições envolvidas estão no Tabela 1.

Tabela 1 – Principais definições de custo

Gastos	Compra de um produto ou serviço qualquer, que gera sacrifício financeiro para a entidade (desembolso)
Desembolso	Pagamento resultante da aquisição do bem ou serviço. Pode ocorrer antes, durante ou após a entrada da utilidade comprada, portanto, defasa ou não do momento do gasto.
Investimentos	Gasto ativado em função de sua vida útil ou de benefícios atribuíveis a futuros períodos.
Custo	Gasto relativo a bem ou serviço utilizado na produção de outros bens ou serviços.
Despesa	Bem ou serviço consumido direta ou indiretamente para a obtenção de receita.
Perda	Bem ou serviço consumidos de forma anormal e involuntária

Fonte: Adaptado de Martins (2003, p. 17-18).

Na composição dos custos do transporte coletivos, têm-se dois tipos de custos referentes à execução dos serviços. Os custos administrativos relacionados à infraestrutura, como custos com a implantação do serviço, tais como, a aquisição dos equipamentos (veículos) e de instalações. E os custos operacionais, que representam os custos com a manutenção para manter o serviço, sendo classificados como fixos e variáveis (BERNARDES; FARIAS; DIAS, 2013). Os custos operacionais são definidos com base no método do GEIPOT (2021), a seguir.

2.2.1 Custos Operacionais Fixos

O custo fixo, tem a formulação geral dada pela equação:

$$CF (M/A) = FROTA \sum Cfi(M/A)ni = 0 \quad (1)$$

Onde:

CF(M/A) = é o custo fixo total em um determinado período (mês ou ano);

Cfi(M/A) = é o custo fixo em um determinado período (mês ou ano);

FROTA = é o número de veículos da frota.

Os custos fixos são divididos em cinco principais categorias principais:

(1) Depreciação: é a diminuição do valor de um bem durável, resultante do desgaste. Para seu cálculo envolve o valor residual e o valor economicamente útil, o método do cálculo recomendado pelo GEIPOT é o Método de Cole (BORGES; RODRIGUES; RODRIGUES, 2010) por representar fielmente a desvalorização dos veículos, com o passar dos anos, chegando a valores residuais entre 15% e 20%.

O cálculo se dá através das equações 2 e 3.

$$\Sigma n = n + nn 2 * n \quad (2)$$

$$V D = V - R \quad (3)$$

Onde:

n = é o período de depreciação, que varia de 1 (n1) ao considerado que atingirá o valor residual (nn);

VD = é o valor depreciado;

V = é o valor de compra;

R = é o valor residual.

(2) Remuneração do Capital do Operador: é realizado estabelecendo uma taxa mínima de atratividade (TMA), que é geralmente estabelecida em 12% a.a. Esta taxa é aplicada sobre o valor do veículo novo, deve ser calculada considerando a depreciação de capital por período. A remuneração das máquinas, instalações e equipamentos é obtida da mesma maneira, para isto, utiliza-se de uma correspondência de capital, onde o valor deste capital imobilizado, para cada veículo da frota, corresponde a 4% do preço de um veículo leve novo. O valor do capital imobilizado em almoxarifado é calculado da mesma maneira, mas correspondendo, para cada veículo da frota, a 3% do preço de um veículo leve novo.

(3) Custo com Pessoal: são divididos em operação, manutenção, administrativo, diretoria e benefícios gerais. O operacional corresponde aos gastos com motoristas, cobradores e despachantes. De acordo com o GEIPOT (2021), o valor de despesa mensal por veículo é obtido pela multiplicação do custo mensal do funcionário pelo seu respectivo fator de utilização. O custo mensal do funcionário corresponde ao seu salário mensal, somado ao seu respectivo custo com encargos sociais. O fator de utilização corresponde à quantidade de trabalhadores, de cada categoria, necessária para operar um veículo da frota.

A partir destes conceitos é possível determinar o custo do pessoal de operação, expresso em reais/veículo.mês, conforme a equação 4:

$$PO = (SBmot * FUmot + SBcob * FUCob + SBdesp * FUdesp) * (1 + ES100) \quad (4)$$

Onde:

PO = é o custo do pessoal de operação;

SB = é o salário base, definido por categoria;

FU = é o fator de utilização por categoria;

ES = são os encargos sociais, expressos em %.

Para os custos com pessoal de manutenção e administrativo, o GEIPOT recomenda uma simplificação de cálculo, que consiste em vincular o número de funcionários nestas áreas com o número de funcionários da operação. O pessoal de manutenção corresponde a um valor entre 12% e 15% do número de funcionários na área de operação, sendo também válido o uso desse número de funcionários como base variando 8 a 13 % para o pessoal administrativo. A remuneração da diretoria (pró-labore) é considerada como o valor de mercado dos serviços prestados pela diretoria da empresa. Neste custo não existe a incidência de encargos sociais. Para obter-se o custo em “reais/veículo.mês” divide-se o valor mensal correspondente a remuneração da diretoria pela frota operante.

Os custos indiretos de pessoal (benefícios), como: auxílio-alimentação, planos de saúde, uniformes, entre outros, devem ser agregados aos custos com pessoal, estes custos não sofrem a incidência de encargos sociais. Para calcular este custo em “reais/veículo.mês” divide-se o valor mensal correspondente aos benefícios pela frota operante.

(4) Despesas Administrativas: os materiais de expediente, água, energia elétrica, comunicações, entre outras, são considerados como despesas administrativas. Seu valor é calculado como sendo uma fração do preço de um veículo leve novo. Pesquisas apontam que seu valor anual varia entre 2% e 4% deste preço. Segundo o GEIPOT, despesas com seguros e IPVA são anuais e incidem diretamente sobre cada veículo da frota. Seu valor é calculado a partir da média de cada um destes gastos por veículo.

(5) Tributos: todos os tributos (impostos, contribuições e taxas) incidentes sobre a receita operacional das empresas devem ser incluídos na planilha operacional. Segundo o GEIPOT, os principais tributos incidentes sobre o transporte coletivo são o Imposto sobre Serviços (ISS), contribuição social sobre o faturamento (COFINS), Programa de Integração Social (PIS) e a Taxa de Gerenciamento (TG). A TG e o ISS são estabelecidos pelas legislações municipais, enquanto o PIS e o COFINS são, respectivamente, 0,65% e 2% incidentes sobre a receita.

2.2.2 Custos Operacionais Variáveis

A quilometragem percorrida é o fator para o cálculo do custo operacional variável, o qual é calculado a partir da equação:

$$CV = PM (M/A) * \sum CV_{ini} = 0 \quad (5)$$

Onde:

CV = é custo variável total em um determinado período;

CV_i = é o custo por km de cada item componente do custo variável;

PM(M/A) = é o percurso médio em um determinado período (mês ou ano).

Os custos operacionais variáveis são divididos em quatro principais categorias:

(1) Combustível: Para calcular o custo do combustível por quilometro, usa-se a multiplicação do preço do óleo diesel pelo coeficiente de consumo específico de cada tipo de veículo. O coeficiente de consumo deve ser medido periodicamente, tendo em vista sua variabilidade em função de fatores como o tráfego e composição da frota. Segundo o GEIPOT esse coeficiente é determinado a partir das seguintes informações:

- Composição da frota por tipo de veículo;
- Quilometragem percorrida por cada veículo; total de litros de combustível consumido por um veículo durante o período necessário para apurar a quilometragem percorrida.
- Coeficientes de consumo de cada tipo de veículo
- Veículo Coeficiente de Consumo Leve Entre 0,35 e 0,39;
- Veículo Coeficiente de Consumo Pesado Entre 0,45 e 0,50;
- Veículo Coeficiente de Consumo Especial Entre 0,53 e 0,65.

(2) Lubrificantes: essa despesa possui participação inferior a 2% no custo operacional total, o que justifica a realização de sua apropriação de forma simplificada. Tal valor é calculado pela multiplicação do item lubrificante (óleo de motor, fluido de freios...) por um respectivo coeficiente de consumo. Diferentemente dos demais coeficientes, este é determinado em função do gasto com óleo combustível. De acordo com GEIPOT, levantamentos realizados mostraram que esta correlação pode ser realizada sem ocasionar significativas margens de erro. O mesmo órgão afirma que este coeficiente varia entre 0,04 e 0,06 litros de lubrificante por litros consumidos de óleo diesel.

(3) Rodagem: são os pneus, câmaras-de-ar, protetores e recapagens, sendo a determinação do consumo de cada um destes componentes baseada na vida útil do pneu em quilômetros. O cálculo do custo unitário é dado pela soma do custo destes quatro itens, dividido pela vida útil total do pneu, ou seja, a primeira vida, mais a vida das recapagens. Dependendo das condições e do tipo do pneu podem ser feitas de 2 a 3 recapagens.

(4) Peças e Acessórios: este item possui forte influência com o número de quilômetros rodados, o regime de operação, a topografia, o clima e o modo de condução do veículo por parte do motorista. Esta vasta gama de fatores de influência, aliada à enorme variedade de componentes disponíveis no mercado, torna-o de difícil mensuração. O consumo por quilômetro é obtido dividindo-se o consumo correspondente ao período de um mês pela quantidade de veículos da frota operante e pelo PMM local.

2.2.3 Modelo Tarifário do Transporte Aquaviário

O modelo tarifário do transporte aquaviário é oriundo de aspectos econômicos e operacionais da ligação hidroviária Manaus-Tefé analisados por Fadda (1987) apud Pacha (2018), para estabelecer uma estimativa de custo e, conseqüentemente, a tarifa do serviço pela movimentação de passageiros e carga. Este método desenvolvido por Fadda traz o cálculo de tarifas no transporte hidroviário no interior na Amazônia, feito através de um sistema de equações de custos fixos, variáveis e lucro líquido operacional.

É importante destacar que esse Método de Fadda foi a base para o Governo do Estado do Pará regulamentar a Lei n.º 5.992/1995 (PARÁ, 1995), que dispõe sobre os critérios de fixação das tarifas para o transporte coletivo intermunicipal rodoviário e aquaviário de passageiros, inclusive, as travessias. Desde 1996 até o presente, tal metodologia vem sendo aplicada neste Estado pela Agência de Regulamentação e Controle de Serviços Públicos (ARCON) através do Decreto n.º 1.540, de 31 de julho de 1996 (PARÁ, 1996).

A planilha detalhada de cálculo tarifário do transporte aquaviário encontra-se no APÊNDICE A, bem como os dados de entrada para a apuração dos custos. Tal planilha, também, é utilizada para reajustes ou revisões tarifárias, com uma coleta prévia de dados, com adaptações previstas Anexos I, II, III e IV do Decreto n.º 1.540, em que são observados, dentre outros fatores, os custos fixos e variáveis, índice de aproveitamento e custos de gerenciamento do sistema. Basicamente, tem-se as seguintes composições de custos:

2.3.1.1 Custos operacionais fixos

Os custos fixos são divididos em nove categorias principais: Seguros, Manutenção e Reparos, Salários da Tripulação, Rancho, Depreciação, Vistorias, Outros Custos, Custos Administrativos e Custos de Substituição. As fórmulas de cálculo dos Custos Fixos podem ser observadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Custos fixos e fórmulas utilizadas para cálculo

Custos Fixos	Fórmulas utilizadas para cálculo
Seguros	$CS = (CE) \times SE/100/365$
Manutenção e Reparos	$CM = (CE) \times ME/100/365$
Salário da Tripulação	$CTR = SST \times (1 + ES/100) \times (1 + OE/100)/30$
Rancho da Tripulação (Custo Diário)	$CR = CHR \times NT$
Depreciação	$CDR = (1-K/100)/VUE \times CE/365$
Vistorias	$CV = \frac{Vf + Vf + VD \times dd}{2} / 365 + \frac{DT}{24} \times CVN/365$
Outros Custos	$CD = \frac{TOG}{100} \times CR$
Custos Administrativos	$CAD = TA/100 (CS + CM + CTR + CR + CV + CD + CCL)$
Custos de Substituição	$CSS = 45 \times (CS + CM + CTR + CR + CDR + CV + CD + CAD + CCL)/365$

Fonte: Pará (1996).

Onde:

CS = Custo Seguro

CE = Custo do Investimento (Equipamento/Embarcações), em real.

SE = Taxa de Seguro da Embarcação

CM = Custo de Manutenção e Reparo

ME = Taxa de Manutenção e Reparo da Embarcação

CTR = Custo de Salário da Tripulação (Mensal)

SST = Custos dos Salários Mensais da Tripulação, em real

ES = Encargos Sociais

OE = Outros Encargos Sociais

CHR = Custo de Rancho por Tripulante, em real.

NT = Número de Tripulantes

CDR = Custo de Depreciação

K = Valor Residual das Embarcações

VUE = Vida útil da Embarcação

CV = Custo de Vistoria

Vf = Custo de Vistoria Flutuando, em real.

VD = Custo de Docagem, em real.

dd = Número de Dias de Docagem

DT = Duração de Traslado, em Horas

CVN = Custo de Combustível e Lubrificante Navegando

CD = Outros Custos

TOG = Taxa de outros gastos Incidentes Sobre o Gasto com Rancho na Carga: 10

CR = Custo de Rancho

CAD = Custos Administrativos

TA = Taxa Anual de Administração

CSS = Custos de Substituição

CDR = Custo de Depreciação

CCL = Custo de Combustíveis e Lubrificantes

2.3.1.2 Custos Operacionais Variáveis

Os custos variáveis são compostos pelas despesas de combustíveis e lubrificantes.

O custo de combustível é obtido pela multiplicação do preço do litro do óleo diesel pelo coeficiente de consumo específico de cada tipo de embarcação. Geralmente, esse custo representa até 25% do valor da tarifa, nos transportes comerciais. O custo com lubrificantes é obtido pela multiplicação dos coeficientes de consumo de cada componente deste item (óleo do motor e outros). As fórmulas de cálculo dos Custos Variáveis são:

$$CCT = CEC * PC + CEL * PL \quad (6)$$

$$CCT = GC + GL \quad (7)$$

$$CVN = CCT * \left(\frac{FFP}{100} * HPP + \frac{FPA+}{100} * HPA \right) * HN \quad (8)$$

$$CV P = CCT * \left(\frac{FPPE}{100} * HPP + \frac{FPAE}{100} * HPA \right) * HP \quad (9)$$

$$CCL = CV N + CV P \quad (10)$$

Onde:

CCT = Custo de Combustíveis e lubrificantes, por HP/Hora

CEC = Consumo Específico de Combustíveis, em Kg/HP/Hora.

PC = Preço do Combustível, em real

CEL= Consumo Específico de Lubrificantes, em Kg/HP/Hora

PL = Preço do Lubrificante, em real.

GC = Densidade de Combustível em Kg/Litro.

GL = Densidade de Lubrificante em Kg/Litro

CVN = Custo de Combustível e Lubrificante Navegando

CCL = Custo de Combustíveis e Lubrificantes

FPP = Fator de Potência do Motor Principal

HPP = Potência do Motor Principal

FPA = Fator de Potência do Motor Auxiliar

HPA = Potência do Motor Auxiliar

HN = Horas Navegando/Viagem

CVP = Custo de Combustível e Lubrificante Parado

FPPE = Fator de Potência do Motor Principal nas Operações de Embarque e Desembarque

FPAE = Fator de Potência do Motor Auxiliar nas Operações de Embarque e Desembarque

HP = Horas Parado/Viagem

2.3.1.3 Determinação da Tarifa

A determinação da tarifa é feita com base no cálculo dos custos fixos e variáveis, assim como numa projeção de margem de lucro. Para melhor entender a seguir apresenta-se as fórmulas para determinação da tarifa.

$$\text{REMK} = (1 - K/100) \times \text{CE} \times \text{FPR1} + K/100 \times J/100 \times (\text{CE})/365 \quad (11)$$

Onde:

FPR1 = Fator de retorno de capital.

Vida útil considerada: 15 anos REMK é a remuneração do capital empregado

K = Valor residual das embarcações

J = Taxa de retorno do capital

Tarifa Básica

A tarifa básica será definida pela seguinte equação:

$$TB = (CT + LL) / NP + TG \quad (12)$$

Onde:

TB = Tarifa Básica

CT = Custo Total

LL = Lucro Líquido

NP = Número de Passageiros/Viagem

TG = Taxa de Gerenciamento do Sistema

Custo Total

$$CT = (CS + CM + CTR + CR + CDR + CV + CD + CAD + CSS + CCL) \quad (13)$$

Onde:

CS = Custo Seguro

CM = Custo de Manutenção e Reparo

CTR = Custo de Salário da Tripulação (Mensal)

CR = Custo de Rancho

CDR = Custo de Depreciação

CV = Custo de Vistoria

CD = Outros Custos

CAD = Custos Administrativos CSS = Custos de Substituição

CCL = Custo de Combustíveis e Lubrificantes

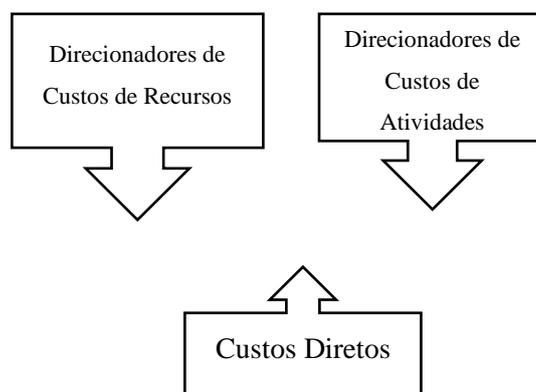
A Agência de Regulação dos Serviços Públicos do Estado do Pará (ARCON) tomou como base nesta planilha, tendo efetuado posteriormente algumas adaptações para a realidade local, como dito anteriormente, constantes nos Anexos I, II, III e IV do Decreto n.º 1.540/1996 (PARÁ, 1996).

2.3 Método ABC

O atual ambiente de negócios, baseado em informações, exige ferramentas de gestão adequadas para gerenciar e mensurar com precisão custos, receitas e desempenho. Neste contexto, a gestão estratégica de custos é fundamental para obter, analisar e otimizar os custos da empresa de acordo com a sua estratégia, a utilização otimizada dos recursos e a eficiência das atividades realizadas (BLOCHER; STOUT; COKINS, 2010). A gestão estratégica de custos consiste no uso de informações de custos para desenvolver e identificar estratégias superiores que produzirão uma vantagem competitiva (MOWEN; HANSEN; HEITGER, 2017).

A utilização de modelos de custos baseados em atividades mostrou-se mais útil do que os modelos de custeio tradicionais para o entendimento das relações causa-efeito que explicam os custos de produtos e serviços. O método de Custeio Baseado em Atividades (ABC) (Figura 1) considera que para produzir um produto ou serviço é necessário realizar determinadas atividades que, por sua vez, consomem recursos. Assim, em um sistema de custeio ABC os custos dos recursos são atribuídos às atividades, em primeiro lugar, e esses custos são atribuídos aos objetos de custo usando direcionadores de custo apropriados (KIM, 2009).

Figura 1 – Método ABC



Fonte: extraído de Tobias e Afonso (2020).

Os direcionadores de custos são fundamentais nesta abordagem porque representam a relação causa-efeito entre uso de recursos, desempenho de atividades e objetos de custo (COOPER; KAPLAN, 1997). As informações extraídas do modelo ABC permitem identificar atividades que agregam valor e aquelas que não agregam valor podem ser reduzidas ou eliminadas; sem comprometer, o valor criado na perspectiva do cliente (BAYKASOGLU; KAPLANOGLU, 2020).

O método ABC busca responder quais atividades estão sendo executadas pela organização; quanto custa para ser executado; e, quanto de cada atividade é necessário para os

produtos e serviços, considerados como objetos de custo. Em suma, no ABC, o custo de um produto ou serviço resulta da soma dos custos diretos e do custo de todas as atividades necessárias para produzir o produto ou serviço (TSENG; LAI, 2007). O ABC é aplicado por meio de duas etapas principais: a primeira, na qual os custos dos recursos consumidos são alocados às diversas atividades da organização.

Nesta etapa, os drivers de recursos são usados para distribuir os custos consumidos em mais de uma atividade. Em segundo lugar, os custos das atividades são alocados aos objetos de custo com base no consumo das atividades. Essa alocação é feita usando direcionadores de custo de atividade. Por fim, os custos diretos são adicionados aos objetos de custo para calcular o custo total do produto ou serviço. A utilização do ABC fornece informações relevantes para análise de custos operacionais e estratégicos, identificando o que gera custos e auxiliando na elaboração de planos para redução de custos totais de forma sustentável.

Existem poucos trabalhos sobre modelos econômicos e de custo e análise econômica no transporte aquaviário, e alguns de revisão de literatura sobre modelagem de transporte aquaviário por meio de estudos de caso (ASSIS *et al.*, 2017). Em alguns estudos foram considerados aspectos ambientais, sociais, econômicos, financeiros, operacionais e técnicos. O transporte aquaviário foi analisado utilizando o método de análise custo-benefício e o *Analytic Hierarchy Process* (SARKAR *et al.*, 2007; RAHMAN *et al.*, 2015), e simulação de Monte Carlo, utilizando programação dinâmica e linear (BAROUD *et al.*, 2014).

Alguns estudos fizeram a avaliação de investimentos considerando o fluxo de caixa e análise de sensibilidade (CANTASANO; PELLICONE, 2014; PANIGRAHI; PRADHAN, 2012). A utilização desses diferentes métodos depende da confiabilidade dos dados disponíveis e das variáveis independentes e dependentes utilizadas.

2.3.1 Elementos-chave do modelo de custeio baseado em atividades

Neste trabalho, o modelo de custo do serviço aquaviário de passageiros foi estruturado da seguinte forma:

- **Recursos**

As informações contábeis de custos foram obtidas de uma empresa hidroviária típica para os anos de 2017, 2018 e 2019, mensalmente; nomeadamente, depreciação de equipamentos, salários, limpeza e segurança, eletricidade, combustível, manutenção, etc.; alguns recursos foram afetados diretamente à respectiva atividade e outros foram afetados a várias atividades, de acordo com a relação de consumo recurso atividade,

tendo como principal gerador de custos de recurso o consumo de combustível, pois este está altamente correlacionado com o número de viagens, milhas náuticas percorridas, despesas de manutenção, etc.

- **Atividades**

As atividades foram classificadas como primárias, atribuídas diretamente aos objetos de custo e atividades secundárias ou de apoio, que foram alocadas às demais atividades. Os custos das atividades foram alocados às travessias considerando o número de viagens realizadas.

- **Custo objetos**

A análise documental, as observações in loco e as entrevistas permitiram identificar os custos mais relevantes e respectivos direcionadores de custos; apenas as travessias foram consideradas objetos de custo; recursos diretos (por exemplo, o consumo de combustível foi alocado diretamente aos objetos de custo) e os custos indiretos foram alocados por meio das atividades.

Assim, o modelo de custos foi construído sobre os princípios do ABC tornando-o mais sofisticado, preciso e relevante para a tomada de decisão, do que os modelos anteriores utilizados neste contexto. A utilização determinística do modelo de custos permitiu calcular os custos e margens por objeto de custo, rentabilidade global, retorno do investimento e analisar a estrutura de custos e o processo de criação de valor relacionando recursos, atividades e objetos de custo. Um modelo de otimização pode ser utilizado para fins de otimização de custos e maximização de lucros através da análise de oportunidades de redução de custos e estratégias potenciais, bem como o impacto global de tais mudanças no serviço sob certas restrições. O uso do ABC permite uma efetiva análise estratégica de custos dos processos de negócios, identificando os direcionadores de custos relevantes e as relações de causa e efeito.

2.3.2 Programação linear (PL)

A modelagem matemática pode ser definida como o uso de técnicas e algoritmos a fim de resolver problemas de otimização, portanto, se trata de uma ferramenta de grande valor em processos de tomada de decisão, e é caracterizada por um conjunto de relações matemáticas representando um problema real (SILVA, 2018). Já para Pidd (2000), modelar matematicamente permite o desenvolvimento do estudo científico, através de expressões quantitativas, que preveem os efeitos que mudanças podem causar em um sistema.

Nesse aspecto, o desenvolvimento da Programação Linear, oriunda da modelagem matemática, é considerado um dos avanços científicos mais significativos do século XX, pois se tornou um instrumento padrão no auxílio a diversas aplicações. Seu conceito tem a ver com o planejamento das atividades buscando um resultado “ótimo” entre as múltiplas possibilidades ou soluções factíveis (VANDERBEI, 2020).

Segundo Hillier e Lieberman (2006) e Vanderbei (2020), a Programação Linear exige a obtenção de um conjunto de dados, denominados parâmetros, referentes ao problema real a ser resolvido para que seja possível elaborar o modelo matemático linear correspondente ao problema. Tais parâmetros são os coeficientes das variáveis de decisão e as limitações de recursos, as restrições.

Em 1947, George Dantzig publicou o primeiro método eficiente para se solucionar problemas de Programação Linear, o Método Simplex. Geometricamente, esse método consiste em andar de ponto extremo a ponto extremo da região factível, ou seja, região onde o resultado ótimo se localiza, até encontrar o valor ótimo para a função objetivo (DANTZIG, 1990). De acordo com (DANTZIG, 1998; PINTO, 2008) para ser iniciado, o Método Simplex necessita de uma solução factível básica. Sempre que possível, a origem pode ser a solução factível básica inicial a ser escolhida. Isso se torna possível quando as variáveis de decisão possuem restrição de não negatividade.

Após o método, é verificado se a solução inicial é ótima, em caso afirmativo, o procedimento está concluído, caso contrário, o método faz a mudança para o ponto extremo adjacente que melhore o valor da função objetivo. Tal fato decorre devido a facilidade em termos computacionais de verificar uma solução em um ponto extremo adjacente em detrimento de um ponto extremo qualquer. Além disso, por ser iterativo, o Método Simplex repete o procedimento para a nova solução factível básica. Por fim, pelo teste de animalidade, examina-se cada um dos lados da região factível e identifica-se a taxa de crescimento/decrescimento da função objetivo (DANTZIG, 1998).

A forma padrão de um problema de Programação Linear está representada pelas funções lineares, maximizando ou minimizando a função objetivo, de acordo com as restrições do modelo (igualdades e/ou desigualdades lineares) que expressam as condições do problema, com as constantes, ou parâmetros, e as variáveis de decisão do tipo não negativo, a fim de determinar a melhor combinação de valores que as variáveis podem assumir (solução ótima para a função objetivo) (DANTZIG, 1998; HILLIER; LIEBERMAN, 2006; PASSOS, 2009; VANDERBEI, 2020).

$$\text{Min/Max } Z = c_x + \dots + c_n x_n \quad (14)$$

Sujeito a

$$a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n \{ \leq = \geq \} b. \quad (15)$$

Utilizando a notação matricial, o problema pode ser definido como:

$$\text{Min } z = c^T x \quad (16)$$

Sujeito a

$$A_x \{ \leq = \geq \} b. \quad (17)$$

$$x \geq 0 \quad (18)$$

Em (13) o vetor c^T trata-se de um vetor transposto $c^t = (c_1, c_2, \dots, c_n)$ que representa o custo relativo de cada variável de determinado problema; a variável x em (15) determina a quantidade ótima de insumos a utilizar nos produtos, de forma que este vetor deva assumir sempre valores maiores ou iguais a zero; x e b são vetores colunas, conforme (19):

$$x = [x_1 \ x_2 \ \vdots \ x_n] \quad b = [b_1 \ b_2 \ \vdots \ b_m] \quad (19)$$

A matriz A representa as restrições:

$$A = [a_{11} \ a_{12} \ a_{21} \ a_{22} \ \dots \ a_{1n} \ \dots \ a_{2n} \ \vdots \ a_{m1} \ a_{m2} \ \vdots \ \dots \ a_{mn}] \quad (20)$$

O objetivo do Método Simplex é determinar um vetor x que satisfaça as restrições do problema e apresente o menor ou maior valor da função objetivo. O que tornou o Simplex tão popular é a facilidade encontrada ao se manipular qualquer representação de um problema dentro de sua forma padrão (DI SIERVO, 2017; PASSOS, 2009). Logo, a popularização da Programação Linear permitiu sua aplicabilidade nos mais diversos setores, tais como: análise econômica, alocação de insumos na indústria, problemas de mistura, emissão de poluentes e problemas de transporte (HILLIER; LIEBERMAN, 2006; VANDERBEI, 2020).

A Programação Linear (PL) proporciona a simulação de cenários sob certas restrições, a fim de buscar o melhor uso dos recursos. Alguns estudos sobre transporte foram encontrados utilizando Programação Linear (PL): para otimizar arranjos operacionais dos componentes do

sistema de transporte (AN; HU; XIE, 2015); em problemas de roteamento multiobjetivo de veículos (YAN; ZHANG, 2015) e na análise de oportunidades de melhoria de desempenho (NYRKOV, 2017). Recentemente, em estudos de redes de transporte urbano (VAKULENKO *et al.*, 2018) e por explorar desafios e oportunidades de desenvolvimento sustentável de redes logísticas (VILARINHO; LIBONI; SIEGLER, 2018).

Programação linear é o campo de programação matemática que suporta a otimização (maximização ou minimização) de um ou múltiplos objetivos, que podem ser lineares ou não lineares (DANTZIG, 2002; DATTA; FIGUEIRA, 2015; LUATHEP *et al.*, 2011). A programação linear, em geral, é o caso mais simples de resolver em programação matemática. Um problema de programação linear é descrito por funções lineares de variáveis de decisão. A programação não linear é muito comum em casos práticos, sendo composta por uma função objetivo, restrições gerais e variáveis, onde pelo menos uma função é não linear, que pode ser a função objetivo ou uma das restrições, 23:

$$\text{Max } z = c^T x \quad (21)$$

$$\text{s. t } Ax = b \quad (22)$$

$$x \geq 0 \quad (23)$$

Onde A é uma matriz mxn, (todas as linhas linearmente independentes). Podemos decompor o vetor c em seus componentes básicos e não básicos, supondo que o existente solução básica viável é representada por um vetor.

$$\underline{x} = (B^{-1} \ 0) \quad (24)$$

Cujo valor associado é dado por:

$$\underline{x} = c (B^{-1} \ 0) = (C_B, C_R)(B^{-1} \ 0) = C_B B^{-1} b \quad (25)$$

Podemos apresentar o vetor x, dependendo das variáveis básicas e não básicas, como segue:

$$\underline{x} = (x_B \ x_R) \quad (26)$$

$$b = Ax = Bx_B + Rx_R \quad (27)$$

Multiplicando por B^{-1} a expressão de z_0 é dado por

$$x_B = B^{-1}b - B^{-1}R x_R \quad (28)$$

$$x_B = B^{-1}b - \sum_{j \in J} B^{-1}a_j x_j \quad (29)$$

Desta forma, podemos reescrever a expressão $z = cx$ como segue

$$z = cx, \quad (30)$$

$$z = c_B x_B + c_R x_R \quad (31)$$

$$z = c_B (B^{-1}b - \sum_{j \in J} B^{-1}a_j x_j) + \sum_{j \in J} c_j x_j \quad (32)$$

$$z = z_0 - \sum_{j \in J} (z_j - c_j) x_j \quad (33)$$

Onde:

$$z = c_B B^{-1}a_j \quad (34)$$

Para cada variável não-básica, o critério de convergência para o modelo é definido como:

$$z - \underline{z} - (C_R^T - C_B^T b^{-1}) > 0 \quad (35)$$

$$\underline{R}_k = B^{-1}R_k \quad (36)$$

$$x_{R,k} \left\{ \frac{x_{B,i}}{\underline{R}_{k,j}}, \underline{R}_{k,j} > 0 \right\} \quad (37)$$

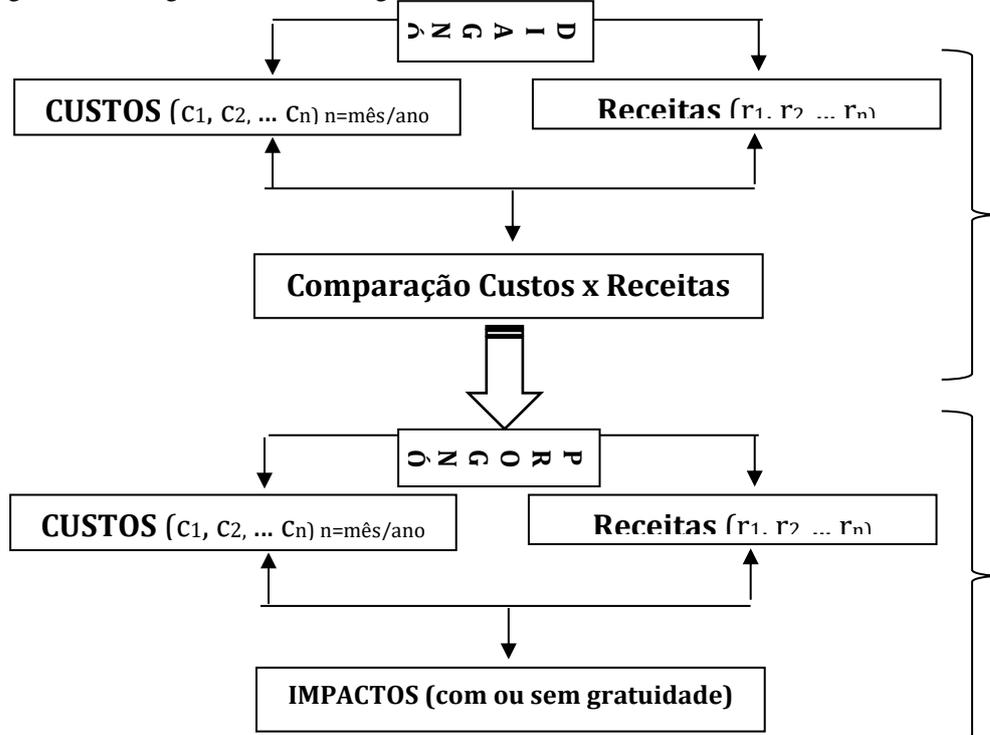
3 METODOLOGIA

A pesquisa tem caráter empírico-analítico da descrição de dados da estrutura de custos e receita obtidos num caso real, cujas observações serão ordenadas ao longo do tempo, desenvolvendo um modelo de série temporal desses dados, a fim de estabelecer previsões futuras, para a orientação de tomada de decisões sobre a questão das gratuidades. Tem-se nesta seção descritos os materiais e métodos e o fluxograma de execução da análise, até o momento pensados.

3.1 Procedimentos metodológicos

A estrutura metodológica segue o fluxograma (Figura 2), e o com basicamente os seguintes passos: levantamento dos dados, elaboração da estrutura de custos mensal em relação à receita; identificação da relação de equilíbrio receita x despesa. Após esta parte, a análise de tendência, com as simulações propostas, estabelecendo o modelo para tomada de decisão. E no Quadro 2 Estrutura de Custos de um Serviço de Transporte Hidroviário de Passageiros: atividades e recursos.

Figura 2 – Fluxograma da Metodologia do Trabalho



Quadro 2 – Estrutura de Custos de um Serviço de Transporte Hidroviário de Passageiros: atividades e recursos.

1. Atividades Primárias			
1.1. Operacionais		Custos Diretos	Custos Indiretos
1	Apoio administrativo no porto	Salários c/ encargos	
2	Vendas de Bilhetes (fabricação/recarga/distribuição de bilhetes e custos adm. com cartões)	Salário bilheteiros/programas e sistemas/aluguel box CDP e Salvaterra/impressos de bilhetes	Taxas ARCON/Imposto sobre faturamento
3	Liberação da frota e tripulação (preparação do equipamento e escala de tripulação)	Despachante	Taxa de despacho Taxa de atracação
4	Manutenção da frota (pessoal/almoxxarifado e equipamentos)	Mecânicos (c/encargos) /peças	
5	Operação dos equipamentos (insumos e tripulação)	Combustível/lubrificante /salário/aluguel de embarcação	OAF/Gratificação/autos de infrações/multas/serviço de engenharia naval/vistoria/registro da embarcação
6	Operação dos equipamentos (depreciação)	5% a.a. sobre o valor de mercado do equipamento	
1.2 Marketing e Vendas			
1	Publicidade e Propaganda	Verba anual	
2. Atividades de Suporte			
1	Manutenção da sede da empresa	Despesas com infraestrutura portuária	Impostos administrativos/ /OAF
2	Atividades Administrativas	Advogado/Pessoal Administrativo	PCMSO, impostos administrativos/certificado digital, marcas e patentes
3	Serviços de Contabilidade e Finanças	Assessoria contábil	Multa contábil
4	Outras Atividades	Pro-Labore diretoria	Propaganda da empresa, despesas bancárias/ empréstimos/mensalidade do sindicato patronal

Fonte: Extraído de Tobias e Afonso (2020).

O trabalho, então, possui duas fases: a primeira, a Diagnóstica, onde haverá a sistematização de custos e receitas; a segunda, a Prognóstica, com análise tendencial dos dados e indicativos cenários para o equilíbrio econômico-financeiro e respectivas projeções.

3.2 Estudo de caso

O estudo de caso foi desenvolvido em uma empresa com três serviços de travessia por transporte aquaviário na Região Metropolitana de Belém, para passageiros e cargas, e transporte de veículos. Os serviços são os seguintes:

- **Travessia Belém-Camará:** serviço de passageiros em frequência diária, autorizado por órgão estadual. A travessia tem 30 milhas náuticas e pode ser utilizado dois equipamentos diferentes: um navio para 600 passageiros e um barco para 137 passageiros. Existe uma empresa concorrente com equipamento similar e, outra, que opera nesta travessia com ferry Boat.
- **Travessia Belém-Arapari:** frequência diária, transporte de veículos de passageiros e cargas, autorizada pelo órgão estadual. A viagem começa no terminal da margem sul de Belém e termina no terminal de Arapari, no sudeste do Estado do Pará. A travessia tem 10 milhas náuticas e pode ser feita com dois tipos de equipamentos: empurrador e balsa, que somam em média 50 veículos de capacidade padrão. Há três empresas competindo nesta travessia.
- **Travessia Belém-Cotijuba:** frequência diária, para transporte de passageiros e carga, mediante contrato de concessão com a Prefeitura de Belém. A travessia tem 10 milhas náuticas de extensão com um equipamento: um navio para 350 passageiros

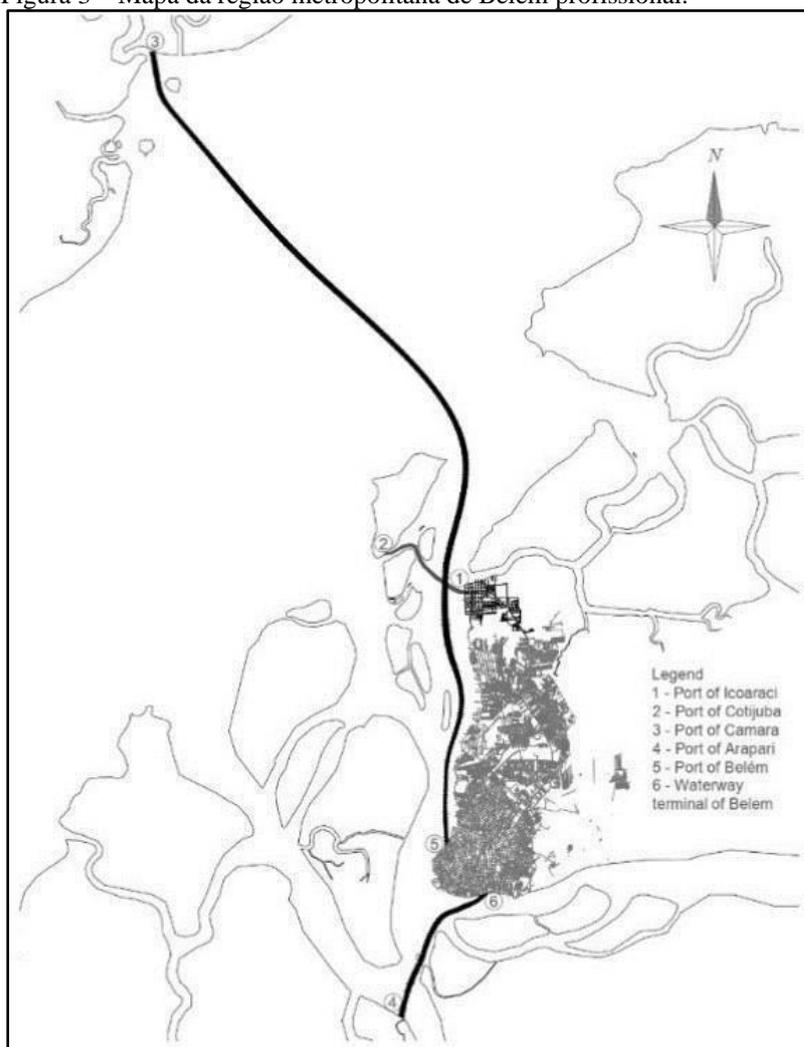
A empresa também possui um equipamento de reposição, um navio para 238 passageiros e divide uma balsa como equipamento de reposição com outras três empresas que operam na travessia Belém-Arapari. As três travessias possuem alguns recursos específicos e compartilham alguns recursos operacionais e administrativos também. A missão da empresa é atender as necessidades da demanda de forma eficiente, com o menor custo possível.

A Figura 3 mostra os diferentes cruzamentos e identifica seis portos: número 1 – Porto de Icoaraci; número 2 - Porto de Cotijuba; número 3 - Porto de Camará; número 4 - Porto de Arapari; número 5 - Porto de Belém e; número 6 - Terminal aquaviário de Belém. A figura mostra as rotas de transporte aquaviário de Belém (do porto número 1) até o Porto de Camará na Ilha do Marajó (porto número 3), com interligação com outra rota de transporte aquaviário do Porto de Cotijuba, número 2. Também retrata a hidrovia rota de transporte conectando as portas números 4 e 5.

O estudo empírico foi realizado em três fases distintas. Realizou-se uma fase de análise documental para a caracterização geral da empresa e dos serviços oferecidos, e foram obtidos

dados sobre a estrutura de custos para identificar a cadeia de valor do serviço e os recursos empregados. Nessa etapa, foram feitas observações empíricas do serviço, anotações das atividades desenvolvidas nos diversos setores e diversas entrevistas realizadas na empresa. Também foi possível identificar os drivers das atividades e a estrutura da cadeia de valor. Buscou-se também um nível razoável de agregação, considerando as dificuldades que a definição de cada atividade traria ao sistema de informação.

Figura 3 – Mapa da região metropolitana de Belém profissional.



Fonte: Autoria Própria (2021).

Na sequência, houve uma segunda fase, composta por entrevistas realizadas com os colaboradores da empresa, uma vez que a experiência adquirida pode fornecer estimativas razoáveis do consumo de recursos pelas diferentes atividades, bem como estabelecer a relação causa-efeito entre o consumo de recursos e suas atividades. Por fim, definidas as atividades, os recursos que cada atividade consumia eram alocados a elas.

Em entrevista ao conselho de administração da empresa, foram identificados os seguintes principais desafios:

- A tarifa desatualizada das travessias Belém- Camará e Belém-Arapari, nos últimos 20 anos, e sem perspectiva de reajuste pelo órgão regulador;
- A elevada taxa de sazonalidade do serviço, onde apenas em dois meses do ano é possível ter a lotação preenchida;
- O grande número de equipamentos de competidores nas travessias Belém-Camará e Belém-Arapari e, na travessia Belém-Cotijuba, e a concorrência do transporte informal;
- Escassez de mão de obra qualificada;
- Conflitos de natureza operacional e ajuste financeiro com empresas concorrentes;
- Ineficiências decorrentes de modelos de gestão predominantemente familiares sem gestão.

De fato, é um desafio para as empresas que operam nesse contexto. Há uma restrição ao crescimento da receita, porque o governo regula a tarifa e os custos são comprometidos pela sazonalidade da demanda – a empresa em apenas dois meses do ano opera a plena capacidade. Os direcionadores de custos são as milhas percorridas e o tipo de equipamento utilizado, ambos impactam no consumo de combustível, principal custo variável. Os custos trabalhistas também são importantes, mas são principalmente custos fixos.

A otimização dos custos fixos e variáveis exige melhoria contínua, conversão de alguns custos fixos em variáveis e redução de despesas; bem como, a otimização do número de viagens e a redução da capacidade ociosa, compartilhando recursos ou utilizando essa capacidade disponível (por exemplo, em termos de manutenção) para realizar outras atividades que possam resultar em receitas adicionais. As restrições em termos de procura (tanto de quantidade como de preço) não permitem aumentar as receitas, pelo que a maximização do lucro implica uma abordagem de otimização de custos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise do estudo de caso foi feita inicialmente pela modelagem da estrutura de custos, seguindo os princípios do ABC. Posteriormente, foi feita uma análise de otimização de custos utilizando um modelo de programação linear. Uma análise de sensibilidade e várias simulações foram realizadas para os três cruzamentos. Há duas empresas operando na travessia Camará, quatro empresas na travessia Arapari e apenas uma empresa opera a travessia Cotijuba.

4.1 Modelo de custo

Considerando a estrutura de custos do transporte aquaviário de passageiros apresentada anteriormente, foram coletadas informações sobre os custos dos recursos que sustentam as travessias, bem como, os direcionadores de custos para cada atividade. Por fim, uma vez computados os custos das atividades, eles foram alocados aos objetos de custo (ou seja, as três travessias), para os anos de 2017, 2018 e 2019. Os custos das atividades, que foram atribuídos às travessias, foram computados em um mensalmente e em média por ano, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Cenário atual – Média mensal dos resultados financeiros (Valores em US)

Travessias	Receitas	Viagens	Custos	Lucro
Camará	71.258,14	112	85.873,59	14.615,45
Arapari	67.891,36	231	54.226,25	13.665,11
Cotijuba	24.139,74	123	23.697,70	442,04
Total	163.289,25		163.797,70	-508,30

Fonte: Autoria própria (2021).

O Quadro 3 mostra que as atividades de manutenção de frota e operação de equipamentos são as principais atividades primárias e a manutenção da sede da empresa a atividade secundária que mais consome recursos. A manutenção da frota e a manutenção da sede da empresa são atividades explicadas principalmente pelos custos de mão de obra e custos relacionados à operação dos equipamentos, sendo os custos de consumo de combustível o mais significativo. A travessia de Camará tem custos mais elevados em todas as atividades, como mostra a Tabela 4.

Quadro 3 – Custos das atividades por travessia em média por mês (valores em US)

Custos das atividades primárias	
P1	Apoio administrativo no porto
P2	Venda de passagens (fabricação de passagens/reembolso/distribuição e custos de cartão)
P3	Liberação de frota e tripulação (preparação de equipamentos e escala de tripulação)
P4	Manutenção da frota (pessoal/armazenamento e equipamentos)
P5	Operação de equipamentos (entradas e tripulação)
P6	Operação de equipamentos (depreciação)
Não operacional	
P7	Publicidade e Marketing
Custos de atividades secundárias	
S1	Manutenção da sede da empresa
S2	Atividades administrativas
S3	Serviços contábeis e financeiros
S4	Outras atividades (diretoria pró-labore, propenda da empresa, mensalidades bancárias/empréstimo/sindicato patronal)

Fonte: Autoria própria (2021).

Tabela 4 – Custos das atividades por travessia em média por mês (valores em US)

Custos das atividades primárias			
P	(1.)	(2.)	(3.)
P1	4.904,42	3.433,10	1.471,33
P2	5.005,99	5.074,76	3.113,41
P3	1.337,72	192,67	79,89
P4	7.374,20	6.052,13	2.669,43
P5	45.555,70	24.501,62	10.093,89
P6	4.468,20	3.025,79	745,03
Não operacional			
P7	269,01	63,32	40,47
Custos de atividades secundárias			
S1	6.022,59	4.618,17	2.176,50
S2	3.351,18	2.345,83	1.001,28
S3	103,85	103,85	103,85
S4	7.480,72	4.815,02	2.202,63

Fonte: Autoria própria (2021).

4.2 Modelo de otimização

Foi estabelecido um cenário de rentabilidade global e por viagem de 10% sobre as receitas totais e estabelecidos os custos médios máximos permitidos para cada travessia. Os custos de combustível, que são variáveis e dependentes do número de viagens, também foram considerados. Os resultados são apresentados nas Tabelas 5 e 6. As travessias Camará e Arapari têm custos semelhantes, exceto os custos de depreciação, uma vez que a empresa opera com navios na travessia Camará e com balsa na travessia Arapari.

Tabela 5 – Cenários de otimização, lucro máximo e número de viagens

Custos das atividades primárias (em média por mês)				
P	(1.)	(2.)	(3.)	Custos de recursos
P1	14,84	11,96	43,72	9.808,85
P2	21,94	25,32	44,63	13.194,16
P3	0,83	0,65	11,92	1.610,28
P4	26,16	21,71	65,74	16.095,76
P5	43,05	60,81	137,54	32.865,50
P6	13,08	6,06	39,83	8.239,02
P7	0,27	0,33	2,04	372,80
Custos das atividades secundárias (em média por mês)				
S1	19,96	17,10	53,69	12.817,27
S2	10,14	8,14	29,88	6.698,29
S3	0,45	0,84	0,93	311,56
S4	20,81	17,91	66,69	14.498,37
Custo máximo	234,41	192,71	765,59	146.960,32
Mínimo	65,86	21,27	268,60	47.285,71

Fonte: Autoria própria (2021).

Tabela 6 – Cenário de lucro de 10% (valores em US\$)

Simulações	Restrições	Lucro	Viagens		
		Máximo	Camará	Arapari	Cotijuba
		(U\$)			
1	Com 10% de lucro, considerando informações apresentadas em Data da Tabela 4 e o modelo PL.	14.931,77	90	231	120
2	Considerando a análise de sensibilidade feita na primeira simulação e redução de custos na travessia do Camará.	16.269,41	110	231	120
3	Redução de custos em todas as travessias, proporcional ao peso dos custos da atividade em cada travessia.	16.161,44	110	231	123
4	Sem redução de custos, partilhando os custos de apoio administrativo no porto e manutenção da frota no Camará.	16.008,62	107	231	120
5	Redução de custos na passagem do Camará e partilha dos custos de apoio administrativo no porto e manutenção da frota na passagem do Camará (com duas embarcações).	16.266,66	111	231	123

Fonte: Autoria própria (2021).

A travessia de Cotijuba, de maior custo mensal, é feita com apenas um navio, com baixa frequência de viagens (apenas duas viagens por dia). O serviço ainda é subsidiado e operado por apenas uma empresa.

O modelo LP usado neste trabalho foi definido da seguinte forma:

- A função objetivo (z) considera a maximização do lucro da empresa; as variáveis de decisão x_1 , x_2 e x_3 são o número de viagens das três travessias: Camará, Cotijuba e Arapari, respectivamente;
- As restrições consideram os custos das diferentes atividades e custos diretos (ou seja, consumo de combustível);
- c_i representa o vetor de coeficientes de lucro para cada jornada;
- $a_{i,j}$ a matriz dos coeficientes;
- b_j vetor os coeficientes disponíveis para cada restrição.

Os recursos disponíveis para cada atividade são apresentados na última coluna. A partir desses resultados, foi desenvolvido um modelo de programação linear apresentado na Eq. (14).

$$\begin{aligned}
 \text{Max } z &= 63, 53x_1 + 19, 30x_2 + 19, 63x_3 \quad (38) \\
 \text{st } &43, 72x_1 + 14, 84x_2 + 11, 96x_3 \leq 9.808, 85 \quad (39) \\
 &11, 93x_1 + 21, 94x_2 + 25, 32x_3 \leq 13.194, 16(40) \\
 &65, 74x_1 + 26, 16x_2 + 21, 71x_3 \leq 16.095, 76(41) \\
 &137, 54x_1 + 45, 05x_2 + 60, 81x_3 \leq 32.865, 50 \quad (42) \\
 &39, 83x_1 + 13, 08x_2 + 6, 09x_3 \leq 8.239, 02 \quad (43) \\
 &2, 40x_1 + 0, 27x_2 + 0, 33x_3 \leq 372, 80 \quad (44) \\
 &53, 69x_1 + 19, 96x_2 + 17, 70x_3 \leq 12.817, 27(45) \\
 &29, 88x_1 + 10, 14x_2 + 8, 14x_3 \leq 6.698, 29 \quad (46) \\
 &0, 93x_1 + 0, 45x_2 + 0, 84x_3 \leq 311, 55 \quad (47) \\
 &66, 69x_1 + 20, 81x_2 + 17, 90x_3 \leq 14.498, 37(48) \\
 &756, 59x_1 + 234, 41x_2 + 192, 71x_3 \leq 146.960, 32 \quad (49) \\
 &268, 60x_1 + 62, 86x_2 + 21, 27x_3 \leq 47.285, 71 \quad (50) \\
 &x_1 \leq 112 \quad (51) \\
 &x_2 \leq 231 \quad (52)
 \end{aligned}$$

Após esta rodada inicial de otimização de custos, cinco cenários de otimização foram simulados (Tabela 7). Para encontrar essas reduções, várias simulações foram feitas buscando a melhor relação entre custo e lucro.

Tabela 7 – Redução do custo por atividade das travessias Camará, Arapari e Cotijuba (em %)

Atividades primárias					
P	Simulação	Simulação	Simulação	Simulação	Simulação
	(1.)	(2.)	(3.)	(4.)	(5.)
P1	9%	14%	9%	4%	4%
P2	8%	8%	8%	5%	4%
P3	35%	38%	6%	2%	9%
P4	22%	12%	9%	4%	4%
P5	20%	11%	8%	5%	4%
P6	1%	17%	12%	2%	4%
Atividades secundárias					
S1	21%	12%	9%	5%	4%
S2	25%	14%	9%	3%	4%
S3	17%	6%	6%	6%	3%
S4	25%	5%	9%	5%	4%

Travessia (1.) Belém-Camará; Travessia (2.) Belém-Arapari; Travessia (3.) Belém-Cotijuba.

Fonte: Autoria Própria (2021)

Os parâmetros incluem custos variáveis, lucro e número máximo de viagens possíveis. As simulações 2, 3 e 5 resultaram nas melhores relações entre o lucro máximo e o maior número de viagens. Foi possível estabelecer alternativas de redução de custos, mantendo valores muito próximos do lucro máximo e do número de viagens, para que a empresa pudesse avaliar qual delas seria melhor, ou mais fácil de ser realizada. Como a travessia de Camará é a que apresenta os maiores custos, recebeu maior atenção da análise de redução de custos. A partir da Tabela 7, podemos observar que a Simulação 5 é a que melhor se adequa ao nível de serviço exigido, definido pelo Órgão Regulador. Também oferece o melhor nível de rentabilidade.

Reduções de custos podem ser alcançadas compartilhando algumas atividades com outras empresas eventualmente concorrentes. As estratégias de redução de custos não devem comprometer o nível de serviço, bem como maximizar o lucro e o retorno do investimento da empresa, globalmente e por cruzamento.

5 CONCLUSÃO

Na Amazônia, empresas de navegação que transportam passageiros com concessões de gratuidade apresentam algumas dificuldades econômicas, como o estudo de caso aqui apresentado. O sistema de transporte é regulado pelo governo (por exemplo, tarifa e nível de serviço em termos de número de passageiros por travessia) e a Marinha estabelece alguns custos significativos, como salários. Assim, a maximização do lucro é condicionada em termos de receitas, o que implica uma forte otimização dos recursos utilizados. Tal otimização exige, em primeiro lugar, uma alocação precisa dos custos às atividades, pois são estes que podem ser otimizados por meio de estratégias eficientes como, por exemplo, o compartilhamento de equipamentos e infraestrutura.

A estrutura de custos do serviço, nomeadamente as atividades no mundo onde o transporte aquaviário é importante, e os recursos relevantes, e respectivos direcionadores de custos foi analisada considerando três anos de operação. Combustível e mão de obra são os recursos mais significativos e as milhas náuticas os direcionadores de custos da maioria das atividades. Existe um subsídio cruzado entre as travessias. No entanto, alguns fatos interferem nessa regularidade; sejam pontuais ou decorrentes de características de demanda. Por exemplo, devido à sazonalidade da demanda, que só atinge o pico em dois meses do ano (julho e dezembro), fazendo com que os equipamentos sejam totalmente utilizados em apenas dois meses do ano.

A sazonalidade do serviço é um problema que pode ser mitigado com mais passageiros nos períodos de alta temporada, de forma a cobrir a baixa temporada. Além da sazonalidade, a empresa enfrenta concorrência, o que contribui ainda mais para o excesso de oferta do serviço e para a existência de um déficit operacional. Além disso, esse déficit também se deve ao diferencial tarifário, pois as tarifas não foram atualizadas nos últimos anos.

Para explorar as oportunidades e condições de redução de custos operacionais, foram feitas simulações. Foi aplicado um modelo de programação linear seguindo a premissa de uma abordagem determinística, considerando a estabilidade do sistema, altamente regulado em termos de tarifas e capacidade de passageiros por viagem. Alguns aspectos podem ser destacados: o modelo de negócios atual pode ser otimizado por meio de reduções de custos efetivas e sustentáveis, como parcerias e colaboração entre empresas concorrentes, por exemplo, compartilhamento de custos de algumas atividades. De fato, vários custos podem ser reduzidos se a infraestrutura e a mão de obra terrestre (portuária e manutenção) são

compartilhados. Além disso, há economias de escala a serem exploradas na aquisição de recursos, principalmente combustíveis; em que suporta o cenário 5.

Por fim, existem algumas oportunidades de pesquisa que podem ser exploradas, por exemplo, o modelo e a abordagem de otimização desenvolvida podem ser replicados em outras empresas de transporte aquaviário similares. Outros estudos podem ser desenvolvidos para estender esta pesquisa, incluindo o impacto da sazonalidade, risco e incerteza, ou assumindo a sazonalidade da demanda e a análise do ponto de equilíbrio. Características operacionais como velocidade e capacidade dos barcos, o que pode reduzir significativamente o consumo de combustível. Além disso, é imperativo estudar o desenho de modelos tarifários, que incluam, por exemplo, o impacto de serviços gratuitos concedidos a seniores e estudantes.

O modelo e a abordagem aqui propostos estendem a literatura anterior sobre modelos econômicos e de custo e análise econômica no transporte aquaviário e oferecem uma base para desenvolvimentos futuros com relevância prática e teórica. Além de desvendar uma realidade presente na região amazônica e em outras regiões do mundo onde o transporte aquaviário é importante.

REFERÊNCIAS

- AIRES, J. C. A. *et al.* A avaliação do visitante sobre a infraestrutura de transporte à Ilha do Combú, um atrativo turístico amazônico de Belém (PA). **Revista Acadêmica Observatório de Inovação do Turismo**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3, p. 43-63, 2020. DOI: <https://doi.org/10.17648/raoit.v14n3.5772>.
- ALFREDINI, P.; ARASAKI, E. **Obras e gestão de portos e costas: a técnica aliada ao enfoque logístico e ambiental**. 2. Ed. São Paulo: Editora Blucher, 2009.
- ALMEIDA, P. J. C. A. **O controle da atuação das agências reguladoras federais brasileiras**. 2007. 154 f. Dissertação (Mestrado em Direito) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2007.
- AMARAL, A. C. C. **Licitação para concessão de serviço público**. 2. ed. São Paulo: Malheiros, 2002.
- AMAZONAS. **Constituição Política do Estado do Amazonas**. Manaus: Governo do Amazonas, 2015. Disponível em: <http://www.ale.am.gov.br/wp-content/uploads/2015/01/Constituicao-do-Estado-do-Amazonas-atualizada-2015.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2021.
- AN, F.; HU, H.; XIE, C. Service network design in inland waterway liner transportation with empty container repositioning. **Eur. Transp. Res. Rev.**, v. 7, n. 9, p. 1-11, 2015.
- ANDRADE, M. M. **Introdução a metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação**. São Paulo: Atlas, 1999.
- ARAÚJO, A. D. M. *et al.* **A importância do modal hidroviário para a consolidação da operação do Arco Norte**. 2018. 73f. Monografia (Especialização em Gestão de Negócios) – Fundação Dom Cabral, Belém, 2018.
- ASSIS, T. F. *et al.* Systematic review of feasibility studies on transport: a contribution to waterway transport. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 12, n. 4, p. 1-31, 2017.
- ATKINSON, A. A. *et al.* **Contabilidade gerencial**. Tradução: André Olímpio Mosselman Du Chenoy Castro. São Paulo: Atlas, 2000.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. São Paulo: Bookman, 2006.
- BARBOSA, L. T. S.; NETO SANTOS, J. T. A.; KUWAHARA, N. Revisão sistemática da literatura científica sobre transporte hidroviário no Estado do Amazonas. **Scientia Amazonia**, Manaus, v. 4, n. 3, p. 01-12, 2015.
- BAROUD, H. *et al.* Stochastic Measures of Network Resilience: applications to waterway commodity flows. **Risk Analysis**, v. 34, n. 7, p. 1317–1335, 2014.

BAYKASOGLU, A.; KAPLANOGLU, V. Application of activity-based costing to a land transportation company: a case study. **International Journal of Production Economics**, v. 116, p. 308-324, 2008.

BENCHIMOL, S. **Navegação e transporte na Amazônia**. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 1995.

BERNARDES, H. C.; FARIA, H. A.; DIAS, L. K. **Um estudo sobre os impactos das gratuidades nos custos do sistema de transporte público**. 2013. 32 f. Projeto de pesquisa (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

BERNARDI, L. A. **Política e formação de preços: uma abordagem competitiva sistêmica e integrada**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1998.

BLANCHET, L. A. **Concessão de Serviços Públicos: comentários à Lei 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, e à Lei 9.074, de 7 de julho de 1995 com as inovações da Lei 9.427, de 27 de dezembro de 96 e da Lei 9.648, de 27 de maio de 1998**. 2. ed. Curitiba: Juruá, 1999.

BLOCHER, E. J.; STOUT, D. E.; COKINS, G. **Cost management: a strategic emphasis**. New York: McGraw-Hill College, 2010.

BORGES, A.; RODRIGUES, A.; RODRIGUES, R. **Elementos de contabilidade geral**. 25ª ed. Lisboa: Áreas Editora, 2010.

BORNIA, A. C. **Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas**. São Paulo: Atlas, 2010.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [1998]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 01 ago. 2021.

BRASIL. ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Estudo sobre a Composição de Custos e Receitas para Proposição de Metodologia de Cálculo de Preço de Equilíbrio Econômico Financeiro na Prestação de Serviço de Transporte Aquaviário Longitudinal de Passageiros e Misto na Navegação Interior**. Relatório Final. Florianópolis. 2015. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/14509422-Contribuicao-conceitual-e-metodologica-a-determinacao-de-tarifas-no-transporte-rodoviario-de-passageiros.html>>. Acesso em 01 de agosto de 2021.

BRASIL. **Anuário Estatístico Aquaviário 2020**. Brasília: Agência Nacional de Transportes Aquaviários, 2021.

BRASIL. **Decreto nº 2.521, de 20 de março de 1998**. Dispõe sobre a exploração, mediante permissão e autorização, de serviços de transporte rodoviário interestadual e internacional de passageiros e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [199]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2521.htm. Acesso em: 24 ago. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 5.934, de 18 de outubro de 2006.** Estabelece mecanismos e critérios a serem adotados na aplicação do disposto no art. 40 da Lei no 10.741, de 1o de outubro de 2003 (Estatuto do Idoso), e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2006].

BRASIL. **Lei nº 10.741, de 1º de outubro de 2003.** Dispõe sobre o Estatuto do Idoso e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2003].

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015.** Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, DF: Presidência da República, [2015].

BRASIL. **Lei nº 8.899, de 29 de junho de 1994.** Concede passe livre às pessoas portadoras de deficiência no sistema de transporte coletivo interestadual. Brasília, DF: Presidência da República, [1994].

BRASIL. **Lei nº 8987, de 13 de fevereiro de 1995.** Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previstos na Constituição Federal, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [1995]. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8987compilada.htm. Acesso em: 02 ago. 2021.

BRASIL. **Resolução nº 912, de 23 de novembro de 2007.** Aprova a norma para outorga de autorização para prestação de serviço de transporte de passageiros e de serviço de transporte misto na navegação interior de percurso longitudinal interestadual e internacional. Brasília, DF: Agência Nacional de Transportes Aquaviários, [2007]. Disponível em: <http://sophia.antaq.gov.br/terminal/acervo/detalhe/5946>. Acesso em: 01 ago. 2021.

BRITO, E. G. **Transporte hidroviário interior de passageiros na região amazônica: metodologias aplicáveis ao cálculo do valor da tarifa.** Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes. RIO DE JANEIRO, 2008.

CANTASANO, N.; PELLICONE, G. Marine and river environments: a pattern of integrated coastal zone management (ICZM) in Calabria (Southern Italy). **Ocean and Coastal Management**, v. 89, p. 71-78, 2014.

CARVALHO, C. A. *et al.* A importância da avaliação do transporte rodoviário interestadual e internacional de passageiros através dos critérios de qualidade priorizados pelos clientes. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*. 26., 2006. Fortaleza. **Anais** [...]. Fortaleza: ENEGEP, 2006.

CASTRO, N. **Transporte rodoviário de passageiros: estrutura, desempenho e desafios regulatórios.** Faculdade de Administração da UFRJ, Rio de Janeiro, 2003.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: estratégia, planejamento e operação.** São Paulo: Pearson, 2016.

COOPER, C. *et al.* **Turismo: princípios e práticas.** 2. ed. São Paulo: Bookman, 2002.
COOPER, R.; KAPLAN, R. S. **Cost & Effect: using integrated cost systems to drive profitability and performance.** Boston: Harvard Business School Press, 1997.

COOPER, R.; KAPLAN, R. S. Profit priorities from activity-based costing. **Harvard Business Review**, v. 69, n. 3, p. 130-135, 1991.

CRUZ, J. A. W. O impacto do custo do capital próprio no ponto de equilíbrio. **Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, p. 1-13, 2006.

CUNHA, R. L. **Uma análise da estrutura do fluxo de informações na gestão operacional do transporte aquaviário de carga de Manaus usando a abordagem análise de redes sociais**. 2015. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Faculdade de Tecnologia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015.

CUTLER, J. C.; MORRIS, C. **Handbook of Energy: chronologies, top ten lists, and word clouds**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2019.

DANTZIG, G. B. **Linear programming and extensions**. Princeton University Press, 1998.

DANTZIG, G. B. Linear Programming. **Operations Research**, v. 50, n. 1, p. 42-47, 2002.

DANTZIG, G. B. Origins of the simplex method. In: DANTZIG, G. B. **A history of scientific computing**. 1990. p. 141-151.

DATTA, D.; FIGUEIRA, J. R. A real-integer-discretecoded differential evolution. **Applied Soft Computing**, v. 13, n. 9, p. 3884-3893, 2013.

DI SIERVO, J. S. **Aplicação de programação linear na seleção de carteiras de investimento**. 2017. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2017.

FIGUEIREDO, N. *et al.* **Caracterização da oferta e da demanda do transporte fluvial de passageiros da Região Amazônica**. Brasília: Agência Nacional de Transportes Aquaviários, 2018.

GONÇALVES, B. S. **Um procedimento para escolha modal do transporte terrestre de carga geral no Brasil**. 2013. 127f. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à pesquisa operacional**. 8 ed. Porto Alegre: McGraw-Hill, 2006.

INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS E APLICADAS. **Hidrovias no Brasil: perspectiva histórica, custos e institucionalidade**. Brasília: IPEA, 2014.

KAUP, M.; ŁOZOWICKA, D. The concepts of inland passenger transport in the Oder river basin. **New Trends in Production Engineering**, v. 1, n. 1, p. 349-356, 2018.

KIM, J. Activity-based framework for cost savings through the implementation of an ERP system. **International Journal of Production Research**, v. 47, n. 7, p. 1913–1929, 2009.

LEONE, G. S. G. **Curso de contabilidade de custos**: contém critério do custeio ABC. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

LI, J. Y.; NOTTEBOOM, T. E.; JACOBS, W. China in transition: institutional change at work in inland waterway transport on the Yangtze River. **Journal of Transport Geography**, v. 40, p. 17-28, 2012.

LUATHEP, P. *et al.* Global optimization method for mixed transportation network design problem: A mixed integer linear programming approach. **Transportation Research Part B: Methodological**, v. 45, n. 5, p. 808-827, 2011.

MAGALHÃES, M. T. Q.; ARAGÃO, J. J. G.; YAMASHITA, Y. Definição de transporte: uma reflexão sobre a natureza do fenômeno e objeto da pesquisa e ensino em transportes. **Transportes**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 1-11, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/transportes.v22i3.655>.

MARINS, E. E. **Otimização dos custos logísticos de transporte na empresa XPTO estudo de caso**. 2016. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração de Empresas) - Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

MARTINS, E. **Contabilidade de custos**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MEGUIS, T. R. B. **Transporte fluviomarítimo e turismo**: a viagem à Soure e as perspectivas de desenvolvimento local. 2018. 223 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento do Desenvolvimento) - Universidade Federal do Pará, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Belém, 2018. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/10382>. Acesso em: 02 set. 2021.

MEGUIS, T. R. B.; BAHIA, M. C. Transporte fluviomarítimo e turismo: a viagem a Soure e as perspectivas de desenvolvimento local. **Papers do Naea (UFPA)**, v. 28, n. 3, p. 178-195, 2019.

MENEGALI, M. V.; OLIVEIRA, R. Custo/Volume/Lucro como ferramenta gerencial estratégica em análises de rentabilidade: estudo de caso em uma indústria química. **Seminário de Ciências Sociais Aplicadas**, Criciúma, v. 3, n. 3, p. 1-12, 2012.

MOWEN, D.; HANSEN, R.; HEITGER, D. **Managerial Accounting**: the cornerstone of business decision-making. 7 ed. Boston: Cengage Learning, 2017.

NYRKOV, A. *et al.* Some Methods of Increasing the Efficiency of River Transport System. **Procedia Engineering**, v. 178, p. 543-550, 2017.

PANIGRAHI, J. K.; PRADHAN, A. Competitive maritime policies and strategic dimensions for commercial seaports in India. **Ocean and Coastal Management**, v. 62, n. 11, p. 54-67, 2012.

PARÁ. **Decreto n.º 1.540, de 31 de julho de 1996**. Regulamenta a Lei no 5.922, de 28 de dezembro de 1995, que dispõe, na forma do artigo 249, V da Constituição Estadual, sobre os critérios de fixação das tarifas para o transporte coletivo intermunicipal rodoviário e

aquaviário, de passageiros, inclusive travessias. Belém: Diário Oficial do Estado do Pará, 1996.

PARÁ. Decreto nº 1935, de 06 de dezembro de 2017. Regulamenta as isenções de tarifa no serviço de transporte intermunicipal de passageiros, concedidos, permitidos e autorizados, revoga o Decreto nº 3.947, de 24 de março de 2000, e dá outras providências. Belém: Governo do Pará, [2017].

PARÁ. Lei n.º 5.922, de 28 de dezembro de 1995. Dispõe, na forma do artigo 249, V, da Constituição Estadual, sobre o critério de fixação das tarifas para o transporte coletivo intermunicipal. Belém: Agência de Regulação e Controle de Serviços Públicos do Estado do Pará, 1995.

PARÁ. Lei n.º 8.987, de 13 de fevereiro de 1995. Dispõe sobre o Regime de Concessão e Permissão da Prestação de Serviços Públicos. Belém: Agência de Regulação e Controle de Serviços Públicos do Estado do Pará, 1995.

PARÁ. Lei n.º 9.074, de 7 de julho de 1995. Estabelece Normas para Outorga e Prorrogações das Concessões e Permissões de Serviços Públicos. Belém: Agência de Regulação e Controle de Serviços Públicos do Estado do Pará, 1995.

PARÁ. Lei nº 5.922, de 28 de dezembro de 1995. Dispõe, na forma do artigo 249, V, da Constituição Estadual, sobre o critério de fixação das tarifas para o transporte coletivo intermunicipal. Belém: Agência de Regulação e Controle de Serviços Públicos do Estado do Pará, [1995]. Disponível em: <http://www.arcon.pa.gov.br/sites/default/files/lei592295.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2021.

PARÁ. Lei nº 6.099, de 30 de dezembro de 1997. Cria a Agência de Regulação e Controle de Serviços Públicos do Estado do Pará. Belém: Agência de Regulação e Controle de Serviços Públicos do Estado do Pará, [1997]. Disponível em: http://www.arcon.pa.gov.br/sites/default/files/lei_6.099-97_-_atualizada_2013.pdf. Acesso em: 29 ago. 2021.

PARÁ. Resolução 03, de 16 de abril de 2019. Dá nova redação aos artigos 5º e 16 da Resolução ARCON 09/2018 que disciplina a isenção tarifária e dá outras providências. Belém: Agência de Regulação e Controle de Serviços Públicos do Estado do Pará, [2019]. Disponível em: http://www.arcon.pa.gov.br/sites/default/files/resolucao_arcon_no_03-2019_-_novo_prazo_.pdf. Acesso em: 24 ago. 2021.

PARÁ. Resolução ARCON nº 001/2000, de 12 de janeiro de 2000. Disciplina a operação do serviço convencional de transporte rodoviário intermunicipal de passageiros de médio e longo percurso e dá outras providências. Belém: Agência de Regulação e Controle de Serviços Públicos do Estado do Pará, [2000]. Disponível em: http://www.arcon.pa.gov.br/sites/default/files/resolucao_arcon_no_01_2000_-_convencional_atualizado_junho_2017.pdf. Acesso em: 29 ago. 2021.

PARÁ. Resolução nº 001/2014, de 19 de março de 2014. Fixa os novos valores das tarifas do serviço de transporte rodoviário intermunicipal de passageiros do Estado do Pará. Belém: Agência de Regulação e Controle de Serviços Públicos do Estado do Pará, [2014]. Disponível

em: http://www.arcon.pa.gov.br/sites/default/files/resolucao_arcon_no_01_2000_-_convencional_atualizado_junho_2017.pdf. Acesso em: 29 ago. 2021.

PARÁ. **Resolução nº 01, de 30 de junho de 2017**. Introduz alterações à Resolução Nº 01/2000. Belém: Agência de Regulação e Controle de Serviços Públicos do Estado do Pará, [2017]. Disponível em: http://www.arcon.pa.gov.br/sites/default/files/resolucao_001_2017_convencional_final.pdf. Acesso em: 29 ago. 2021.

PARÁ. **Resolução nº 9, de 4 de julho de 2018**. Estabelece procedimentos complementares necessários ao cumprimento das normas do Decreto Nº 1.935, de 6 de dezembro de 2017. Belém: Agência de Regulação e Controle de Serviços Públicos do Estado do Pará, [2018]. Disponível em: http://www.arcon.pa.gov.br/sites/default/files/resolucao_no_09_2018_nova_resolucao_gratuidades.pdf. Acesso em: 29 ago. 2021.

PASSOS, A. N. **Estudos em Programação Linear**. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

PASSOS, M. C. N. K. Fenícios pelo Mediterrâneo: formas de contato diversificadas. **Cadernos do LEPAARQ**, Pelotas, v. 15, n. 29, 174-185, 2018.

PEREIRA, C. A. G. **A medida provisória 595**: mudanças no marco regulatório do setor portuário no Brasil. Migalhas, 2013.

PIDD, M. **Tools for thinking**: modelling in management science. 4.ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2000.

PINTO, L. L.; MENEZES, M. A. F. Implementação de Algoritmos Simplex e Pontos Interiores para Programação Linear. **Revista EVS - Revista de Ciências Ambientais e Saúde**, Goiânia, v. 35, p. 225-246, 2008.

RAHMAN, M. A. *et al.* Selection of the Best Inland Waterway Structure: a multicriteria Decision Analysis Approach. **Water Resources Management**, v. 29, n. 8, p. 2733–2749, 2015.

REIS, W. S. **Sustentabilidade financeira do sistema de transporte público**: alternativas para o financiamento das gratuidades. 2019. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) – Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

REIS, W. S. **Sustentabilidade financeira do sistema de transporte público**: alternativas para o financiamento das gratuidades. 2019. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) – Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

RIBEIRO, P. C. C.; FERREIRA, K. A. Logística e transporte: uma discussão sobre os modais de transporte e o panorama brasileiro. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 17., 2002. Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba: ENEGEP, 2002.

ROCHA, C. F. **O transporte de cargas no Brasil e sua Importância para a Economia**. 2015. 71f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2015.

RODRIGUES, P. R. A. **Introdução aos sistemas de transporte no Brasil e a logística internacional**. São Paulo: Aduaneiras, 2005.

SANTOS, A. J. A importância dos modais logísticos: características, peculiaridades, vantagens e desvantagens. **UFRRJ**, Seropédica, v. 100, n. 1, p. 1-6, 2012.

SARKAR, P. *et al.* Potential for Economic Gains from Inland Water Transport in India. **Journal of the Transportation Research Board**, v. 2033, p. 45–52, 2007.

SCOTTINI, L. **A evolução da navegação de cabotagem no Brasil e o seu uso no comércio exterior brasileiro**. 2012. 97f. Relatório de iniciação Científica (Graduação em Comércio Exterior) – Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2012.

SEIDENFUS, H. S. Inland waterway transport in the federal Republic of Germany: situation and problems. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 28, n. 6, 1994.

SHANK, J. K. Strategic Cost Management: New Wine, or Just New Bottles. **Journal of Management Accounting Research**, v. 1, n. fall, p. 47-65, 1989.

SILVA, F. R. D. O. E. **Transportes turísticos na Amazônia: problemas e soluções dos principais pontos de acesso para a região**. 324 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2008.

SILVA, P. T. **Utilização do Software de Otimização GAMS na Proposição de Investimentos na Malha Dutoviária Brasileira**. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Ferroviária) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Paraná, 2018.

SILVA, S. F. **Panorama do cálculo de tarifa do transporte público urbano de ônibus**. Monografia (Especialização em Transporte e Trânsito) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SOUZA, S. R.; UCHÔA, A. G. F. Modal Ferroviário em Análise Comparativa de Custo: Estudo de Caso Manaus-Porto Velho. **UFAM Business Review-UFAMBR**, [S. I.], v. 1, n. 2, p. 108-125, 2019.

TOBIAS, M. S. G.; MORAES, H. B.; FIGUEIREDO, N. The role of ports in Amazonia cities for sustainable urban development: The case of Belem - Brazil. **WIT Transactions on the Built Environment**, v. 188, p. 11-21, 2019.

TOBIAS, M.S.G.; AFONSO, P. S. L. P. Economic Mode of Sustainable Value Chain in Passenger Waterway Transportation Service. **International Journal of Earth, Energy and Environmental Sciences**, n. 14, v. 2, 2020.

TSENG, L.; LAI, C. The relationship between income smoothing and company profitability: an empirical study. **International Journal of Management**, v. 24, n. 4, p. 727-833, 2007.

TUAN, A. V. Making Passenger Inland Waterways a Sustainable Transport Mode in Asia: Current Situation and Challenges. In: TUAN, A. V. **Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies**, 8, 2011.

VAKULENKO, K. *et al.* Proceedings of the Designing Optimal Public Bus Route Networks in a Suburban Area. **Transportation Research Procedia**, v. 39, p. 554-564, 2018.

VANDERBEI, J. **Linear programming: foundations and extensions**. Springer Nature, 2020.

VIEIRA, P. A. **Assim se pariu o Brasil**. Porto Salvo: Edições Saída de emergência, 2020

VILARINHO, A.; LIBONI, B. L.; SIEGLER, J. Challenges and opportunities for the development of river logistics as a sustainable alternative: a systematic review. **Transportation Research Procedia**, v. 39, p. 576-586, 2018.

YAN, Q.; ZHANG, Q. **The Optimization of Transportation Costs in Logistics Enterprises with Time-Window Constraints**. Discrete Dynamics in Nature and Society, 2015.