

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO
AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA

TRANSPORTE FLUVIAL POR EMBARCAÇÕES MISTAS NO
AMAZONAS: uma análise do trecho Manaus-Coari e Manaus-
Parintins

MÁRCIO ANTÔNIO COUTO FERREIRA

MANAUS

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO
AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA -
PPGCASA

MÁRCIO ANTÔNIO COUTO FERREIRA

TRANSPORTE FLUVIAL POR EMBARCAÇÕES MISTAS NO
AMAZONAS: uma análise do trecho Manaus-Coari e Manaus-
Parintins

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade da Amazônia, da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais e Sustentabilidade na Amazônia, na área de concentração em Dinâmicas Socioambientais.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Tatiana Schor

MANAUS

2016

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

F383t Ferreira, Márcio Antônio Couto
Transporte fluvial por embarcações mistas no Amazonas: uma análise do trecho Manaus-Coari e Manaus- Parintin / Márcio Antônio Couto Ferreira. 2016
164 f.: il.; 31 cm.

Orientador: Tatiana Schor
Tese (Doutorado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Indicadores. 2. Transporte fluvial. 3. Sustentabilidade. 4. ACP - Análise de Componentes Principais . I. Schor, Tatiana II. Universidade Federal do Amazonas III. Título


MÁRCIO ANTÔNIO COUTO FERREIRA

TRANSPORTE FLUVIAL POR EMBARCAÇÕES MISTAS NO
AMAZONAS: uma análise do trecho Manaus-Coari e Manaus-
Parintins

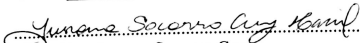
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Ciências do Ambiente e Sustentabilidade da
Amazônia, da Universidade Federal do Amazonas,
como requisito parcial para obtenção do título de
Doutor em Ciências Ambientais e Sustentabilidade
na Amazônia, na área de concentração em
Dinâmicas Socioambientais.

Aprovada em 30 de março de 2016.


Comissão Julgadora:


Prof. Dr. Bruno Ferreira Rizzuti


CPF nº 061.763.966-38


Prof. Dra. Jussara Socorro Cury

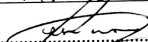
CPF nº 588.254.642-37


Prof. Dr. Nelson Kuyahara


CPF nº 440.771.762-87

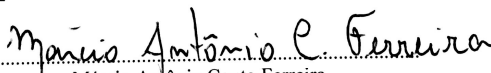

Prof. Dr. Guillaume Antoine Emile Louis Marchand

CPF nº 547.128-502-20

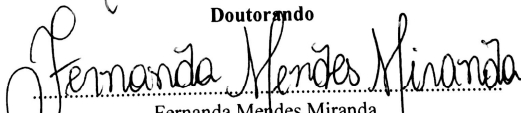

Prof. Dra. João Caldas do Lago Neto

CPF nº 332.756.642-20


Prof. Dra. Tatiana Schor - **Presidente**
CPF nº 258.027.138-44


Márcio Antônio Couto Ferreira

Doutorando


Fernanda Mendes Miranda
Secretária do PPG/CASA.

PPG/CASA, Av. Gen. R. Octávio Jordão Ramos, 3000 – Coroado – Campus Universitário/UFAM
Setor Sul Bloco “T” Fone: (92) 3305-4069 CEP 69.077-000, Manaus-Amazonas-Brasil

Dedico à Profa. Dra. Márcia Helena Veleda Moita
(*in memorian*), orientadora do mestrado e grande
amiga que me passou as primeiras orientações do
doutorado.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Altino e Alvina

A **Deus**, por iluminar meu caminho e da minha família e torná-lo sempre agradável, mesmo nos momentos de maior dificuldade;

Aos **meus pais**, presentes de Deus, que muito além de provedores são grandes amigos, incentivadores, conselheiros que sempre me animaram, protegeram e estiveram ao meu lado quando eu precisei, a vocês todo meu amor e gratidão.

Aos **meus irmãos**, Diana, Simone e Marlison; meus sobrinhos, Fabinho, Ana Júlia, Iago e Arthur pelo amor, carinho, estímulo, ajuda e compreensão que me ofereceram ao longo dessa jornada.

A **minha esposa**, Mirziane, pela motivação, ajuda e amor em todo processo da realização deste trabalho.

À Universidade Federal do Amazonas e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade da Amazônia pela oportunidade de realização desse importante passo na minha vida acadêmica e profissional.

A **Profa. Dra. Tatiana Schor**, orientadora e amiga que me suportou do início ao fim dessa jornada. Obrigado pela confiança e pelo apoio em todos os momentos.

Aos demais Professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade da Amazônia, pela capacidade de ensinamento com que contribuíram durante o curso.

Ao Coordenador do PPGCASA, Prof. Henrique, pela dedicação e seriedade que tem conduzido a Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade da Amazônia.

Aos amigos Max Sousa de Lima e Vilcélia de Souza Pires, que agiram sempre como catalisadores do processo de aprendizagem.

Agradeço à Fundação de Amparo de Pesquisa do Amazonas – FAPEAM, pela concessão de uma bolsa de estudo, benefício fundamental para concluir meu trabalho.

Esta pesquisa faz parte do PRONEX FAPEAM/CNPq – Cidades Amazônicas: dinâmicas espaciais, rede urbana local e regional, coordenado pelo Prof. José Aldemir de Oliveira do Núcleo de Estudos Pesquisas das Cidades na Amazônia Brasileira – NEPECAB, pertencente à Universidade Federal do Amazonas (UFAM), do qual obtive apoio financeiro para execução de suas atividades em campo.

Uma jornada de mil quilômetros começa com um único passo
Lao Tsu

RESUMO

O transporte na Amazônia é essencialmente fluvial e utiliza-se de embarcações para a movimentação tanto de cargas quanto de passageiros. Porém, esse sistema vem funcionando até hoje, sem uma regulamentação adequada, com poucos investimentos tecnológicos e apresentando percalços socioambientais. Dessa forma, o objetivo desta tese é estabelecer um sistema de indicadores sustentáveis para o setor de transporte fluvial da Região Amazônica utilizando os trechos Manaus-Coari e Manaus-Parintins como estudo de caso. Assim, foi proposto e gerado um indicador denominado Índice de Sustentabilidade do Transporte Fluvial no Amazonas – ISTFAM, por meio do método de Análise de Componentes Principais (ACP). Os resultados mostraram que os pesos obtidos nos indicadores e nos aspectos foram satisfatórios aos obtidos no *ranking* das embarcações, conseguindo retratar a realidade das embarcações mistas nestes trechos. Constatou-se ainda que o sistema não se mostra em equilíbrio nos aspectos sociais, ambientais e econômicos, necessitando também considerar os aspectos político (participação do Estado) e cultural (hábitos e costumes locais) para assegurar sua plenitude e, por conseguinte, garantir a sustentabilidade.

Palavras-chave: Indicadores; transporte fluvial; sustentabilidade; ACP.

ABSTRACT

The transport in the Amazon is mainly fluvial and makes use of vessels for the movement of both cargo and passengers. However, this system has worked so far without proper regulation, with few technological investments and presenting environmental mishaps. Thus, the main objective of this thesis is to establish a sustainable system of indicators for inland waterway transport sector in the Amazon region using the Manaus-Coari and Manaus-Parintins stretches as cases of study. Thus, it was proposed and generated an indicator called the River Transport Sustainability Index in the Amazon - ISTFAM through the method of Principal Component Analysis (PCA). The results showed that the weights obtained in the indicators and aspects were satisfactory to those obtained in the rating of vessels, reflecting the reality of mixed vessels in these parts. It was noted that the system is not in balance in social, environmental and economic aspects, requiring also to consider the political aspects (State share) and cultural (habits and customs) to ensure its completeness and therefore ensure sustainability.

Keywords: Indicators; inland waterway; sustainability; PCA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Localização da área de estudo.....	20
Figura 02 – Regime hidrográfico do Rio Solimões-Amazonas, foz dos Rios Negro e Madeira. Trecho Coari a Parintins.....	22
Figura 03 – Rio Solimões na estação de Coari. Cotas diárias (máximas, mínimas e médias) Série de 1996 a 2011.....	23
Figura 04 – Rio Amazonas na estação de Parintins. Cotas diárias (máximas, mínimas e médias) Série de 1996 a 2011.....	23
Figura 05 – Regime hidrográfico trecho Manaus-Coari (cheia e seca).....	24
Figura 06 – Ponto crítico regime hidrográfico trecho Manaus-Coari (cheia e seca)	25
Figura 07 – Regime hidrográfico no trecho Manaus-Parintins (cheia e seca).....	25
Figura 08 – Ponto crítico regime hidrográfico trecho Manaus-Parintins (cheia e seca)	26
Figura 09 – Embarcações mistas do trecho (Navio Parintins e Maresia).....	31
Figura 10 – Abastecimento de água nas embarcações.....	46
Figura 11 – Localização dos Atracadouros.....	47
Figura 12 – Croqui dos principais portos de Manaus.....	48
Figura 13 – Porto Organizado de Manaus (POM).....	56
Figura 14 – Porto da Manaus Moderna (PMM) na cheia e seca.....	57
Figura 15 – Terminal da Manaus Moderna.....	58
Figura 16 – Localização da área de estudo, trecho entre Coari e Parintins.....	61
Figura 17 – Localização Trecho Manaus-Coari.....	63
Figura 18 – Embarcações do Trecho Manaus-Coari.....	64
Figura 19 – Barco ribeirinho negociando carregamento de frutas até Coari.....	65
Figura 20 – Localização do trecho Manaus-Parintins.....	71
Figura 21 – Embarcações do trecho Manaus-Parintins.....	72
Figura 22 – Modelo de estrutura hierárquica de avaliação de alternativas.....	100
Figura 23 – Estrutura da Metodologia STPI.....	109
Figura 24 – Projeção bidimensional do Plano Gaia	112
Figura 25 – Estrutura da Metodologia ISTFAM	115
Figura 26 – Resultado dos Índices por embarcação.....	137
Figura 27 – Índice de sustentabilidade por embarcação	138

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Agregação dos Indicadores propostos.....	95
Tabela 02 – Escala Numérica de Saaty (2000).....	102
Tabela 03 – Avaliação dos Aspectos Sociais (IS).....	120
Tabela 04 – Nível de Decibéis.....	121
Tabela 05 – Análise Química da Água de Coari.....	123
Tabela 06 – Análise Química da Água de Parintins.....	123
Tabela 07 – Consumo de Diesel.....	124
Tabela 08 – Custos por trecho.....	125
Tabela 09 – Demonstrativo Geral dos Indicadores.....	126
Tabela 10 – Autovalores e autovetores da matriz de correlação social.....	128
Tabela 11 – Peso de importância dos indicadores do aspecto social	129
Tabela 12 – Indicadores Sociais por embarcação.....	129
Tabela 13 – Os autovalores e autovetores da matriz de correlação do Ambiental.	131
Tabela 14 – Peso de importância dos indicadores do aspecto Ambiental.....	131
Tabela 15 – Indicadores Ambientais por embarcação	132
Tabela 16 – Autovalores e autovetores da matriz de correlação Econômica.....	134
Tabela 17 – Peso de importância dos indicadores do aspecto Econômico	134
Tabela 18 – Indicadores Econômicos por embarcação.....	135
Tabela 19 – Resultados dos índices por embarcação.....	136
Tabela 20 – Índice de Sustentabilidade por embarcação.....	138

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACP - Análise de Componentes Principais

AHIMOR Administração das Hidrovias da Amazônia Oriental

AHP - *Analytic Hierarchy Process* (Método de Análise Hierárquica)

ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil

ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Fluviais

ANTT - Agência Nacional de Transportes Terrestres

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ARCON - Agência de Regulação e Controle de Serviços Públicos do Estado do Pará

ATRAC - Associação dos Armadores do Transporte de Cargas e Passageiros do Estado do Amazonas

CDS/ONU - Comissão Sobre o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas

CLT - Consolidação das Leis do Trabalho

CODOMAR - Companhia de Docas do Maranhão

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONIT - Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transportes

DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

DNPVN - Departamento Nacional dos Portos e Vias Navegáveis

EHA - Estação Hidroviária do Amazonas

FGTS - Fundo de Garantia por Tempo de Serviço

IA - Indicador Ambiental

IAIP - Indicador de Atendimento ao Interesse Público

ICC - Indicador de Custo com Combustível

ICP - Indicador de Custo com Passageiro

ICT - Indicador de Condições de Trabalho

ICTH - Indicador de Custo do Terminal Por Hora

IE - Indicadores Econômicos

IMT - Indicador de Modicidade nas Tarifas

IPA - Indicador de Poluição do Ar

IPS - Indicador de Poluição Sonora

IQAB - Indicador de Qualidade da Água do Bebedouro

IQAT - Indicador de Qualidade da Água da Torneira
IRDC - Centro Internacional de Investigações para o Desenvolvimento
IS - Indicadores Sociais
ISA - Indicador de Satisfação com a Alimentação
ISA Índice de Sustentabilidade para a Amazônia
ISC - Indicador de Satisfação com o Conforto
ISCT - Indicador de Satisfação com a Cortesia
ISG - Indicador de Segurança
ISH - Indicador de Satisfação com a Higiene
ISP - Indicador de Satisfação com a Pontualidade
ISR - Indicador de Satisfação com a Regularidade
ISTFAM - Indicador de Sustentabilidade do Transporte Fluvial do Amazonas
IVE - Indicador do Valor da Embarcação
MAD - Método de Análise de Decisão
MPMM - Método de Programação Matemática Multiobjetivo
OMS - Organização Mundial da Saúde
PAS - Plano Amazônia Sustentável
PMM - Porto da Manaus Moderna
POM - Porto Organizado de Manaus
PORTOBRÁS - Empresa de Portos do Brasil S.A.
PROMETHEE - Preference Ranking Organization Method for Enrichment and Evaluation
SINDARMA - Sindicato dos Armadores
SNAAPP - Serviço de Navegação da Amazônia e Administração dos Portos do Pará
SNPH - Sociedade de Navegação, Portos e Hidrovias
SOCICAM - Sociedade Civil Campineira
SSI - Índice de Sociedade Sustentável
STPI - Sustainable Transportation Performance Indicator

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
CAPÍTULO I - TRANSPORTE FLUVIAL NA AMAZÔNIA OCIDENTAL	35
1.1 Um breve histórico do transporte fluvial	35
1.2 Navegação na Amazônia	37
1.3 Transporte Fluvial no Amazonas	43
1.3.1 Caracterização dos portos	51
1.3.2 Caracterização dos trechos	61
CAPÍTULO II - INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE DO TRANSPORTE FLUVIAL	76
2.1 Princípios Gerais sobre os Indicadores de Sustentabilidade	76
2.2 Indicadores no contexto brasileiro/amazônico	83
2.3 Construção de indicadores para a navegação no Amazonas	88
2.4 Modelos de agregação para os índices	96
CAPÍTULO III - ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE PARA O TRANSPORTE FLUVIAL NO AMAZONAS (ISTFAM)	115
3.1 Método básico de agregação – proposta para implementação	116
3.2 Análise descritiva dos Indicadores	119
3.3 Ilustração do Modelo Proposto para avaliação da sustentabilidade no transporte fluvial.....	126
CONCLUSÃO	140
REFERÊNCIAS	144
GLOSSÁRIO	153
ANEXOS	154

INTRODUÇÃO

Na Amazônia, em especial no estado do Amazonas, o transporte é, primordialmente, fluvial e opera sem controle eficiente por parte do Estado e da sociedade civil, com consequências ainda não analisadas, tanto para os recursos naturais quanto em termos socioeconômicos.

No Amazonas, o transporte fluvial é realizado por embarcações que transportam cargas e passageiros e funciona até hoje, sem a devida regulamentação. Há entrada de embarcações clandestinas, excesso de passageiros e carga na alta temporada, os horários não são respeitados, há pouco investimento em tecnologia agregada à construção e operação naval, bem como ausência de equipamentos essenciais de navegação e, por fim, a qualidade dos serviços oferecidos apresentam-se inferiores em relação a outros modais. Isso tudo ocorre pela falta de uma regulamentação do setor e, principalmente, pela omissão do Estado. No entanto, é importante ressaltar que, para a população do Amazonas, é um modal essencial.

Em função disto, esta tese tem por objetivo contribuir para discussão do transporte fluvial na Amazônia Ocidental, mais especificamente, o transporte sustentável de passageiros e cargas, combinando análise teórica e empírica. Desta forma, é essencial descrever a realidade para conhecê-la.

O discurso e a prática corrente abordam indicadores como ferramentas privilegiadas para orientar as tomadas de decisão e assim influenciar a sustentabilidade. Sob essa premissa, vários trabalhos têm se dedicado a essa propositura na área de transportes.

A sustentabilidade deve assegurar o bem-estar do homem e do ambiente considerando em equilíbrio seus três aspectos clássicos: ambiental, econômico e social. Porém, nesse modal, somente esses aspectos não garantem a sua plenitude. A pergunta que orienta este projeto é formulada da seguinte maneira: É possível avaliar a sustentabilidade do transporte fluvial por meio da construção de um sistema de indicadores apropriados às questões amazônicas?

O transporte fluvial de carga e passageiros realizado por embarcações caracterizadas como mistas no Amazonas não apresenta um equilíbrio em termos sociais (segurança, conforto e higiene), econômicos (custos com terminais e custos com a viagem) e ambientais (poluição da água e poluição sonora). Portanto, a construção de um sistema de indicadores para o setor é uma ferramenta importante para mapear e direcionar este modal, colaborando para a sua sustentabilidade.

Para tal, foi construído um sistema de indicadores de sustentabilidade que levou em consideração os aspectos culturais e ambientais da região visando direcionar a análise para o campo da sustentabilidade econômica e ambiental. Este sistema de indicadores foi testado em dois trechos distintos de importância fluvial no Amazonas: o trecho Manaus-Coari, no rio Solimões, e o trecho Manaus-Parintins, no rio Amazonas.

Justificativa

Durante o século XX, após a Conferência RIO-92 e a divulgação da Agenda 21 Global, a elaboração de indicadores de sustentabilidade tornou-se mais notória. Isso porque houve uma maior compreensão para o equilíbrio entre os setores econômicos, sociais e ambientais visando serviços mais sustentáveis. A Agenda 21 recomenda que os países, as organizações governamentais e não-governamentais devem desenvolver o conceito de indicadores do desenvolvimento sustentável, assim como os identificar.

Os indicadores são diretrizes para que as empresas e instituições alcancem a sustentabilidade dos seus negócios. Van Bellen (2007) afirma que a função mais importante dos indicadores é a contribuição para a política e para o processo de tomada de decisão. Assim, o objetivo dos indicadores é quantificar informações, de modo que as empresas possam ter um norte para a melhoria de seus serviços e produtos.

Conforme perspectivas de Leff (2006) e Starell (1995), os indicadores de desenvolvimento para a promoção da sustentabilidade devem ser elaborados de forma a considerar elementos que expressem a qualidade de vida e do ambiente. Para Sachs (2004), são cinco os aspectos da sustentabilidade a serem considerados: o social, o ambiental, o territorial, o econômico e o político.

No entanto, independente do conceito de desenvolvimento sustentável, deve-se levar em consideração os três aspectos que caracterizam a sustentabilidade de um serviço: desenvolvimento econômico, meio ambiente e desenvolvimento social, e a criação de indicadores deve estar pautada nesse tripé (TAPAJÓS, 2002).

Vários setores já utilizam os indicadores de sustentabilidade para o crescimento de seus negócios. O transporte no Brasil também utiliza esta ferramenta na busca de um norte para o desenvolvimento e progresso desse setor no país. Logo, a elaboração de indicadores mais adequados ao modal fluvial no Amazonas é fundamental.

Na Amazônia, os indicadores de sustentabilidade tornam-se um instrumento indispensável na identificação de gargalos no desenvolvimento do setor de transportes.

Segundo Nogueira (1999), a singularidade dos problemas do transporte no Amazonas reside no fato de que a navegação fluvial é quase, exclusivamente, a única modalidade de transporte para o Estado e no interior deste. Araújo (2008) aponta para a seriedade da problemática social relacionada ao transporte no Amazonas, pois seu papel chave na produção torna a mesma encarecida quando da ausência deste modal.

O sistema de transporte fluvial, nesta região, difere do resto do Brasil porque a comunicação e a integração social se fazem, principalmente, por meio fluvial. As condições naturais dessa região constituem o principal fator que propicia o desenvolvimento da navegação.

No entanto, essa especificidade da Amazônia não pode jamais ser encarada como uma fragilidade geográfica ou ambiental. Pelo contrário, deve ser vista como uma potencial possibilidade e alternativa de transporte fluvial sustentável dentro do contexto local e global.

O transporte fluvial nessa região é realizado, principalmente, por embarcações caracterizadas como mistas, que além de transportar passageiros, transportam cargas em geral, tanto para os centros menores, sedes municipais e seus interiores, quanto para os grandes centros.

De acordo com Frota (2008), os passageiros na sua maioria estão insatisfeitos em relação à qualidade dos serviços oferecidos e, normalmente, queixam-se da falta de uma boa infraestrutura portuária, da desordem e demora no atendimento, da despreocupação com a higiene e limpeza das embarcações, da falta de cortesia dos funcionários. Conforme o mesmo autor, as embarcações são de pequeno e médio porte e podem representar risco para os passageiros, devido à má qualidade da manutenção, à superlotação e ao carregamento desordenado.

De acordo com a Capitania dos Portos (2014), desde 2005, foram registrados 246 acidentes envolvendo embarcações do Amazonas com 175 vítimas fatais. As causas principais foram: excesso de passageiros e cargas, baixa tecnologia agregada à construção e operação naval, falta de manutenção preventiva, falta de estrutura portuária, embarcações clandestinas, ausência de equipamentos como radar e ecobatímetro, falta de sinalização e balizamento dos rios, tráfego intenso, tronco de árvores nos rios e fenômenos atmosféricos pontuais, como temporais e ventanias.

Nos portos de Manaus as irregularidades são inúmeras, embarcações trafegam com excesso de passageiros e carga, mercadorias, em geral, ocupam todo o porão e o convés inferior destinado a passageiros, em vários casos dividindo espaço com estes. Além de muitas

embarcações ainda possuem a mesma estrutura de barcos que eram construídos no século passado.

Contudo, a despeito de todos os reveses do transporte fluvial no Amazonas, este modal é um dos mais viáveis no que diz respeito à sustentabilidade, por ser considerado como o modo que provoca os menores impactos ambientais (Tapajós, 2002), além de mais econômico quando comparado ao transporte rodoviário, ferroviário e aéreo.

Algumas falhas em planejamentos do setor de transportes brasileiro, no passado e presente, ressaltam a premência da necessidade de novas ferramentas e metodologias de auxílio à tomada de decisão em novos investimentos. É latente a falta de conhecimento sobre as verdadeiras condicionantes regionais (KUWAHARA, 2008).

Desse modo, há a necessidade de se definir um sistema de indicadores capaz de avaliar e monitorar o sistema de transporte fluvial, levando em consideração os modos de vida dos ribeirinhos da Amazônia, uma vez que tais ações implicam diretamente não só na qualidade de vida das populações, mas na sustentabilidade de suas relações simbólicas com os rios.

Os trechos Manaus-Coari e Manaus-Parintins exemplificam as outras regiões do Amazonas e foram escolhidos em função da grande movimentação de embarcações mistas que realizam o transporte fluvial de cargas e passageiros. Além disso, esses trechos utilizam os dois principais rios do Amazonas: no trecho Manaus-Coari, rio Solimões e o trecho Manaus-Parintins, rio Amazonas.

Parintins é a segunda cidade mais populosa do estado do Amazonas com 102.033 habitantes (IBGE, 2010). Tem os seus limites com os municípios de Barreirinha, Nhamundá, Boa Vista do Ramos e o Estado do Pará. Enquanto Coari é a quarta cidade mais rica no Norte brasileiro, superada apenas por Manaus, Belém e Porto Velho. Possui 75.965 habitantes (IBGE, 2010), sendo uma cidade privilegiada em seu aspecto geográfico, pois, possui inúmeras jazidas de petróleo e gás natural em seu subsolo. Assim, Coari e Parintins, posicionam-se como os municípios mais importantes do Estado do Amazonas.

Devido às questões geográficas, a construção de estradas de rodagem é imprópria e mesmo com a recente instalação de empresas aéreas nestes municípios do interior, as populações desses locais culturalmente dão preferência ao uso das embarcações como meio de transporte, haja vista que esta modalidade tem sido utilizada desde os primórdios do desenvolvimento histórico do Estado do Amazonas, sendo observado desde a época da borracha.

O objetivo geral desta tese é justamente estabelecer um sistema de indicadores sustentáveis para o setor de transporte fluvial da Região Amazônica tendo como estudo de

caso o trecho Manaus-Coari e Manaus-Parintins. Para tal estabeleceu-se como objetivos específicos: caracterizar a rede de transporte fluvial no trecho especificado; elaborar um sistema de indicadores de sustentabilidade específico ao transporte fluvial que considere os aspectos ambientais, econômicos e sociais; desenvolver um método que agregue as diferentes dimensões da sustentabilidade com o foco na participação dos envolvidos e que forneça resultados consistentes e factíveis à realidade da Região Amazônica.

Regime hidrológico

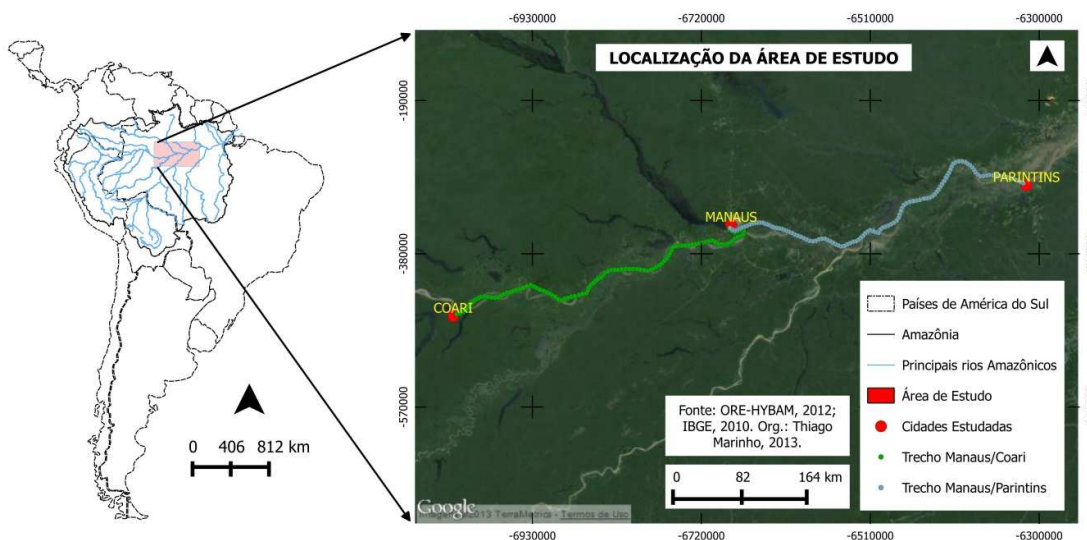
Segundo Filizola *et. al.* (2002), a bacia hidrográfica do rio Amazonas é considerada a maior do mundo, com superfície de, aproximadamente, 6 milhões de km², abrangendo 5% das terras emersas continentais do globo. Desde as nascentes do rio Amazonas, nos Andes Peruanos, até a sua foz no Oceano Atlântico, ele se estende por vários países: Brasil (63%), Peru (17%), Bolívia (11%), Colômbia (5.8%), Equador (2.2%), Venezuela (0.7%) e Guayana (0.2%). A vazão líquida média desta Bacia está estimada em 206.000 m³/s em sua foz (CALLÉDE et al., 2010).

De acordo com a agência paraense, a Administração das Hidrovias da Amazônia Oriental - AHIMOR (2011), o rio nasce nos Andes peruanos com o nome de Marañon, dividindo-se, no Brasil, em dois trechos: de Tabatinga (AM), passando por Coari (AM) até a confluência com o rio Negro, denominado Solimões e o rio Amazonas inicia-se próximo a Manaus (AM), passando por Parintins (AM) e vai da confluência até a foz no Atlântico. A agência enfatiza, ainda que no rio Amazonas, não há restrição à navegação, sendo permitida a navegação tanto de longo curso quanto de cabotagem, feitas por navios com calado de até 11 metros durante a cheia e de 08 metros durante a seca.

Na malha fluvial da bacia Amazônica em território Brasileiro, os cursos tributários assumem valiosa importância para a manutenção do rio principal. Destacam-se entre os principais afluentes, os rios Javari, Juruá, Jutai, Purús, Madeira, Tapajós e Xingu, que contribuem pela margem direita e os rios Içá, Japurá, Negro, Uatumã, Nhamundá, Trombetas e Jari pela margem esquerda. Portanto, há uma grande rede natural apta ao transporte fluvial, que se estende por toda a região. Tal malha fluvial corresponde ao tamanho expressivo de mais de 50.000km de trechos navegáveis, o que a torna extremamente bem drenada (BRASIL, 2006).

Para o desenvolvimento desta pesquisa, tomou-se como estudo de caso uma parcela da planície dos rios Solimões e Amazonas, situados na região da Amazônia Ocidental, no Estado do Amazonas, tendo como ponto de origem o município de Manaus, na confluência com os rios Negro e Solimões. Destaca-se na Figura 1, a área a ser estudada, que se divide em dois trechos, sendo: Manaus – Coari e Manaus – Parintins, obtendo uma distância total, em linha reta, de, aproximadamente, 733 km.

Figura 1 – Localização da área de estudo, trecho entre Coari e Parintins



Fonte: Autor, 2015

Tendo em vista que o transporte fluvial é a principal maneira de circulação de mercadorias e pessoas na Amazônia, foram listadas, por meio da Agência Nacional de Transportes Fluviais - ANTAQ (2012), um total de 87 empresas autorizadas a realizar o transporte de cargas na Bacia Amazônica, além de outras 64 empresas de caráter misto que atuam no transporte de passageiros e cargas.

Entre o Porto Organizado de Manaus (POM) e o Porto da Manaus Moderna (PMM) verificaram-se nove embarcações mistas que têm como destino final os municípios de Coari e Parintins. Estas embarcações fazem esses trechos de forma regular, sendo três no trecho Manaus-Coari e seis no trecho Manaus-Parintins.

De acordo com a agência do Amazonas, a AHIMOC (2002), durante o período de águas baixas, o rio apresenta profundidade mínima de oito metros entre Manaus e Coari e de três metros entre Fonte Boa, Tabatinga e Parintins. Os movimentos sazonais dos rios

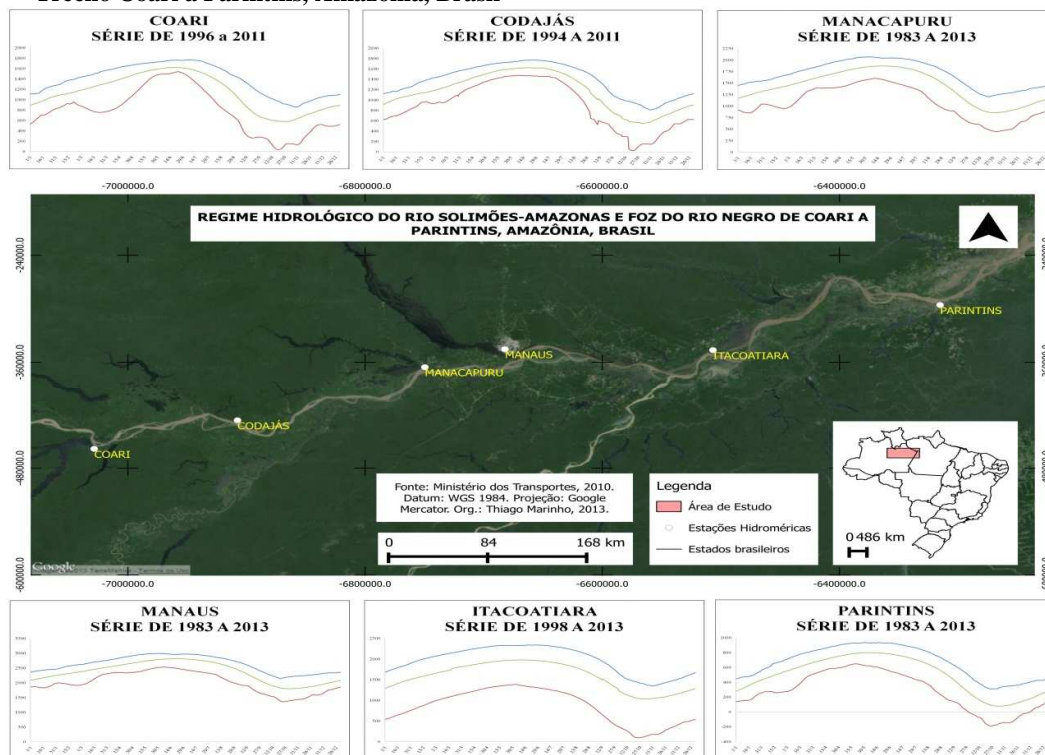
Amazônicos formam dois cenários distintos durante o ano, os quais modificam a paisagem, a vivência, o tempo de transporte e a organização das populações locais. São os cenários de águas baixas (secas e vazantes) e águas altas (cheias e enchentes). Filizola (2006) destaca que:

As oscilações nos regimes dos rios Amazônicos, tanto para cima (cheias), quanto para baixo (secas), ocorrendo de forma intensa ou não, obrigaram, com o passar dos anos, o caboclo local a construir um modo de vida adaptado àqueles eventos hidrológicos, porém ainda sofrendo com o flagelo causado pelos eventos críticos (FILIZOLA, 2006, p. 41).

Tais variações são manifestas no regime hidrológico que determinam as condições de navegação, bem como o modo de vida amazônico. Tendo como referência os níveis fluviométricos de cotas, que são as medidas (em cm) tomadas localmente, por meio de observações diárias feitas sob a gestão da Agência Nacional de Águas – ANA, pode-se identificar o regime que controla a área em estudo.

A Figura 2 expressa todas as estações hidrométricas utilizadas para caracterizar os dois trechos, que são: Manaus-Coari e Manaus-Parintins. No primeiro trecho, foram utilizadas as estações de Coari, Codajás e Manacapuru, localizadas no rio Solimões. Para o segundo trecho, utilizaram os dados das estações de Manaus, Itacoatiara e Parintins, pertencentes ao rio Amazonas.

Figura 2 - Regime hidrográfico do Rio Solimões-Amazonas, foz dos rios Negro e Madeira. Trecho Coari a Parintins, Amazônia, Brasil



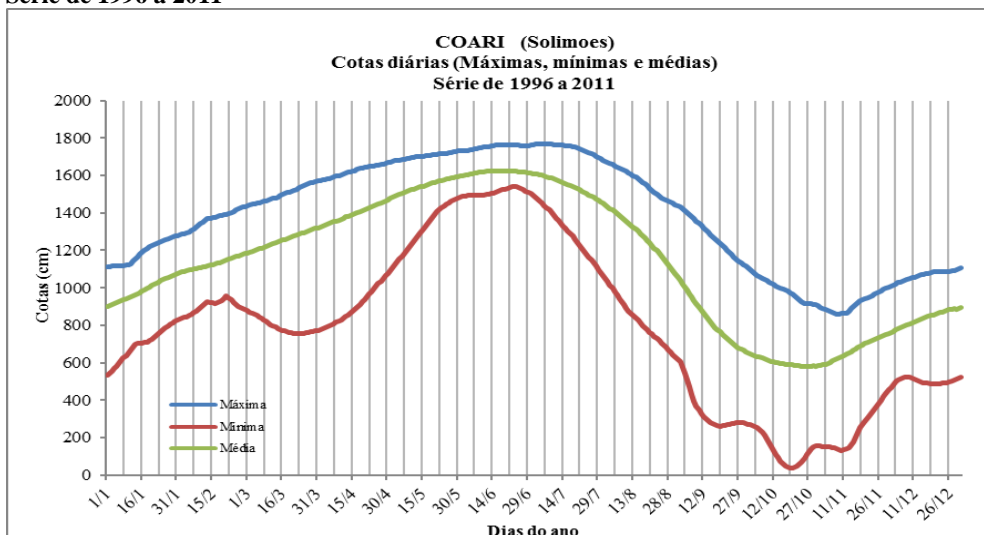
Fonte: Autor, 2015

É importante mencionar ainda, que o trecho estudado apresenta a junção de dois aportes fluviais de grande importância na bacia, uma vez que, próximo à estação de Manaus se apresenta a entrada do rio Negro e próximo a estação de Itacoatiara deságua o rio Madeira, levando o rio Solimões a ser denominado de rio Amazonas.

Pode-se verificar que as estações pertencentes a cada trecho apresentam grande similaridade, concluindo, portanto, que é suficiente a utilização apenas das estações de destino para a contemplação das análises, ou seja, as estações de Coari e Parintins.

A estação de Coari (Figura 3), que é o primeiro ponto de destino, se caracteriza com um pico de cheia entre os meses de junho e julho, com ocorrências também no mês de agosto, enquanto a seca ocorre entre os meses de outubro e novembro. Os demais meses do ano, configuram-se como períodos intermediários, sejam eles de enchente ou vazante. A estação de Coari apresenta uma diferença entre o pico de seca e o pico de cheia de, aproximadamente, 17 metros de amplitude.

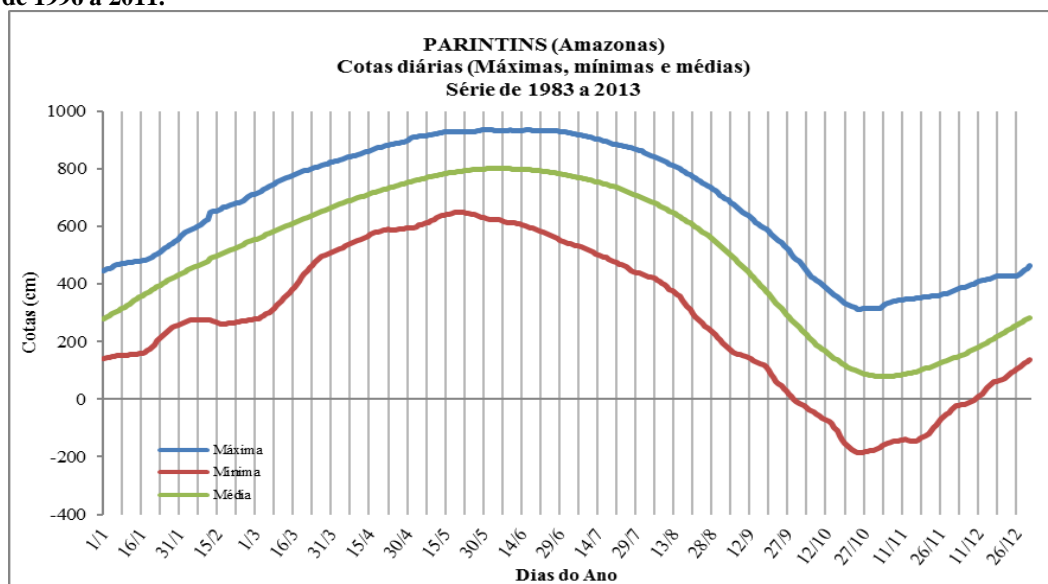
Figura 3 - Rio Solimões na estação de Coari. Cotas diárias (máximas, mínimas e médias) Série de 1996 a 2011



Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA), 2015

Na estação de Parintins (Figura 4), a cheia acontece entre os meses de junho e julho, a seca entre os meses de outubro e novembro, apresentando similaridades com a estação de Coari. Nesta estação, o rio Amazonas atinge níveis abaixo de zero, que o significa que a seca ultrapassa a régua de medida. A sua amplitude é da ordem de 11 metros.

Figura 4 - Rio Amazonas na estação de Parintins. Cotas diárias (máximas, mínimas e médias) Série de 1996 a 2011.



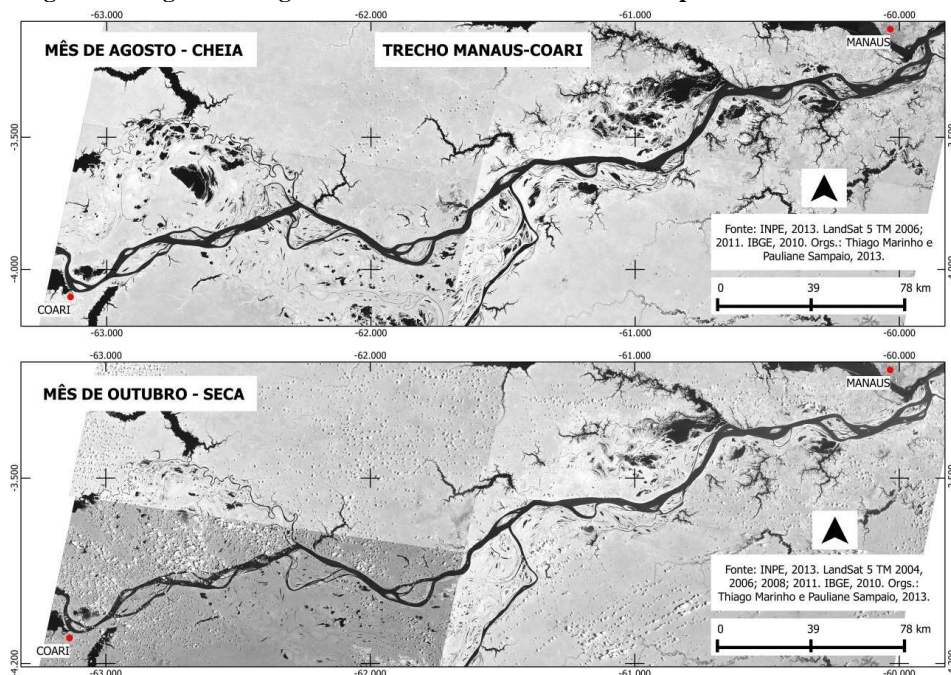
Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA), 2015

Com o intuito de melhor visualizar a variabilidade existente nesta região, elaborou-se um comparativo entre imagens de satélite Landsat TM 5, utilizando apenas a Banda 4, pois dá destaque para as massas d'água. Para a escolha das imagens, levou-se em consideração o mês, sendo ele correspondente ao período de cheia ou de seca.

A Figura 5 mostra o regime hidrográfico no trecho Manaus-Coari no período de cheia e seca. A Figura 6 apresenta uma ampliação do ponto crítico do regime hidrográfico neste trecho. A Figura 7 mostra o regime no trecho Manaus-Parintins e a Figura 8, a ampliação do ponto crítico da cheia e seca neste trecho.

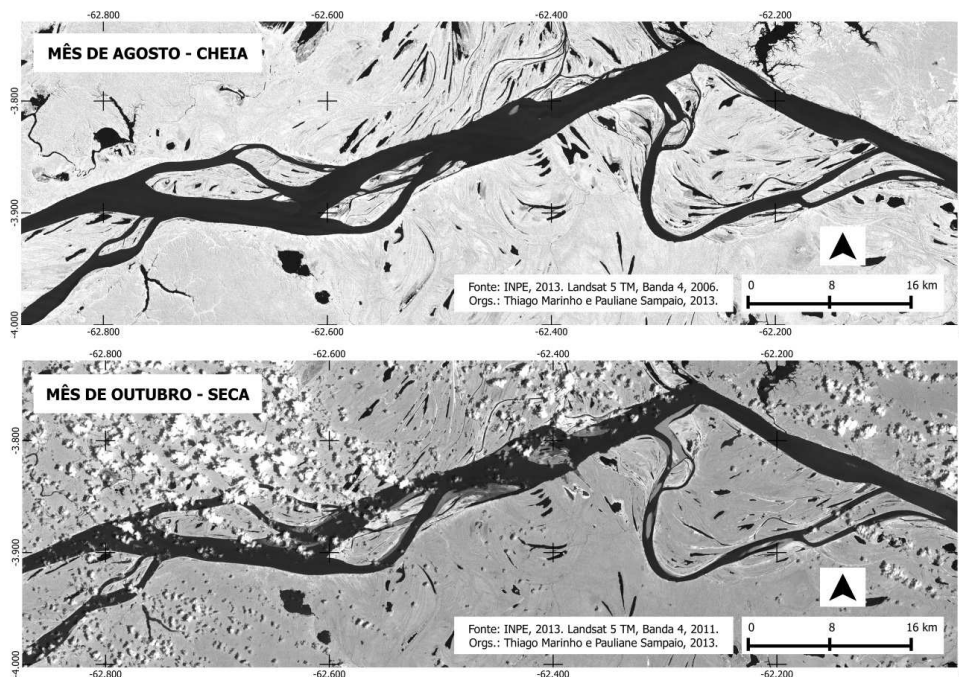
A variação existente com relação à quantidade de água na planície é notória. Na época de seca aparece um conjunto de praias provocando o estreitamento do rio, dificultando o trajeto normal da embarcação. Em período de cheia, há o surgimento de vários lagos e a interligação de canais que se desconectam na seca.

Figura 5 - Regime hidrográfico no trecho Manaus – Coari no período de cheia e seca.



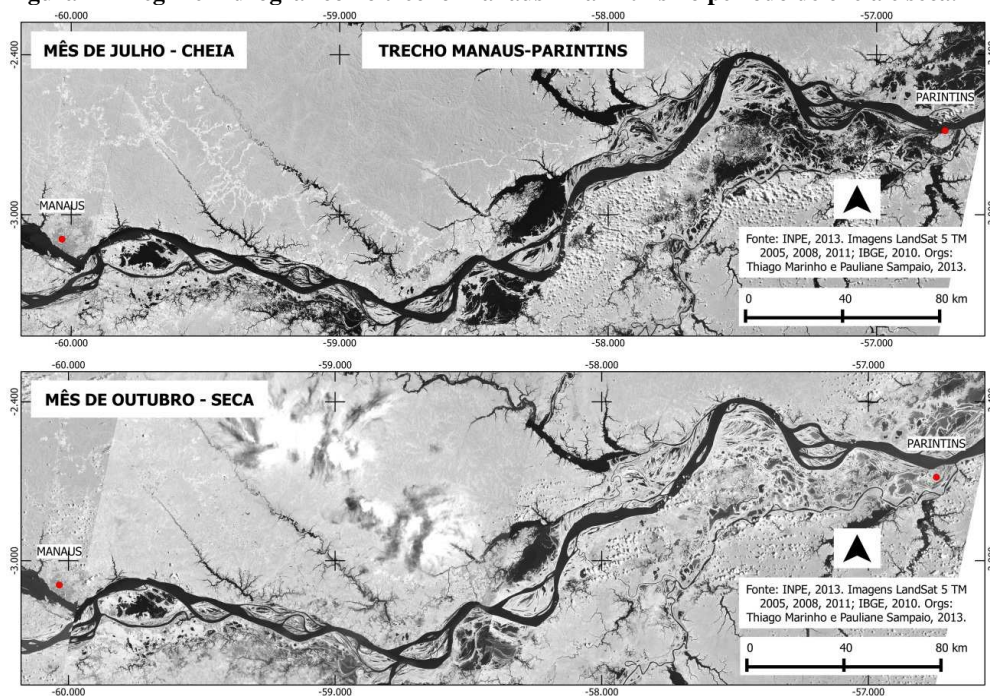
Fonte: Instituto de Pesquisa Espaciais (INPE), 2013

Figura 6 - Ponto crítico do regime hidrográfico no trecho Manaus – Coari no período de cheia e seca. Observa-se a quantidade de ilhas que aparecem no período de seca.



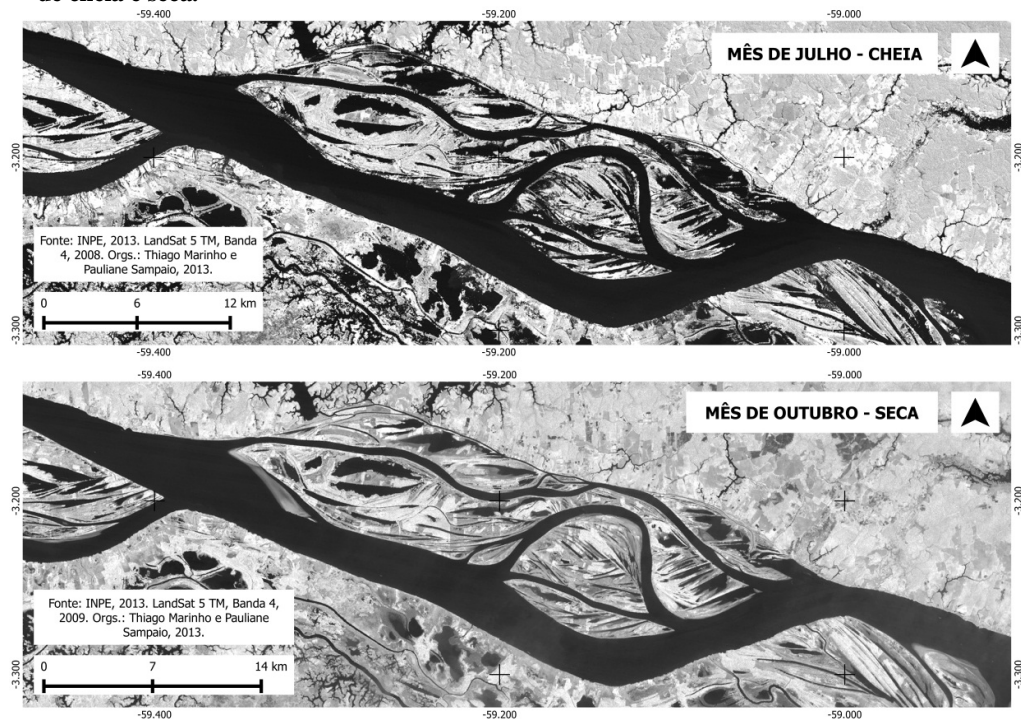
Fonte: Instituto de Pesquisa Espaciais (INPE), 2013

Figura 7 - Regime hidrográfico no trecho Manaus – Parintins no período de cheia e seca.



Fonte: Instituto de Pesquisa Espaciais (INPE), 2013

Figura 8 - Ponto crítico do regime hidrográfico no trecho Manaus – Parintins no período de cheia e seca.



Fonte: Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), 2013

Com a descrição minuciosa dos trajetos utilizados pelas embarcações, utilizando ainda essas imagens, é possível perceber que, realmente, não há um perfil único de trajeto, e que a variabilidade hidrológica é determinante, pois as embarcações acompanham essa variação, uma vez que estão sujeitos, por exemplo, ao aumento ou redução do tempo a ser percorrido, da velocidade a ser utilizada pelo motor, entretanto, tal fator não acarreta flutuações nos preços da carga e das passagens.

O regime hidrológico é percebido, tanto nos portos de origem (Manaus) quanto de destino (Coari e Parintins). Na orla portuária de Manaus predominam dois portos principais: o Porto Organizado de Manaus (POM) e o Porto da Manaus Moderna (PMM). Durante o período da seca, no PMM, a distância entre a avenida e a embarcação é aumentada consideravelmente, dificultando o embarque e desembarque de cargas e passageiros. Além disso, a poluição ambiental fica mais notória, sendo percebida pelo mau cheiro exalado e lixo exposto. Já no POM, a seca do rio Negro é percebida na inclinação das pontes de acesso (veículos e pedestres), redobrando o cuidado no trânsito dos veículos pesados e o esforço físico dos pedestres na passarela, visto que muitos fazem o próprio transporte das bagagens, além dos carregadores que fazem esse mesmo serviço até a entrada do porto. A situação do

POM não difere dos portos de destino, dada a estrutura portuária que apresentam, onde a seca é percebida somente na inclinação das pontes de acesso de veículos e passageiros.

Procedimentos teóricos-metodológicos

Para analisar o transporte fluvial na Amazônia Ocidental nos trechos Manaus - Coari e Manaus-Parintins, como estudo de casos múltiplos (YIN, 2010) escolheu-se a abordagem da Teoria Ator-Rede, mais especificamente, a perspectiva do Estudo da Ciência e das Técnicas (LATOURE, 2000b).

Essa perspectiva tem como princípio metodológico discutir a ciência a partir do estudo das pesquisas em andamento e não apenas de seus resultados (LATOURE, 1993). No estudo das Ciências e das Técnicas, o objeto de análise corresponde às pesquisas, ou seja, levando-se em consideração a presente tese, temos como objeto o transporte fluvial inserido na organização da sociedade, vislumbrando sua importância, sua estrutura organizacional, suas normas e outros fatores que possam influenciar o transporte fluvial em si.

A origem dos estudos da Ciência e das Técnicas é a pesquisa realizada por Latour, em conjunto com Steve Woolgar e foi descrita no livro *La Vie de Laboratoire: la production de faits scientifiques* (1996). A partir desse primeiro ensaio, Latour desenvolveu uma série de estudos voltados à relação “Ciência e tecnologia”, vida cotidiana e objetos técnicos, em especial, a proposta da *Actor-Network Theory* (Law, J. e Hassard J., 1999), que terá um papel importante no estudo de casos múltiplos escolhido para esta tese. Assim, os trechos e as embarcações distintas do trabalho funcionarão como fio condutor da pesquisa de campo.

Para Latour (1999b), a *Actor-Network Theory* (ANT) é um complemento ao Estudo da Ciência e das Técnicas tendo como foco o movimento na rede sócio-técnica do processo de interação entre objetos técnicos-ciência-sociedade. É essa capacidade de se concentrar nesse movimento de rede que permite considerar a pesquisa de maneira integrada, levando em conta todos os atores (passageiros, armadores¹, tripulantes e especialistas) e os não-humanos (portos, trechos, regime hidrológico e embarcações) envolvidos. Dessa forma, o pesquisador deve apreender, não só o que eles fazem, mas também como e porque o fazem (LATOURE, 1999).

É nessa concepção de objetividade, constitutiva da discussão aqui proposta, do transporte fluvial amazônico, que o conceito de rede, utilizado pela ANT, torna-se

¹ Armador é o nome dado ao dono da embarcação. Este termo será usado amplamente no decorrer da Tese, bem como outros termos utilizados no contexto das embarcações amazônicas, que serão explicitados no glossário.

interessante. Para Latour (2000), uma rede significa a presença de várias pequenas coisas, que não são sociais, por “natureza”, mas sociais, no sentido de que estão associadas, entre si (grifo do autor). Social, no sentido aqui empregado por Latour, é a forma de ligação entre as coisas, e não como “substâncias” ou domínio da realidade.

É nesta chave de leitura da produção teórica de Latour, que implica uma teoria da história específica, abrangendo, desde o procedimento de pesquisa, até uma audácia elaboração teórica, que possibilita esta tese se basear fortemente nessa abordagem específica da sociologia da ciência – Estudo das Ciências e das Técnicas.

Segundo Schor (2005), o que caracteriza essa abordagem, em termos de procedimento de pesquisa, é basicamente que a ANT incorpora, de maneira tensionada, a relação entre o autor e a rede, da qual fazem parte. Esta contradição, nos termos ator e rede, e a possibilidade de analisá-los, em conjunto, é o que viabiliza a possibilidade de se falar, apreciar e praticar a complexidade do estudo das relações de maneira profunda do transporte fluvial.

Para Latour (2001), o “pensamento é apreendido, modificado, possuído, por entidades não-humanas que, por seu turno, dada essa oportunidade pelo trabalho dos cientistas, alteram suas trajetórias, seus destinos, suas histórias”. Mais tarde, o mesmo autor (Latour, 2012) sugere ainda a recuperação da ideia de associações. A ação é assumida, o ator não é uma peça que já está no tabuleiro e que depois age. Trata-se de um ente que se constitui apenas na ação. Ele não existe como repertório. A ação é pensada como um evento e não como um ato localizando sujeitos e objetos. Quando o autor usa a expressão Ator-Rede, seu propósito é justamente deslocar a origem dessa ação. Os objetos agem também, pois pensar a rede é pensar numa série de ações (eventos) distribuídas, e não pensadas em razão de causa e efeito, assim, tecendo a própria rede. Dessa forma, a rede é um resultado e não um dado, por isso, sua descrição é uma maneira de dispor os rastros deixados por atores no curso de suas ações.

Para seguir os atores das embarcações mistas do Amazonas, o ponto de partida foi o porto de Manaus com destino a Coari e Parintins. O método de pesquisa foi essencial para compreender as ações dos atores, a descrição dos seus movimentos, cabendo ao pesquisador a compreensão dos significados atribuídos às pessoas e coisas. Eles devem, portanto, seguir e elucidar esse processo de ordenamento (TELLES e JOIA, 2012; LAGENDIJK e CORNFORD, 2000; LATOUR, 2012; VAN DER DUIM, 2007).

A proposta ator-rede de Latour (2000) concentra-se nas controvérsias entre atores e atos a uma nova maneira de análise dos seres não humanos na teoria social. Entre as

controvérsias desta rede destaca-se a permanência deste transporte que, mesmo não sendo regularizado e sem subsídio do governo, permanece operando numa região desafiadora como a Amazônia.

Com o intuito de elucidar o movimento da rede foi realizado um conjunto de pesquisas de campo. O universo da pesquisa é formado, principalmente, por passageiros do transporte fluvial e armadores das embarcações mistas. No caso dos armadores fez-se um censo. Para os passageiros utilizou-se a técnica de amostragem estratificada proporcional em cada embarcação amostrada (BUSSAB e BOLFARINE, 2005). Em relação às embarcações mistas foram considerados sujeitos de pesquisa das embarcações regulares com origem de Manaus, sendo o destino final Parintins ou Coari. A pesquisa identificou três embarcações com essas características no trecho Manaus-Coari e seis no trecho Manaus-Parintins.

A pesquisa de campo foi conduzida por meio de entrevistas com objetivo de coletar dados primários para caracterizar a rede de transporte e, a partir do seguimento dos atores, verificar quais eram os indicadores mais representativos em cada aspecto da sustentabilidade, visando ao final, à obtenção de dados para a elaboração do modelo proposto. Foi considerado pertencente à amostra de passageiros, todo o indivíduo de no mínimo 18 anos, de qualquer escolaridade, que utilizasse como meio de transporte as embarcações fluviais dessa região no ano hidrológico de 2015. Após a pesquisa, foi composto um banco de dados que descreveu o cenário do transporte fluvial na Amazônia Ocidental.

Para a validação dos instrumentos de coleta de dados, foi aplicado um pré-teste no primeiro trimestre de 2014, iniciando em janeiro de 2014. Para o trecho Manaus-Coari a embarcação foi o “Rei da Glória” e para o trecho Manaus-Parintins, a embarcação utilizada foi a “XIV de Outubro”. Os Formulários (anexo 1) aplicados para o dono da embarcação, passageiros e tripulantes, durante as viagens referiram-se à composição do banco de dados. Entretanto, verificou-se que os tripulantes não foram acessíveis, nos dois trechos, sendo assim retirados da pesquisa, ao contrário dos passageiros e do armador que foram solícitos ao fornecerem informações.

Nessa primeira aproximação com o objeto da pesquisa, foi necessária a permanência do pesquisador nos dois locais de destino (Coari e Parintins), durante 15 dias em cada cidade. O objetivo era apresentar a tese, com objetivos e metodologia para outros donos de embarcação, empresários locais (pessoas que utilizavam esse modal para transporte de carga), os donos de balsas e o administrador dos portos. Isto proporcionou o conhecimento do funcionamento da rede, no que se refere à movimentação de carga e passageiro nos trechos Manaus-Coari e Manaus-Parintins.

Após o pré-teste nesses campos, os formulários foram reavaliados e refeitos, visando à qualificação da tese que ocorreu em março de 2014. Durante o campo nesses dois trechos, foram verificados indicadores importantes para composição de cada aspecto da sustentabilidade. Por exemplo, observou-se que algumas pessoas não tomavam banho e nem consumiam a água do bebedouro da embarcação: muitos passageiros preferem comprar água mineral ou levam de casa a água e comida que serão consumidas durante o trajeto, devido à incerteza sobre a procedência da água.

Isso motivou a realização de uma análise química na água, influenciando nas variáveis do indicador de sustentabilidade ambiental. Por essa razão, durante uma viagem a Coari se manteve contato com o microbiologista professor Dr. Fernando Soares, da Universidade Federal do Amazonas, onde ficou acordado sobre uma análise da água das embarcações neste trecho. Em vista disso foi realizada mais uma viagem no referido trecho, desta vez utilizando os materiais de coleta de água, isopor com gelo, para fazer todo o procedimento de coleta da água, sistematicamente realizada de seis em seis horas de Manaus até Coari.

Da mesma maneira, a UFAM de Parintins foi contatada para realizar as análises, porém, os equipamentos das Universidades eram distintos, impossibilitando uma análise nivelada. Desta forma, decidiu-se contratar um laboratório especializado em Manaus e a análise confiada à empresa Nutricon: consultoria e análise de alimentos, sendo recomendado que se fizesse a coleta da água logo no início da viagem, ou seja, na saída do PMM, o que passou a ser feito regularmente nas viagens.

A permanência a bordo fez pensar na necessidade de desenvolver outro indicador relativo ao ruído. O indicador surgiu da seguinte inquietação: até que ponto o ruído constante do motor, sentido no espaço de tempo de 16 a 19 horas (descendo o rio) e 24 a 27 horas (subindo o rio) afeta a saúde auditiva das pessoas que utilizam esse modal? Desta forma, nas viagens seguintes adotou-se o uso de um decibelímetro digital para mensuração do ruído. Interessante observar que todas as respostas dadas pelos interlocutores dos dois trechos foram respondidas em termos comparativos: de uma embarcação com outra ou de viagens na mesma embarcação, observando aspectos que foram melhorando ou piorando com o decorrer do tempo.

No mês de agosto 2014 foi obtida a autorização para adentrar no Porto Organizado de Manaus - POM para a aplicação dos formulários com os armadores. Entretanto, mesmo após a autorização houve muitas visitas ao POM sem sucesso, devido à alta movimentação de negócios das embarcações, principalmente no carregamento de mercadorias.

Os armadores quando se disponibilizavam para a entrevista, eram frequentes as

interrupções para resolução de algum problema referente à carga, ou a remaravam, ou não podiam atender. Esta dificuldade de campo detectada levou o pesquisador a adotar outra estratégia: realizar as entrevistas nas cidades de destino. Porém, da mesma forma, os armadores não tiveram “tempo” ou não quiseram responder os formulários. Nas viagens seguintes percebeu-se que a melhor forma de obter informações dos armadores era viajando nas embarcações.

A pesquisa compunha-se de planejamento sistemático e estratégia de abordagem. Assim, os campos anteriores serviram para apresentação da pesquisa, agendamento de datas para viagens futuras e contato preliminar com os atores da rede. A composição do banco de dados para a elaboração do modelo em si, ocorreu nos meses de agosto e setembro de 2015, por meio de pesquisa de campo iniciando no trecho Manaus-Coari, com os barcos Maresia VII, Neto Silva e Jesus me Deus e no trecho Manaus-Parintins, com os barcos Navio Parintins I, Novo Aliança, Oliveira V, Comandante Severino, Coronel Tavares (casco de ferro) e Coronel Tavares (casco de madeira). Nessas viagens foram realizadas as entrevistas por meio de formulários com armadores e passageiros, além da mensuração do ruído e qualidade da água.

Figura 9 - Embarcações mistas dos trechos (da esquerda para a direita: Navio Parintins e B/M Maresia de Coari).



Fonte: Autor, agosto/setembro 2015.

O procedimento da qualidade da água ocorreu da seguinte maneira: antes do barco sair do PMM era feita a coleta da água das torneiras e dos bebedouros em coletores próprios: a amostra era acondicionada em um isopor e o material era levado ao laboratório. Tal procedimento foi feito sequencialmente, primeiro no trecho Manaus-Coari, em três

embarcações, depois no trecho Manaus-Parintins, seis embarcações, totalizando nove coletas. Outra coleta de água ocorreu na balsa do Roadway (POM) e na Balsa Amarela (PMM). A coleta foi realizada em três pontos, uma na lateral direita, outra no centro e a última na lateral esquerda, formando uma espécie de arco amostral.

Foi feito um planejamento visando à aplicação dos formulários, nas viagens nos dois trechos. No caso de Manaus-Coari, as viagens eram realizadas nos dias de: terça, quarta e sábado, como segue: Na quarta, Maresia VII; no sábado, Neto Silva e na terça-feira, Jesus me Deu. Nos barcos de Parintins, a sequência ocorreu da seguinte forma: No sábado, Coronel Tavares (ferro); na terça, Coronel Tavares (madeira); na quinta, Navio Parintins; no sábado seguinte no Oliveira V; na quarta, Novo Aliança e na sexta, Comandante Severino.

Procedimentos de Análise

A abordagem metodológica escolhida para analisar o transporte fluvial na Amazônia Ocidental nos trechos Manaus- Coari e Manaus-Parintins, como estudo de casos múltiplos (YIN, 2010), foi aquela relacionada a Teoria Ator-Rede (LATOUR, 2000).

Depois, foi realizado um conjunto de pesquisa de campo na Região Amazônica. O universo da pesquisa é formado, principalmente, por passageiros do transporte fluvial e armadores das embarcações mistas. No caso dos armadores fez-se um censo. Para os passageiros utilizou-se a técnica de amostragem estratificada proporcional em cada embarcação amostrada (BUSSAB e BOLFARINE, 2005). Em relação às embarcações mistas foram considerados sujeitos da pesquisa embarcações regulares com origem de Manaus, sendo o destino final Parintins ou Coari. A pesquisa identificou três embarcações com essas características no trecho Manaus-Coari e seis no trecho Manaus-Parintins.

A pesquisa de campo foi conduzida por meio de entrevistas com objetivo de coletar dados primários para caracterizar a rede de transporte e, a partir do seguimento dos atores, verificar quais eram os indicadores mais representativos em cada aspecto da sustentabilidade, visando ao final, a obtenção de dados para a elaboração do modelo proposto. Foi considerado pertencente à amostra de passageiros, todo o indivíduo de no mínimo 18 anos, de qualquer escolaridade, que utilizasse como meio de transporte as embarcações fluviais dessa região nos meses de agosto e setembro, ano hidrológico de 2015. Após a pesquisa, foi composto um banco de dados que descreveu o cenário do transporte fluvial na Amazônia Ocidental.

Os indicadores de sustentabilidade foram construídos com base nas avaliações de outros modais, nas literaturas específicas e na contextualização do transporte fluvial amazônico, sopesando os indicadores emergidos no campo para sua composição.

No setor de transportes fluvial no Amazonas, para que o índice de sustentabilidade ocorra de maneira satisfatória e os indicadores recebam pesos adequados é necessário tempo, dinheiro e principalmente consenso dos especialistas da área. Em razão da dificuldade de identificar tais pesos por meio desse consenso, propõe-se nessa pesquisa agregar tais indicadores, em um único índice global de sustentabilidade, por meio de métodos estatísticos para dados multivariados.

Nesse contexto, a Análise de Componentes Principais (ACP) surge como uma ferramenta enraizada em premissas matemáticas simples, tratando-se da representação dos dados em uma nova estrutura, obtida por meio de transformações lineares nos dados e fortemente fundamentada em informações sobre a variância das variáveis (JOLLIFFE, 2002; ANDERSON, 2003).

A proposta de um novo índice de importância, o qual se baseado nos parâmetros gerados pela ACP, também apresenta vantagens frente a outros métodos de seleção por conta de sua simplicidade e praticidade, pois são extraídos dos próprios dados coletados e não via percepção de especialistas.

Segundo Steinley e Brusco (2008), Anzanello e Fogliatto (2011), assumi-se que a maior variância sugere que a variável seja mais dispersa e, com isso, tenha mais capacidade de diferenciar, quando comparada a variável com menores variâncias. Para tanto, utiliza-se a ACP para gerar um índice de importância de variáveis; a informação contida nas variáveis incluídas na pesquisa é utilizada para determinar a contribuição das mesmas na composição do índice de sustentabilidade. Este método, Análise de Componentes Principais, encontra-se implementado em linguagem de Programação R, no pacote Prcomp do *software* R version 3.2.2. Para gerar um índice de sustentabilidade no transporte fluvial no Amazonas (ISTFAM), desenvolveu-se um Algoritmo que utiliza internamente algumas rotinas Prcomp.

Estrutura do trabalho

Esta tese está organizada em três capítulos, conclusões, referências e anexos. O capítulo I refere-se ao transporte fluvial na Amazônia Ocidental, iniciando-se com um breve histórico do transporte fluvial e a navegação na Amazônia, na sequência é feita uma análise do regime hidrológico nos trechos Manaus-Coari e Manaus-Parintins, alvos desta pesquisa. Por fim é apresentada a legislação brasileira do transporte.

No capítulo II, com base na literatura e no campo de pesquisa, apresenta-se uma revisão de indicadores de sustentabilidade do transporte fluvial e os indicadores de sustentabilidade que serão utilizados como proposta deste trabalho nos diferentes aspectos, a saber: ambiental, econômico e social. Expõe também os métodos: Método de Análise Hierárquico (AHP) e o PROMETHEE (*Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation*). Em meio a uma reflexão sobre a formulação matemática destes dois métodos, apresentamos a proposta de agregação dos indicadores por meio da Análise de Componentes Principais.

Por fim, o capítulo III descreve o modelo proposto, faz a análise descritiva dos indicadores, do comportamento da análise de componentes principais, apresenta os resultados, discussões e, ao final, tece as conclusões deste trabalho. O Anexo da tese mostrará o questionário e o algoritmo do modelo proposto.

O sistema de indicadores de sustentabilidade proposto levou em consideração os aspectos culturais e ambientais da região visando direcionar a análise para o campo da sustentabilidade econômica e ambiental, sendo testado em dois trechos distintos de importância fluvial no Amazonas: o trecho Manaus-Coari, no rio Solimões, e o trecho Manaus-Parintins, no rio Amazonas.

Assim, foi o escolhido método de análise de componentes principais baseado em metodologias que agregassem as diferentes dimensões da sustentabilidade: Método de Análise Hierárquica – AHP e o PROMETHEE (*Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation*), gerando, desse modo, o Indicador de Sustentabilidade do Transporte Fluvial do Amazonas – ISTFAM, o qual conseguiu capturar o real cenário das embarcações dos trechos definidos nesta tese.

CAPÍTULO I - TRANSPORTE FLUVIAL NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

Este capítulo tem por objetivo caracterizar a rede de transporte fluvial no trecho Manaus-Parintins e Manaus-Coari em embarcações que fazem transporte tanto de passageiros quanto de cargas, a partir de um breve histórico da navegação na Amazônia e no Amazonas, a estrutura organizacional dos portos, trechos e embarcações, tomando como base de estudo o transporte de embarcações mistas nos trechos Manaus-Parintins e Manaus-Coari.

1.1 Um breve histórico do transporte fluvial

A definição de transporte hidroviário ou fluvial, de acordo com Faria (1998), é todo veículo que se desloca no meio líquido incluindo o marítimo, fluvial e lacustre. A água tem sido utilizada como meio de transporte desde os tempos mais remotos de nossa sociedade, ora como deslocamento de pessoas, ora como meio de sustento e trocas comerciais.

Na antiguidade, navegar era uma arte passada de geração em geração. As embarcações eram de pequeno porte e impulsionadas, na maioria das vezes, pela força muscular, pelos ventos ou correntes naturais.

No final do século XV, início do século XVI, a época das grandes navegações proporcionou o desenvolvimento econômico da Europa, em virtude das buscas de novas rotas comerciais com o oriente. Isso impulsionou diversos países europeus a investir na aquisição de conhecimentos nas áreas da construção naval e na arte de navegar, tanto que no século XVI, Portugal liderava a tecnologia naval; e de seus estaleiros saíam alguns dos maiores navios que cruzavam os mares da época – as naus da Carreira ou da Rota das Índias (CARVALHO e CASTRO, 2006).

Graças a esses estudos, foi possível melhorar as embarcações, antes não resistentes às intempéries, com a inserção de técnicas de navegação, reduzindo o risco de acidentes. Nesse período, com o advento da bússola, houve também a introdução de astrolábios, cronômetros, aprimoramento dos mapas, conhecimentos mais aprofundados das cartografias e das rotas fazendo com que o transporte por meio das águas se tornasse mais seguro, tanto para o transporte de mercadorias quanto para os próprios navegadores.

Dessa forma, Portugal e Espanha foram os países europeus que mais se destacaram nesta área, apresentando variados tipos de embarcações. As naus e as caravelas portuguesas eram navios pequenos, ágeis, com suas velas latinas e tornaram-se as embarcações mais

utilizadas na época das grandes navegações. Portugal instituiu o movimento cultural em Sagres que contava com as melhores cabeças da Europa (BRASILEIRO et.al., 2001) e a partir daí o transporte hidroviário e a construção naval passaram a ter maior aproveitamento acadêmico-científico.

No início do século XIX, com a introdução da máquina a vapor, devido à revolução industrial, observou-se uma evolução dos transportes envolvidos com a navegação. Neste tempo, já havia uma gama de conhecimento suficiente das rotas navegáveis, facilitando o aumento do porte das embarcações, assim como meios para melhorar a velocidade, oferecendo mais segurança e conforto na utilização dessas embarcações para o transporte de pessoas e de cargas.

Historicamente, o transporte fluvial ocupou em todo o mundo um nível de grande relevância até o primeiro quarto do séc. XIX. A partir daí começa a perder importância pelo grande desenvolvimento de outros meios de transporte (NAZARÉ, 2001).

O transporte de cargas encontrava sérias dificuldades de operacionalização, seja no carregamento e descarregamento, por ser uma atividade que demandava esforço físico e tomava muito espaço no navio. Tal dificuldade levou os armadores a encontrar uma alternativa que otimizasse esse processo, para tanto foi proposto o uso de contêiner, já utilizado em outros modais. Cuoco (2008) indica que o uso do contêiner para o transporte de carga se iniciou em 1920, tendo sua disseminação inicial nos Estados Unidos, propulsionado durante a segunda guerra mundial.

Com o desenvolvimento industrial e a globalização em alta, os estudos e pesquisas referentes aos mares, rios e lagos permeou a era das tecnologias. Ciências como logística, qualidade e segurança se tornaram imprescindíveis não só para a navegação, como também para o aprimoramento dos sistemas de transportes aquáticos como um todo.

O Brasil conta com 13.000km de vias navegáveis utilizadas economicamente para o transporte de cargas e passageiros, podendo atingir cerca de 44.000km navegáveis, caso sejam realizadas obras de infraestruturas em outros 29.000km de vias naturalmente disponíveis, sem contar que o país possui um potencial de navegabilidade em águas superficiais fluviolacustres, em cerca de 63.000km (OLIVA, 2008).

A utilização de rios como vias navegáveis interiores foi uma das formas de consolidar a ocupação do território brasileiro desde o descobrimento do Brasil (ANTAQ, 2008). A evolução histórica dos transportes no Brasil tem sido marcada pela presença de inúmeros planos viários (NAZARÉ, 2001), no entanto, ao longo do tempo, pouco se investiu de forma planejada e eficiente na infraestrutura de transportes, principalmente no fluvial e ferroviário.

Na maior parte dos casos, foram motivações econômicas e políticas, e não propriamente uma vocação geográfica do Brasil, que determinaram o predomínio do rodoviarismo. A exceção fica por conta da região Amazônica, que, por suas características regionais, favorece o uso de hidrovias.

1.2 Navegação na Amazônia

Seria impossível, pensar, viver e produzir a Amazônia sem que fosse dotada de meios de transporte como a navegação, que permitisse o tráfego de pessoas e produtos (Benchimol, 1995). Por essa razão, o rio juntamente com seus paranás, lagos, furos e igarapés têm importância singular ao povo ribeirinho desta região. Todavia, não se pode falar sobre a navegação na Amazônia sem se reportar à história deste lugar, visto que, ambos estão interligados no cerne do seu contexto.

Para adentrar a região e, em seguida colonizá-la, os europeus necessitavam do conhecimento do nativo sobre a Região. Desta forma, a primeira ação do branco foi recrutar o indígena como mateiro e escravo. A navegação era extremamente difícil, dada a magnitude das distâncias, o que dificultou a exploração e povoamento da Região, feita àquela época com canoas a remo ou à vela, levando centenas de dias para subir as calhas do Amazonas e dos seus principais afluentes. Os indígenas, por sua vez, cruzavam a região em suas migrações a pé e depois em ubás (LOUREIRO, 2007).

Várias foram as expedições que afluíram para a Região, adentrando os rios em busca de especiarias e ouros para a coroa espanhola (COELHO, 1998). A expedição de Francisco Orellana, em 1542, seria a primeira viagem a percorrer quase todo o rio Amazonas, no sentido das nascentes à foz, no oceano Atlântico. Embarcados em um bergantim e quatro canoas, fez a descida até o rio Napo, com 50 homens, e alcançaram o rio Marañon, local onde aconteceria o lendário embate com aguerridas mulheres, fato que os impressionou tanto que batizaram o rio novamente de rio das Amazonas (LOUREIRO, 2007; UGARTE, 2009).

Loureiro (2007) narra que, no ano seguinte, voltaria com mais três navios e quinhentos homens, os quais seriam dizimados pela peste antes de atingir o Amapá, onde Orellana faleceu e os remanescentes desta expedição foram povoar a ilha de Marguerita.

Além dos espanhóis e portugueses, a nova terra despertou a curiosidade e a ambição de outros povos. Por isso, no ano de 1599, ingleses e holandeses começaram a fazer incursões pela Amazônia; os ingleses instalando-se no Oiapoque e os holandeses no Xingu. Em 1625 as posições holandesas foram tomadas por tropas mistas (indígenas, cametás e portugueses),

comandadas por Bento Maciel Parente, Pedro Teixeira, Aires Chichorro e Salvador de Melo. Já as inglesas começaram a ser ocupadas em 1629, também com a ajuda dos cametás e uns poucos soldados brancos comandados por Feliciano Coelho de Carvalho, Pedro da Costa Favela, Pedro Teixeira, Pedro Baião de Abreu e Aires Chichorro, com isso, os portugueses estabelecidos em Belém começaram a avançar o Amazonas. No ano de 1626, Pedro Teixeira empreendeu nova expedição, desta vez alcançando o Tapajós (LOUREIRO, 2007).

A expedição de Pedro Teixeira objetivava explorar um rio dominado por mulheres cavaleiras, bem como viabilizar o acesso à região peruana por via atlântica. Para tal façanha, contava com 47 grandes canoas, 70 soldados e 1.200 indígenas flecheiros (Coelho, 1998). Em 1637, o governador interino do estado do Maranhão determinou o reconhecimento do rio Amazonas, confiando-o a Pedro Teixeira que executou expedição rumo ao desconhecido. No seu retorno, em 1639, Pedro Teixeira tomou posse, para a coroa de Portugal, de todas as terras localizadas vinte léguas abaixo do rio Aguarico, onde foi plantado o marco. Com este feito, foi possível incorporar a Amazônia ao domínio colonial de Portugal, tornando sem efeito o Tratado de Tordesilhas (LOUREIRO, 2007).

As incursões de Pedro Teixeira foram de suma importância para as pretensões territoriais da coroa portuguesa para a colonização da Amazônia, que, desde o início se valeu da escravidão indígena, especialmente quando o interesse era a exploração das riquezas, que necessitava de pessoas conhecedoras da região. Na verdade, “a expansão do mercantilismo europeu transformou a Amazônia num palco de batalhas, onde os protagonistas disputavam a posse do território e as riquezas nele contidas” (COELHO, 1998).

Toda a história da Amazônia foi construída a partir de ações de ocupação, em que os colonizadores impuseram às sociedades já existentes na Região, processos de pilhagem, massacre e submissão aos antigos habitantes (NOGUEIRA, 1999). Os indígenas, por sua vez, resistiram até ao seu quase extermínio à colonização imposta pelo europeu. Encurralados em seu próprio território, expropriados de suas terras e violentados em seus costumes e língua nativa, muitas nações indígenas desapareceram, restando poucos remanescentes no território brasileiro, onde a maior fração está fixada na Amazônia.

No entanto, todo o processo de ocupação do território amazônico não seria possível sem os caminhos fluviais que foram essenciais para dinamizar tanto a comunicação entre os povos, quanto para facilitar o comércio intertribal, que se estabeleceu, prioritariamente, na várzea amazônica (NOGUEIRA, 1999). Para este autor, a extensão da bacia hidrográfica, aliada à variação do regime fluvial, já dava aos rios a vantagem para a circulação de pessoas e produtos, o que facilitou a dizimação de muitas nações ribeirinhas.

Desde o início, os colonizadores usufruíram dos conhecimentos indígenas, principalmente da técnica de percorrer os extensos caminhos fluviais. A navegação está intimamente ligada com o processo de ocupação e conquista do território, onde o rio ocupa lugar de destaque nas narrativas de Frei Gaspar de Carvajal (expedição de Orellana), de Cristóbal Acuña (expedição de Pedro Teixeira), do jesuíta Alonso de Rojas e viajantes que empreenderam viagens exploratórias na Amazônia, como Charles de La Condamine. Em todas as crônicas são frisadas a grandiosidade do rio Amazonas e de seus afluentes, o tamanho das províncias indígenas (aldeias e populações), as vegetações e as riquezas minerais encontradas (UGARTE, 2009). A esse respeito Gondim (1994) descreve: “sobre ele gravitam animais, aves, plantas medicinais, minérios e homens [...] sonhando com ele já se vislumbravam fortunas indescritíveis e oriundos dele já se degustavam os produtos do celeiro particular, gratuito, do europeu” (p. 98).

Gondim (1994), Benchimol (1995), Loureiro (2007), Santos (2007), Ugarte (2009) entre outros autores que se dedicaram a escrever sobre a história da Amazônia são unânimes em ressaltar que o transporte fluvial é indispensável à sobrevivência das populações e a navegação era bastante limitada pelas gigantescas distâncias, difícilimas de serem vencidas desde a época da vela, do remo, do advento do barco a vapor, até ao surgimento das máquinas a diesel.

O comércio foi um dos principais agentes propulsores da navegabilidade dos rios da Amazônia, responsável pelo escoamento da produção extrativa e importação de gêneros manufaturados necessários ao abastecimento das populações da Região. Em 1852, a principal rota comercial, ligando Belém a Manaus, rio Amazonas acima, era navegada por quarenta a cinquenta barcos a vela, que demoravam em torno de quarenta a noventa dias para vencerem o trajeto, por depender da direção e da velocidade do vento, auxiliando somente na travessia de uma margem para a outra, sendo o percurso maior feito à remo.

No interior das províncias do Amazonas e Mato Grosso, a atividade comercial movimentava mais de 2.000 canoas de diferentes tamanhos, todas ocupadas em recolher nas sedes municipais os produtos da terra para remessa à Belém, visto que ainda não se instalara a hegemonia econômica de Manaus sobre as demais localidades amazonenses e empregava mais de 6.000 pessoas, entre brancos e mamelucos nas tarefas mais leves e de comando, indígenas civilizados e gentios, cafusos, negros e criminosos condenados como remeiros e tripulantes (LOUREIRO, 2007).

Graças ao ciclo da borracha, foi possível investir na construção da infraestrutura de portos e de embarcações que, partindo de Belém e Manaus, percorriam quase todos os rios da

região, viabilizando a produção regional (BENCHIMOL, 1995). Com a abertura de novos seringais, essas embarcações passaram de 4.000, transitando em toda a província, posto que a embarcação a vapor demorou, cerca de 17 anos, para se estabelecer como transporte oficial na Região. A navegação à canoa ainda coexistiu por muito tempo, dado aos altos preços da máquina e as dificuldades de manutenção. O presidente provincial Félix Pereira Burgos alegava que esta destruiria o transporte de canoas, levando milhares de pessoas ao desemprego (LOUREIRO, 2007).

A navegação a vapor se estabeleceu como principal na Região, motivada pela apreensão política de uma investida externa que países como os Estados Unidos, Inglaterra e França, obtivessem a livre navegação na Amazônia. Surgiu a ideia de entregá-la a um grupo privado, sendo confiado ao Barão de Mauá o monopólio da navegação no Amazonas. Mauá aceitou o convite e incorporou a Companhia de Navegação e Comércio do Amazonas, começando a operar com três navios pequenos, entre os quais, o Marajó, fazendo a linha Belém-Manaus-Belém em 22 dias, o que significava na época uma velocidade sete vezes maior que a tradicional (SANTOS, 1980).

Tal embarcação alterou profundamente o quadro econômico da Região, reduzindo o tempo de viagem, incorporando os seringais do Amazonas ao mercado internacional. Tornou-se o grande fator de crescimento do ciclo da borracha ao oferecer transporte para maiores toneladas, que não poderiam ser carregadas nas pequenas embarcações a vela ou a remo.

No final do ciclo da borracha a região ficou esquecida: os seringueiros estavam pauperizados, além de milhares deles mortos pelas doenças endêmicas e epidêmicas, ou pela má qualidade de vida; os seringalistas e aviadores, descapitalizados, os exportadores [...] desapareceram na Europa, alguns se tornaram sócios das empresas de plantio do Oriente [...]. O Brasil usou os impostos aqui arrecadados em outras regiões; os governos do Amazonas e Pará aplicaram-nos em obras pomposas e os dirigentes dilapidaram os cofres públicos, o que redundaria em gigantescas dívidas, enquanto a Inglaterra auferia grandes lucros no controle do serviço público, bancos, transportes fluvial, marítimo e urbano da Amazônia, além de todas as fases de produção, exportação e venda da borracha, com a complacência de todos (LOUREIRO, 2007. p.35-36).

O povo da Amazônia classificava os barcos de acordo com as acomodações, destino e distâncias, distinguindo-os segundo sua categoria e classe: os paquetes, também chamados transatlânticos, destinados ao transporte e viagem de longo curso, ligando os portos de Manaus e Belém com New York, Liverpool, entre outras, além de oferecer grande cabotagem nas linhas do Lloyd para os portos do Nordeste, Rio, São Paulo, Montevideu e Buenos Aires, sendo responsáveis pelo transporte das importações do exterior. Transportavam ainda seringalistas, aviadores, comerciantes, coronéis, políticos e estudantes das famílias abastadas. Os gaiolas eram barcos a vapor menores, destinados a viajar nos rios menos profundos e que

não necessitavam de grande capacidade de carga, por serem menores, mais baratos e mais fechados. Por essa razão eram os preferidos dos armadores particulares, que não dispunham de subvenções e subsídios, como os navios da Amazon River (BENCHIMOL, 1995).

Já as Chatinhas, eram pequenos navios de roda de popa, com capacidade para 24 passageiros de primeira classe e 50 de terceira e mais 200 toneladas de carga trafegavam em trechos menores, intermunicipais. Entre as cidades de circulação das Chatinhas, está Itacoatiara, com início no ano de 1913 e término no ano de 1980 (LOUREIRO, 2007).

O ato político de abertura dos portos à navegação estrangeira só apresentaria resultados palpáveis no século XX, quando a economia da borracha já agonizava, época em que a *Amazon Steam* era liquidada cedendo lugar a *Amazon River*, em 1911 (SANTOS, 2007).

Os vapores de segunda linha, adaptados a viajar nos rios da Amazônia, inicialmente, eram de propriedade da Companhia do Comércio e Navegação do Alto Amazonas e da Fluvial Paraense, ambas adquiridas pela Amazon Steamship Navigation Co. Ltd., de Londres que, posteriormente se transformou em The Amazon River Steamship Co. Ltd., em 1911 (BENCHIMOL, 1995, p. 3).

A *Amazon Steamship Navigation*, após ser adquirida por Percival Farquar, em 1911, passou a denominar-se *The Amazon River Steamship Navigation*, subvencionada pelo Governo Federal, tinha sede em Belém, escritório no Rio de Janeiro e filial em Manaus. Em 1926, possuía 46 vapores, três rebocadores, três alvarengas tanques para transporte de óleo, 10 alvarengas para carga de carvão e reboques, cámbrea e diversos pontões, totalizando 14.400 toneladas líquidas (Loureiro, 2007). Sem dúvida, a maior frota de navios e embarcações pertencia a *Amazon River*, com 47 vapores, deslocando 16.440 toneladas e empregando 1.569 entre tripulantes e funcionários (BENCHIMOL, 1995).

Interessante ressaltar que, mesmo sem nunca ter vindo ao Brasil, Farquar investiu em concessões de empresas como a Companhia de Telefonia Brasileira, concessão para construir e explorar estradas de ferro como a Madeira-Mamoré, a estrada de Ferro de São Paulo e assumiu o controle de diversas ferrovias nacionais. Registra-se também sobre a alimentação servida a bordo de seus navios que primava pela qualidade e pela frequência: café da manhã, almoço, merenda e jantar, servidos por taifeiros educados. Os pratos eram feitos com carne fresca do gado abatido no convés inferior, além do leitão a *pompadour*, da pescada assada, das saladas, pudins, saladas de frutas, vinhos e licores (LOUREIRO, 2007).

Sua frota compunha-se dos seguintes navios: navios de dupla hélice, fabricados na Holanda, em 1914, denominados de Vaticanos, com capacidade para 100 passageiros em camarotes, 100 na coberta, mais 1.000ton de carga, cada um com duas máquinas e duas hélices. Estes navios funcionavam nas cidades de Porto Alegre, Goiás, Vitória, Distrito

Federal, São Salvador, Fortaleza, Cuiabá, Belém, São Luís, Belo Horizonte, Recife e Florianópolis (LOUREIRO, 2007).

Apesar da crise da borracha o sistema de navegação da Amazônia, ainda funcionava a contento, liderado pela *Amazon River*, graças aos subsídios pagos pelos governos Federal, do Amazonas e do Pará. No ano de 1940, o Governo Federal, após detectar irregularidades nas contas da *Amazon River*, rescindiu o contrato com esta empresa, juntamente com a prestadora de serviços portuários Porto do Pará, criando a autarquia Serviço de Navegação da Amazônia e Administração dos Portos do Pará - SNAAPP (LOUREIRO, 2007).

Em 1967, com a nova política de transporte no Brasil, o governo decidiu pela extinção da SNAAPP e desmembramento de suas atividades portuárias e de navegação, criando a CDP – Companhia Docas do Pará e a ENASA. Sem a renovação necessária das embarcações e pelas sucessivas más administrações, essas empresas estatais acabaram por desaparecer, deixando a Região Amazônica sem o transporte fluvial, necessário ao seu progresso (Loureiro, 2007). Deste modo, o transporte fluvial persiste de forma precária e incerta, sobretudo no atendimento às populações mais longínquas (Benchimol, 1995), mantem-se na forma de um caos de improvisação de balsas, dezenas de milhares de embarcações de madeiras (LOUREIRO, 2007).

Benchimol (1995) argumenta que houve uma mudança também na tecnologia do transporte fluvial. O vaticano, o gaiola e a chata foram substituídos pelas balsas e empurradores. Assim, os rios foram sendo povoados por um novo tipo de embarcação de carga: a balsa de derivados de petróleo, o cargueiro rô rô² caboclo que transporta carretas e containers nos transportes rodo-fluviais.

Atualmente, a navegação na Amazônia caracteriza-se pelo uso de balsas usadas no transporte de cargas diversas, como veículos, madeiras, maquinário e mercadorias. As lanchas, utilizadas, basicamente, no transporte de passageiros com volume pequeno de bagagem. Existem também os transatlânticos, oriundos de outros países, que movimentam o turismo na Região e as embarcações mistas atendendo passageiros e cargas, sendo esta última predominante. Para atender essa demanda de embarque e desembarque de cargas e passageiros foram construídos portos na capital e nas principais cidades do interior, que dispõem de uma estrutura de atracadouros e organização portuária de serviços inerentes a essa demanda.

² “Rô-Rô” é uma abreviatura de Rollo n Roll off – tipo de cargueiro para transportes de automóveis e outros veículos, que permite que estes entrem e saiam do navio pelos próprios meios.

1.3 Transporte fluvial no Amazonas

A Amazônia Ocidental está localizada na região Norte do Brasil e é constituída pela área abrangida pelos Estados do Amazonas e Acre e os territórios federais de Rondônia e Roraima, consoante o estabelecido no § 4 do artigo 1º do Decreto-lei nº 291, de 28.02.1967 (SUDAM, 2014). A Amazônia Ocidental detém 42,97% da extensão territorial da Amazônia Legal e comporta, aproximadamente, 57% das florestas da região, o que a torna a parte mais preservada da Amazônia (SUFRAMA, 2015).

O Amazonas possui uma área de 1.570.745 km², constituído de 62 municípios, de acordo com o IBGE (2010). O estado é a segunda unidade federativa mais populosa da região norte, com 3,5 milhões de habitantes, sendo superado somente pelo Estado do Pará. Seus municípios mais populosos são: Manaus, Parintins, Itacoatiara, Coari e Manacapuru.

O estado do Amazonas abarca a Bacia Amazônica que tem uma área total de cerca de 6,5 milhões de quilômetros quadrados, sendo que 4 milhões só no Brasil. Além de ser considerada a maior em extensão, é também considerada a maior bacia em volume de água e possui 23.000km navegáveis (FROTA, 2006).

O principal curso de água da Bacia Amazônica é o Rio Amazonas, que nasce em território peruano, no riacho Lauricocha, originário da lagoa do Ninõ, nas geleiras da cordilheira de Santa Anna, cerca de 5.000m acima do nível do mar. O percurso inicial, de 45 Km, é realizado em quedas, no sentido norte, formando as lagoas Santa Anna, Cablocacha, Nieveurco, Tinquincocha, Yanacocha e Patarcocha. Após escoar no Lago Lauricocha, toma a denominação de Marañon, ainda nos Andes, onde recebe pequenas contribuições, e após atravessar o Pongo de Manseriché, segue a direção leste até a foz, no Atlântico. Assim, entra no Brasil e, a partir da confluência com o rio Javari, próximo a Tabatinga, é chamado de Rio Solimões e na confluência com o Rio Negro, passa a ser denominado de Rio Amazonas. Próximo a Manaus, bifurca-se com o Paraná do Careiro, estimando-se aí uma largura de 1.500 m e profundidade, em torno, de 35 m. Entre a confluência do Rio Negro e a região das ilhas, próximo à desembocadura, é conhecido por Baixo Amazonas (ANEEL, 2015).

Em virtude de sua posição geográfica, praticamente paralela ao Equador, o regime de águas do rio Amazonas é influenciado pelos dois máximos de pluviosidade dos equinócios, sendo, por isso conhecido como regime fluvial de duas cheias. Além disso, a bacia Amazônica está sujeita ao regime de interferência, portanto, tem contribuintes dos hemisférios

Norte e Sul, coincidindo a cheia de um hemisfério com a vazante do outro. Diante da geografia hidroviária do Amazonas é pertinente que sua vocação nata seja a navegação.

O transporte no Amazonas é predominantemente fluvial diferente do restante do Brasil, segundo Benchimol (1995), por esse motivo foi possível investir na construção de infraestrutura de portos e na compra de embarcações, viabilizando a produção regional. As condições naturais dessa região foram fundamentais para o desenvolvimento da navegação, a própria comunidade ribeirinha, ao longo do tempo especializou-se em utilizar as águas como meio de transporte e subsistência.

Carvalho (1966) ressalta que as estradas na Amazônia são líquidas e o transporte mais usado é a canoa, sem deixar de mencionar que desde as ubás até as gaiolas houve uma evolução gradativa deste sistema de transporte na Amazônia.

O transporte fluvial de passageiros é fundamental para a Região Amazônica. Segundo Tocantins (2000, p. 277) “o homem e o rio são os dois mais ativos agentes da geografia humana da Amazônia. O rio enchendo a vida do homem de motivações psicológicas, o rio imprimindo à sociedade rumos e tendências, criando tipos característicos na vida regional”.

Segundo Nogueira (1999), na maior parte das localidades da Amazônia o transporte pela via fluvial é a única alternativa; para a população ribeirinha o rio tem importância singular e representa uma de suas fontes principais de vida. Sob essa premissa Moraes (1960) resume: na Amazônia o rio é a rua.

A vida e a navegação na Amazônia seguem o ritmo das águas. Desta forma, as enchentes e vazantes dos rios marcam o regime de vida, cheia e seca estabelecem as relações funcionais, sociais, econômicas e psicológicas entre o homem e o rio. O povo mora, trabalha, vive e produz acompanhando o ritmo e o ciclo das águas (BENCHIMOL, 1995).

Para Araújo (2008), a água é o elemento mais significativo da economia social amazônica porque exerce forte influência sobre a cultura humana, uma vez que a direção das águas dos rios traça o rumo da sua civilização, seja pelo fato desta revolver os solos e fertilizá-lo tornando propício ao cultivo, seja para a pesca, para o fluxo cultural por toda sua extensão aos grupos sociais nele contido e também por ser o principal modal de transporte de carga e passageiros, figurando como a própria expansão socioeconômica e cultural para os povos dessa Região.

Segundo Frota (2006, p. 111) “Por força das características geográficas, os rios são utilizados para o abastecimento e desenvolvimento dos principais núcleos econômicos, permitindo o acesso às localidades mais distantes do interior do Amazonas”. Além disso, as particularidades no transporte fluvial de passageiros no Amazonas mostram a complexidade

que envolve o Estado uma vez que está relacionado com mudança do paradigma sociocultural dos povos da Amazônia.

Nogueira (1999) afirma que a navegação interior ratifica a importância da cidade de Manaus como a maior drenadora dos fluxos da Amazônia Ocidental. A interligação de Manaus com os outros municípios do estado forma uma rede socioeconômica e ambiental efetiva para o desenvolvimento e subsistência dos municípios mais afastados do centro. Por via terrestre, o acesso aos estados de Roraima e Rondônia é dado pelo modal rodoviário: AM-010 (Manaus – Itacoatiara), BR-174 (Manaus – Boa Vista) e BR-319 (Manaus – Porto Velho).

Manaus é a capital e a mais importante cidade do Amazonas, a grande maioria dos municípios do estado se interligam a ela por rotas fluviais. Nota-se, portanto, que os municípios do Amazonas dependem dos rios para a movimentação comercial, cultural e social entre as cidades, de maneira que as instalações portuárias são o meio de conexão entre elas.

A estrutura portuária do estado do Amazonas tem o porto de Manaus como ponto de partida e principal acesso intermunicipal e interestadual, ligando os municípios amazonenses a outros estados (Pará e Rondônia). Segundo Ferreira (2009), considera-se três linhas principais, tendo Manaus como porto de origem ou destino, contendo suas principais paradas intermediárias dessas rotas, a saber: Manaus-Belém (Rio Amazonas), Manaus-Porto Velho (Rio Madeira) e Manaus-Tabatinga (Rio Solimões), se constituindo como início de uma imensa rede hidroviária.

A Estação Hidroviária do Amazonas (EHA) está localizada no centro de Manaus e apresenta acessos pavimentados. A EHA funciona 24 horas, mas não há saídas de barcos no final da noite, nem na madrugada. O porto de Manaus informa que

as empresas Arrendatárias que operam o Porto Público de Manaus oferecem o suporte necessário em termos de: infraestrutura portuária; apoio à fiscalização da Marinha do Brasil, evitando a superlotação das embarcações; controle de venda de passagens fluviais [...]; segurança no embarque e desembarque de passageiros; atendimento a usuários, com guichês de informações para orientar sobre a saída e chegada das embarcações; autorização para acesso às embarcações; respeito à gratuidade nas passagens para idosos, deficientes e seus respectivos acompanhantes, com a reserva de quatro lugares por embarcação; vigilância portuária, devidamente autorizada pela Polícia Federal; controle eficaz na atracação e desatracação das embarcações no flutuante do “Roadway”, incluindo fornecimento de energia elétrica e de água potável; despacho e recebimento de encomendas, cargas e mercadorias em geral (PORTO DE MANAUS, 2016)

A estrutura portuária oferece aos armadores (donos das embarcações) os serviços de energia elétrica e atracação, mediante o recolhimento de uma taxa diária, não disponibilizando o serviço de água para as embarcações. A água para o consumo é obtida de um barco que

realiza esse comércio na orla da cidade. Já a água que abastece pias e banheiros é retirada diretamente do rio.

Figura 10 - Abastecimento de água nas embarcações



Fonte: Autor, agosto/setembro 2015

Há vários órgãos de fiscalização que atuam na estação hidroviária, entre os quais: SNPH, Receita Federal, Ministério da Agricultura, Anvisa, Secretaria Estadual de Fazenda e Juizado de Menores.

Quanto à Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental - AHIMOC, tendo em vista a situação econômica atual do país, os governos estão executando reformas administrativas, visando à redução de custos, que incluem a aglutinação de pastas que tenham demandas semelhantes. Com essa finalidade, o Ministério dos Transportes vinculou a AHIMOC ao Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte - DNIT, antes ligada à Companhia de Docas do Maranhão - CODOMAR.

Desta forma, o DNIT acolhe as demandas da AHIMOC, responsável pela promoção e desenvolvimento das atividades de execução, acompanhamento e fiscalização de estudos, obras e serviços de hidrovias, dos portos fluviais e lacustres da Amazônia, assim como outras atividades compatíveis com suas atribuições e jurisdição. Vale ressaltar que, nos municípios existem algumas empresas, contratadas pela AHIMOC, que administram os serviços, basicamente uma responsável pela vigilância e outra pela manutenção e operação.

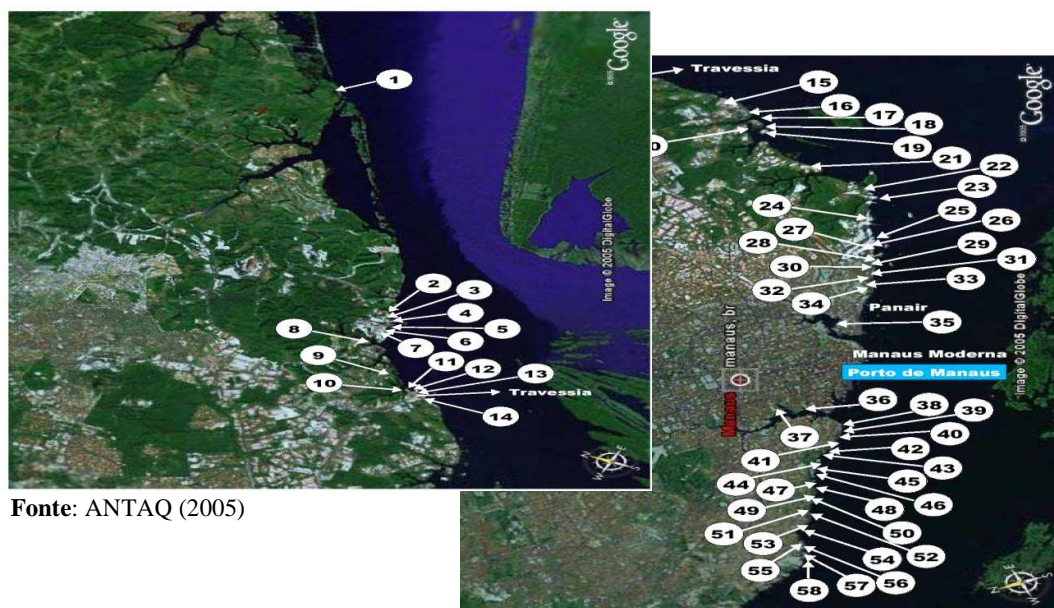
Após vários impasses na justiça impetrados pelo DNIT, a administração do Porto Privatizado de Manaus (POM) retorna às empresas Estação Hidroviária do Amazonas e a Empresa de Revitalização do Porto de Manaus. O DNIT administra as instalações portuárias

públicas de Pequeno Porte (IP4), ou seja, os portos dos municípios do interior, entre eles, Parintins e Coari.

Desde 2009 a Sociedade Civil Campineira (SOCICAM) é responsável pelos serviços prestados de operação dos terminais de embarque e desembarque, regional e internacional, do Porto Organizado de Manaus, que integram a Estação de Hidrovias do Amazonas (EHA). Segundo o THECNA (2008) foram verificados 58 atracadouros na orla fluvial de Manaus (Fig. 11 e 12), ao longo da margem esquerda do rio Negro, dos quais oito são os principais: Atracadouro São Raimundo/Aparecida, *Roadway* (Porto Público de Manaus), Atracadouro Manaus Moderna, Balsa do Demétrio, Chibatão, Panaí, Ceasa e Super Terminais.

Para o embarque e desembarque de passageiros e cargas do trecho intermunicipal principal, predomina o uso concomitante de dois portos: Porto Organizado de Manaus (POM) e Porto da Manaus Moderna (PMM).

Figura 11 - Localização dos atracadouros



Fonte: ANTAQ (2005)

Em toda a orla de Manaus existem 58 atracadouros (Figura 11), sendo que o POM e o PMM atendem a maior demanda de carga e passageiros. No entanto, os demais portos estão se organizando para tentar abarcar essa demanda, destacando-se o Porto do Demétrio (31) que já atende essa operacionalidade.

Figura 12 - Croqui dos principais portos de Manaus
PRINCIPAIS PORTOS DE MANAUS



Fonte: Autor, 2015.

Em todo o Amazonas a navegação fluvial é a opção mais viável para o transporte de cargas e passageiros entre as mais longínquas localidades, diferindo em alguns aspectos dependendo da localização geográfica e estrutura. Desta forma, os municípios adotados para este trabalho foram escolhidos em função de suas características geográficas e de importância no contexto estadual.

Parintins é o segundo município mais populoso do Amazonas, localizado ao leste do estado, funciona como um ponto de intersecção entre os estados do Pará e do Amazonas. De Manaus a Parintins o trajeto é feito pelo rio Amazonas, no sentido descendo o rio (a favor da correnteza). Coari, por sua vez, é quinto município mais populoso e de grande importância econômica para o estado, pois, a partir dos anos 90, com a instalação da empresa PETROBRAS, em Urucu, a área territorial de Coari tem atraído muitas pessoas que buscam melhorias financeiras, resultando em um aumento da demanda de pessoas que utilizam o modal fluvial como meio de transporte e acesso à cidade. Este trecho de Manaus a Coari tem como curso o rio Solimões, no sentido subindo o rio (contra a correnteza).

No decorrer do percurso os *armadores* encontram várias adversidades como longos trechos, preço do combustível, embarcações clandestinas, ausência do Estado, risco de acidentes pela condição natural da região, como troncos submersos nos rios, fenômenos atmosféricos como temporais e ventanias, especialmente na época do verão amazonense.

Apesar, desses e de outros fatores, aliada à falta de regulamentação para o transporte fluvial no Amazonas, os *armadores* conseguem manter-se nesse modal, motivados por

diversos fatores, entre os principais estão o afeto pela profissão, por meio das gerações, a rentabilidade da atividade e o status que essa pessoa tem dentro do município. O cuidado que o armador tem com a embarcação demonstra sua afetividade pelo bem, é o lugar onde este se sente bem e familiarizado. Este afeto é o segmento invisível da atividade, o qual Tuan (1974) denomina de topofilia, ou seja, é o elo afetivo entre a pessoa e o lugar ou ambiente físico.

Porém, muitos armadores relatam que gostariam de melhorar qualidade operacional da sua embarcação, porém, não é possível, pois seria necessário apoio do estado. Apesar da existência do Sindicato dos Armadores o SINDARMA e Associação dos Armadores do Transporte de Cargas e Passageiros do Estado do Amazonas - ATRAC, poucas melhorias são conquistadas.

A pesquisa detectou que tanto os passageiros quanto os armadores se queixam da falta de infraestrutura dos portos da capital Manaus. No entanto, tal descontentamento não foi mencionado ao se referirem aos portos-destino do trecho pesquisado, Parintins e Coari, sendo apontada uma única deficiência: a falta de energia por parte da AHIMOC.

Em Manaus predomina o uso de dois portos: o POM e nas balsas do PMM, se constituindo como os principais pontos para as embarcações mistas. No entanto, segundo o Plano Mestre do Porto de Manaus (2013, p. 7)

“o embarque e desembarque de passageiros e cargas ocorre basicamente em quatro atracadouros localizados ao longo da margem esquerda do Rio Negro, quais sejam: Atracadoiro São Raimundo/Aparecida, Cais Roadway (Porto Público de Manaus), Orla Fluvial da Av. Manaus Moderna e Atracadoiro Balsa do Demétrio” (p. 7).

No POM existem duas balsas, uma das Torres e outra do *Roadway*, sendo que apenas a do *Roadway* está atendendo a movimentação de embarque e desembarque, porém, quem utiliza este porto, considera os custos elevados para passageiro, armador e para movimentação de carga. Por sua vez, na Manaus Moderna existem quatro balsas, conhecidas popularmente como Balsa Ajato, Balsa Amarela, Balsa do Boizão e Balsa do Produtor, todas funcionando regularmente, porém, sem nenhuma organização ou estrutura operacional. Em todos os portos a demanda maior é das embarcações mistas.

A embarcação mista é caracterizada pelo transporte concomitante de pessoas (passageiros) e cargas em geral para pequenos e grandes centros comerciais. Segundo Araújo (2008, p. 277), “o transporte é um dos mais sérios problemas sociais da Amazônia, uma vez que este é a chave da produção: se falta o transporte a produção encarece. Além disso, a falta de transporte desvaloriza a propriedade e despovoas as zonas rurais ”.

Atualmente, os barcos autorizados a fazer o transporte de passageiros e cargas nos trechos principais têm casco de ferro, sendo reduzido o número de barcos com casco de madeira. De acordo com a pesquisa, existe uma embarcação com casco de madeira em cada trecho: Jesus me Deu (Manaus-Coari) e Coronel Tavares de madeira (Manaus-Parintins), à exceção de embarcações de pequeno porte que fazem linha entre as comunidades rurais ou transportam pescado e hortifruti para a Balsa do Produtor na Manaus Moderna, oriundos dos municípios adjacentes do município de Manaus. Segundo Frota (2006), “por força das características geográficas, os rios são utilizados para o abastecimento e desenvolvimento dos principais núcleos econômicos permitindo o acesso às localidades mais distantes do interior do Amazonas”.

Durante a pesquisa identificou-se problemas sérios com relação à higienização dos portos e barcos, para o qual o órgão responsável pela fiscalização é a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), no entanto, verifica-se que o órgão realiza somente um trabalho informativo nos temas de educação e prevenção nas embarcações. Isso acontece, principalmente, pela discrepância entre o pequeno número de funcionários do órgão e a quantidade de embarcações que se tem para serem fiscalizadas.

Com relação ao preço da passagem e da carga no Porto Organizado de Manaus, no que tange as embarcações são mais onerosas, por ter uma melhor estrutura, em função disso, a maioria dos passageiros embarca no porto da Manaus Moderna. As embarcações do trecho estudado, ou seja, Manaus-Coari e Manaus-Parintins têm como ponto de partida o Porto Organizado de Manaus, e, posteriormente, vão para o porto da Manaus Moderna, aguardar a chegada de passageiros e mercadorias.

O valor da carga é cobrado pela descrição, volume e peso existindo uma similaridade entre as embarcações pesquisadas. No valor da passagem estão incluídas algumas refeições em cada trecho: de Coari almoço, jantar e café e Parintins, apenas o jantar, disponibilizados de acordo com os horários de saída e chegada das embarcações.

Nos dois trechos estudados, as embarcações saem semanalmente e apresentam uma frequência no cumprimento de suas rotas. A maioria dos passageiros prefere comprar seus bilhetes no Porto da Manaus Moderna pelo fato das passagens serem negociadas diretamente com o *armador*.

Para o *armador*, a sazonalidade da região amazônica (enchente, cheia, vazante, seca), não traz diferença nos aspectos sociais, econômicos e ambientais. Porém, existe o período de alta temporada (segunda quinzena de novembro e dezembro, janeiro, fevereiro, junho e julho) nos períodos de férias escolares para os dois trechos e (junho e julho) nas festas (Festival

Folclórico e Festa da Padroeira) para o trecho Parintins. Nesses períodos há uma mudança significativa nos aspectos supracitados: no social, diminui a qualidade em relação aos serviços oferecidos nas embarcações devido ao aumento de cargas e passageiros; no econômico, o preço da passagem volta para o valor tabelado entre os proprietários de R\$100,00, porém é nessa época que o *armador* tem uma ótima lucratividade; no ambiental, existe um aumento considerável do lixo produzido e dos dejetos humanos.

Vale ressaltar que o transporte fluvial misto nestes trechos não se restringe apenas as embarcações, existe uma rede comercial, que envolve supermercados, armazéns, cooperativas de transporte, vendedores ambulantes e carregadores, dentre outros. De uma maneira geral, as embarcações mistas possuem um porão para o armazenamento das cargas; o primeiro e o segundo convés (andar) destinados à acomodação de passageiros e o terceiro possui área de lazer (bar/lanche) com venda de bebidas, lanches e até remédios que possibilita a interação com outros passageiros e a contemplação da natureza.

Toda a movimentação de carga e passageiros tem como portos de origem a cidade de Manaus com destino aos vários municípios do estado e, neste estudo, em particular, os portos destinos são os dos municípios de Parintins e Coari.

1.3.1 Caracterização dos Portos

De acordo com o art. 21 da Constituição Federal, inciso XII, alínea “f”, compete à União “explorar, diretamente ou mediante autorização, concessão ou permissão os portos marítimos, fluviais e lacustres”. Desta forma, a regulamentação portuária cabe em primeira instância à União e na sequência aos Estados e Municípios. Para a regulamentação, fiscalização e segurança das embarcações e dos portos hidroviários do Amazonas, o órgão responsável é a Capitania dos Portos.

A ilegalidade está presente nessa rede do transporte fluvial no Amazonas. Durante a pesquisa de campo, no Porto da Manaus Moderna, os administradores das balsas Amarela, Boizão e do Produtor negaram-se em responder ao questionário direcionado à coleta de dados sobre as balsas. Por outro lado, a inexistência de um órgão que regulamente o transporte fluvial na Amazônia Ocidental corrobora para a ocorrência deste tipo de prática.

Belém possui a Agência de Regulação e Controle de Serviços Públicos do Estado do Pará-ARCON, atuando no controle e gestão de serviços, entre eles o transporte rodoviário e hidroviário. Porém, Manaus, importante polo drenador do transporte de cargas e passageiros

não possui nenhuma agência que organize e regulamente tal demanda e por isso inexistem dados secundários. Daremos agora detalhes tanto sobre o Porto Organizado de Manaus - POM quanto o Porto da Manaus Moderna - PMM.

Porto Organizado de Manaus – POM

A Constituição Federal, promulgada em 1988, determina na alínea “d” do Art.21, XII o serviço de transporte coletivo de passageiros com a seguinte redação:

Art. 21. Compete à União:
 XII - explorar, diretamente ou mediante autorização, concessão ou permissão.
 d) os serviços de transporte ferroviário e fluvial entre portos brasileiros e fronteiras nacionais, ou que transponham os limites de Estado ou Território;

Em outras palavras, simplesmente uma empresa não pode explorar a navegação sem a devida autorização, concessão ou permissão da União. A autorização tem caráter provisório, já a permissão e a concessão têm caráter permanente.

O art. 21 da C.F. atribui a responsabilidade portuária em primeira instância à União e encontra-se consubstanciado no art. 1º da Lei 8.630 que prescreve “Cabe à União explorar, diretamente ou mediante concessão, o porto organizado” (Faria, 1998). Baseado neste artigo entende-se por Porto Organizado,

[...]aquele construído e aparelhado para atender as necessidades da navegação e da movimentação e armazenagem de mercadorias, concedido ou explorado pela União, cujo tráfego e operações portuárias estejam sob a jurisdição de uma autoridade portuária, sendo sua administração regida pela Lei 8.630” (FARIA, p. 43).

No Capítulo IV da Lei 10.233 encontram-se supedâneos que orientarão os transportes fluvial e terrestre e, os rumos que os mesmos devem seguir. Na seção I, dos princípios gerais, do capítulo supramencionado dispõe-se:

Art. 11. O gerenciamento da infraestrutura e a operação dos transportes fluviais e terrestres serão regidos pelos seguintes princípios gerais:
 I - preservar o interesse nacional e promover o desenvolvimento econômico e social;
 II – assegurar a unidade nacional e a integração regional;
 III – proteger os interesses dos usuários quanto à qualidade e oferta de serviços de transporte e dos consumidores finais quanto à incidência dos fretes nos preços dos produtos transportados;
 IV – assegurar, sempre que possível, que os usuários paguem pelos custos dos serviços prestados em regime de eficiência;
 V – compatibilizar os transportes com a preservação do meio ambiente, reduzindo os níveis de poluição sonora e de contaminação atmosférica, do solo e dos recursos hídricos;

A lei 10.233/2001, conforme o inciso IV do Art. 27 da lei supracitada, onde dispõe que cabe à ANTAQ, em sua esfera de atuação, elaborar e editar normas e regulamentos

relativos à prestação de serviços de transporte e à exploração da infraestrutura aquaviária e portuária, garantindo isonomia no seu acesso e uso, assegurando os direitos dos usuários e fomentando a competição entre os operadores.

Respalhada por tal inciso, a ANTAQ veio por meio da Resolução nº 3.234, de 09 de janeiro de 2014, normatizar a autorização para prestação de serviço de transporte de passageiros e de serviços de transporte misto na navegação interior de percurso longitudinal interestadual e internacional.

Ainda na Resolução nº 3.234/2014, definiu-se no inciso XI do Art. 2º que o serviço adequado no transporte fluvial é aquele realizado de maneira a satisfazer os requisitos de regularidade, eficiência, segurança, atendimento ao interesse público, generalidade, pontualidade, conforto, continuidade, atualidade, cortesia na prestação dos serviços, modicidade nas tarifas e fretes, além da preservação do meio ambiente.

Respalhada pela Constituição Federal, a Lei 10.233/2001 dispõe sobre a reestruturação dos transportes fluviais e terrestres, além disso, criou o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte (CONIT), a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), a Agência Nacional de Transportes Fluviais (ANTAQ) e o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT), e dá outras providências.

A ANTAQ é uma autarquia ligada ao Ministério dos Transportes, responsável por regulamentar e fiscalizar o transporte fluvial misto na região, no entanto, seu foco de atuação é limitado aos trechos interestaduais e o de fronteira como é o de Tabatinga. O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) é uma autarquia federal também vinculada ao Ministério dos Transportes, criada pela lei 10.233, de 5 de junho de 2001 (BRASIL, 2001). A legislação reestruturou o sistema de transportes rodoviário, fluvial e ferroviário do Brasil, extinguindo o antigo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). A sede do DNIT é em Brasília, no Distrito Federal e atualmente possui 23 unidades administrativas regionais – as superintendências.

A autarquia tem por objetivo implementar a política de infraestrutura do Sistema Federal de Viação, compreendendo sua operação, manutenção, restauração ou reposição, adequação de capacidade e ampliação mediante construção de novas vias e terminais. Os recursos para a execução das obras são da União, ou seja, o órgão é gestor e executor, sob a jurisdição do Ministério dos Transportes, das vias navegáveis, ferrovias e rodovias federais, instalações de vias de transbordo e de interface intermodal e instalações portuárias fluviais e lacustres (DNIT, 2004, p 2).

Dados constantes no Plano Mestre do Porto de Manaus (2013) indicam que a melhoria da estrutura do porto de Manaus foi impulsionada, principalmente, pelo desenvolvimento econômico da borracha na região que, para escoamento da produção

necessitava da ampliação das instalações já existentes no local (SEP/PR, 2013). Posteriormente, as ampliações viriam a atender a demanda da Zona Franca de Manaus.

Para se chegar à configuração atual de organização do porto, foram sancionadas algumas leis, iniciando em 1869, pela Lei 1.746, sancionada por Dom Pedro II que autorizava a construção de docas e armazéns. Trinta e um anos depois, em 1900, a empresa *B. Rymkiewicz & Co* assinou um contrato de 60 anos para exploração do porto que determinava a regularização da margem do rio, a construção de um cais, rampa de acesso, obras permanentes e flutuantes para atracação de embarcações em qualquer época do ano.

Porém, a empresa pouco cumpriu com as obrigações contratuais e, em 1902, as empresas, então responsáveis, transferiram seus contratos para a empresa inglesa *Manaos Harbour Limited*. Esta empresa construiu, no período de 1902 a 1904, estruturas importantes, existentes até hoje, como o cais das Torres, os armazéns e o Cais *Roadway* (SEP/PR, 2013).

As obras no porto só tomariam novo impulso com o advento da Zona Franca de Manaus, em 1967, mediante o Decreto nº 60.460, quando o porto foi entregue ao Departamento Nacional dos Portos e Vias Navegáveis – DNPVN, órgão do Ministério dos Transportes. Em 1975, com a extinção do DNPVN, a gestão dos portos foi passada para a Empresa de Portos do Brasil S.A. (PORTOBRÁS) e, com a desativação desta ficou subordinada à Companhia das Docas dos Maranhão (CODOMAR). Em suma, as melhorias do porto foram motivadas por dois grandes momentos: o apogeu da borracha e o advento da Zona Franca de Manaus.

Ainda segundo o Plano do Porto de Manaus, em 1993, foi editada a Lei Federal de nº 8.630, com a finalidade de modernizar as operações portuárias, via concessão, a fim de melhorar os serviços ofertados. Em novembro de 1997, com base nos dispostos das leis 8.630 e 9.277 foi celebrado o Convênio de Delegação nº 7 entre o Ministério dos Transportes e o Estado do Amazonas, que instituiu uma entidade específica para exploração dos portos amazonenses, a Sociedade de Navegação, Portos e Hidrovias (SNPH).

Dentre as obrigações da SNPH, esta assumia a condição de autoridade portuária e a obrigação de arrendar a área em 120 dias. Por intermédio do SNPH, o delegatário exerceria a administração e a exploração do porto se retiraria da operação portuária de embarque e desembarque, restringindo-se à função de autoridade portuária. Diante disto, foi realizada a Concorrência Internacional pela SNPH, visando o contrato de uso das infraestruturas e operações portuárias, prevendo de maneira especial a revitalização das áreas, das atividades comerciais e a operação da navegação regional e o cruzeiro de turistas (SEP/PR, 2013).

A SNPH fez duas licitações, uma para o Roadway outra para as Torres. A do Roadway ficou com a Estação Hidroviária do Amazonas S/A, e a das Torres com a Empresa de Revitalização do Porto de Manaus. Por meio de licitação, estas empresas assinaram dois contratos para administrar o Porto por 25 anos e exploraram por 12 anos” (GALVÃO. Entrevista, set. 2015).

Porém, em 2009, diante de irregularidades na consecução dos serviços portuários em Manaus,

O DNIT cancelou os contratos de arrendamento. Depois de dois anos brigando as empresas conseguiram no Supremo Tribunal Federal, em 2014, reaver os contratos, que hoje estão vigentes. Desta forma, as empresas terão mais treze anos para administrar o porto. Com a nova Lei dos Portos em 2013, o DNIT deixou de ser a autoridade portuária, passando para a Secretaria Especial de Portos – SEP, a responsabilidade pelos portos lacustres e marítimos, e, apesar do porto de Manaus ser no rio, é considerado um porto marítimo, por ser de longo curso. Entretanto, como a SEP não tem estrutura, fez um convênio com a CODOMAR, ou seja, a SEP é a nova autoridade portuária, tendo à frente a CODOMAR. Esta instituição, por sua vez, tem que atender à decisão judicial que é manter os contratos com as empresas. Então, o DNIT administra os terminais hidroviários do interior e a CODOMAR administra esses dois contratos de arrendamento e faz o papel que era do SNPH (Entrevista concedida em 16/09/2015 por Fábio Porto Galvão – Superintendente do DNIT).

A Medida Provisória 595, citada pelo Superintendente do DNIT, dispõe sobre a exploração direta e indireta dos portos e demais operações inerentes às instalações portuárias. Tal regulamentação revoga a Lei 8.630/93 e implicará diretamente nos contratos de arrendamentos vigentes do porto de Manaus.

O Porto Organizado de Manaus - POM (Figura 13) é o maior porto flutuante do mundo, atendendo a demanda de outros estados da região Norte (Rondônia e Roraima), além do Amazonas. Situa-se na margem esquerda do Rio Negro (descendo o rio), entre os igarapés de São Raimundo e Educandos, distando 13 km da confluência com o Rio Solimões.

Figura 13 - Porto Organizado de Manaus



Fonte: Autor, agosto/setembro 2015.

As instalações de acostagem são divididas em dois flutuantes denominados de Cais do *Roadway* e o das Torres. O acesso fluvial ao Porto se faz pelos Rio Negro, Amazonas e Solimões. As condições da hidrovia do Amazonas permitem o acesso de navios oceânicos com calado de até 10m. Em 2012, o DNIT iniciou a revitalização do Porto de Manaus e as empresas arrendatárias à administração assumiram em 2014 e deram sequência às obras.

O Cais do *Roadway* tem layout em “T”, apresentando as seguintes dimensões: 363m de comprimento e 24m de largura. A ligação com o Cais é feita por meio de duas pontes de acesso unidas longitudinalmente, com passarela lateral coberta para pedestres, tendo cada ponte 52 m de comprimento e largura da pista de rolamento de 7m. Cada ponte tem ainda um flutuante de apoio, devidamente ancorada. Suas amarras são movimentadas por guinchos acionados eletricamente para mantê-las tracionadas, niveladas e alinhadas durante as cheias e as vazantes do rio. O Cais das Torres também tem formato em “T” e é composto por duas estruturas distintas conectadas entre si, no total, este cais possui 363,35 m de comprimento por 19,2m de largura (Transportes, 2014).

Tanto o cais do *Roadway* quanto o Cais das Torres possuem cinco berços, cujas profundidades variam entre 25m e 45m, permitem atracação, nas faces externas dos flutuantes, a navios de longo curso e, nas partes internas, a embarcações fluviais. Não há qualquer restrição, em termos de navegação, para o acesso das embarcações fluviais aos flutuantes, atualmente os dois destinam-se exclusivamente às embarcações fluviais e de turismo. Desde 2014, a administração portuária do POM está sob a responsabilidade das duas

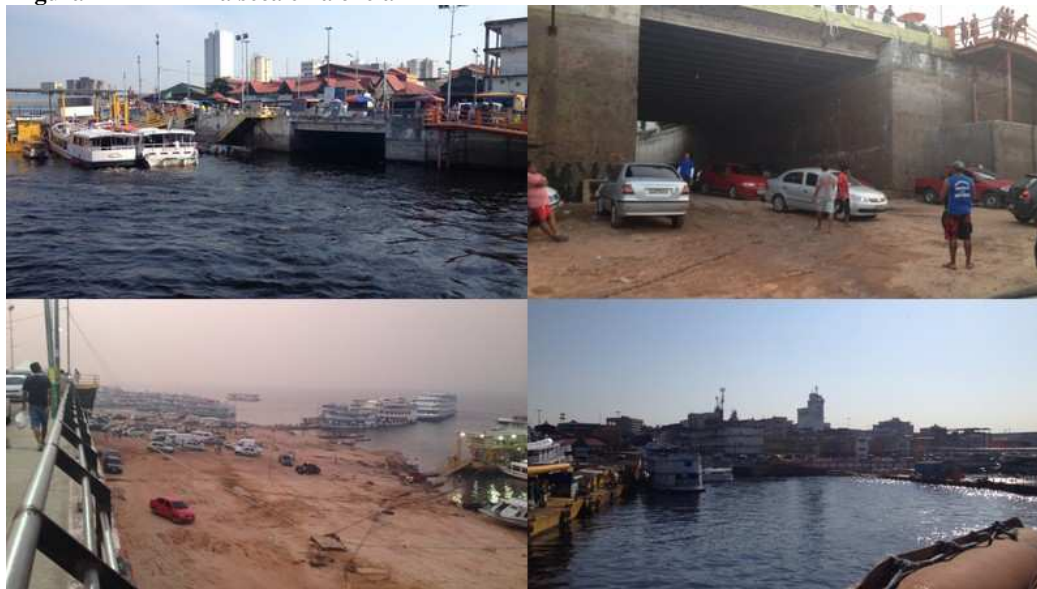
empresas arrendatárias: Estação Hidroviária do Amazonas e a Empresa de Revitalização do Porto de Manaus.

Porto da Manaus Moderna -PMM

O Porto da Manaus Moderna (Figuras 14 e 15) é um terminal localizado próximo à EHA, à beira do Rio Negro, ao longo da Avenida da Manaus Moderna, construída para complementar o recebimento e o escoamento da carga do POM. O serviço oferecido no PMM é de iniciativa privada e as facilidades disponíveis no local são oferecidas por particulares.

Na verdade, o Porto da Manaus Moderna é um local na orla sequencial do porto privatizado de Manaus, improvisado com quatro balsas, a partir de um extenso muro de arrimo, iniciando em frente ao Mercado Municipal Adolpho Lisboa indo até o bairro Educandos, com escadas e rampas de concreto armados junto ao muro de arrimo para acesso às margens do Rio Negro.

Figura 14 - PMM na seca e na cheia



Fonte: Autor, agosto/setembro 2015

A disposição longitudinal das balsas encontra-se assim organizadas: a primeira Balsa Ajato atende o embarque e desembarque de passageiros, restrita para lanchas; a segunda e a terceira, Balsa Amarela e do Boizão, servem para embarque e desembarque de carga e passageiros. As embarcações que ali encostam são embarcações dos trechos mais longos,

como por exemplo: Manaus-Tefé, Manaus-Coari, Manaus-Parintins e Manaus-Belém. A última, balsa do Produtor é destinada para embarque e desembarque de carga e passageiros para outros trechos, como: Careiro da Várzea, Iranduba, Manacapuru, Borba, Manicoré, Maués, Nova Olinda do Norte, Novo Aripuanã, etc.

Figura 15 - Terminal Manaus Moderna (AM)



Fonte: Autor, agosto/setembro 2015.

As balsas principais existentes no local, improvisadas como cais de atracação, são propriedade privada: a Balsa Amarela e a do Produtor são de propriedade do empresário Pedro Paulo Pereira e a balsa do Boizão não foi informada na pesquisa.

As balsas funcionam na informalidade (ilegalidade), não possuem nenhuma autorização por parte da administração municipal. Também não há previsão de melhorias nas estruturas para melhor atender os usuários, uma vez que tal obrigação cabe aos proprietários das balsas que fazem exploração fluvial no local. Uma ação civil tramita no Ministério Público desde 2013 para a retirada das balsas do local. Nas cheias, algumas embarcações atracam diretamente nas áreas contíguas às pistas da estrada Manaus Moderna.

“No período da vazante, a enorme praia submersa na cheia abre espaço para que os diversos atores sociais assumam seus lugares no mundo das relações comerciais que nela se concretizam. [...]. A praia fica quase que totalmente tomada por caminhões que fazem a descarga de mercadorias para os barcos, caminhões de frete, pequenos carros de frete, carros particulares, já que na vazante é possível descer com o automóvel até a praia. O fluxo é intenso, mesmo com as precárias condições de tráfego na praia, principalmente quando chove” (GOMES; SCHERER, 2011, p. 5).

O local é confuso, numa mistura de pessoas e cargas embarcando ao mesmo tempo, além disso, a segurança é bem precária. Em meio ao alvoroço dos transeuntes, encontram-se os carregadores e transportadores de cargas e bagagens. Sobre esses trabalhadores, Gomes e Scherer (2011) observam que:

“[...] as condições degradantes de trabalho, saúde, qualidade de vida a que estes sujeitos encontram-se expostos, ocasionadas e/ou agravadas pelo transporte inadequado de peso por entre as pontes dos barcos e as escadarias do porto e, sobretudo, ao condicionamento ao enorme esforço físico no qual se traduz o trabalho cotidiano. Submetidos a periculosidade de um trabalho que ao menor descuido pode acarretar acidentes que podem atingir não apenas a carga, mas, sobretudo o próprio trabalhador e, inseridos no contexto adverso que caracteriza o mercado de trabalho na atualidade, os carregadores de bagagens da Manaus Moderna estão sujeitos a um trabalho sem nenhuma proteção social” (p.3).

A fiscalização é feita pela Capitania dos Portos de Manaus e pela Secretaria Estadual de Fazenda. A esse respeito Oliveira (2003, p.146) aponta que:

“[...] Apesar de, desde e sempre, o transporte fluvial se constituir no principal meio de circulação no Estado do Amazonas, o porto para embarque e desembarque de pessoas em barcos de pequeno porte sempre foi improvisado e precário”.

O PMM não oferece nenhuma estrutura para recepção de passageiros, a venda de passagens podem ser adquiridas na própria embarcação ou em pontos de venda improvisados localizados no início das balsas ou por meio de vendedores ambulantes que ficam próximos à EHA. “Os guichês são guarda-sóis, a lanchonete é um trailer improvisado e o anúncio das partidas é feito com os apitos dos barcos. As últimas chamadas são feitas no grito e aumentam a correria por alguns instantes” (GOMES e SCHERER, 2011).

Segundo Santana (2006), a dinâmica portuária da Manaus Moderna é de extrema relevância para a cidade de Manaus, por seu fluxo comercial e cultural. No local, existe desde sempre, um complexo abastecimento de feiras e mercados, o que impulsiona o frenético movimento de consumo nos mais variados gêneros. O acesso tanto para embarque e desembarque, quanto para abastecimento de produtos se dá por meio de quatro balsas, predispostas na orla central, contínua à do POM: Balsa AJato, Balsa do Boizão, Balsa Amarela e Balsa do Produtor.

A Balsa do Boizão possui uma área de 96m de comprimento, 10m de largura e 1,80m de comprimento, compreendendo três balsas interligadas. Tem área coberta para passageiros de 48 m². Essa balsa faz parte da rede analisada, pois recebe os barcos de Coari.

Segundo o THECNA (2008), o número de embarcações por semana é de 15 barcos. Nessa balsa existe um número de seis empregados e somente dois estão diretos na operação.

O custo médio de atracação das embarcações de Coari é de R\$240,00, no período de 4 horas, à exceção da embarcação Jesus me Deu que acordou um preço de R\$ 350,00 por dois dias.

A Balsa do Boizão não possui um sistema de segurança, nem serviços de abastecimento de água, combustível e energia elétrica. A iluminação local é péssima e não há controle de passageiros por embarcação. Não existe nenhum órgão de fiscalização presente.

A Balsa do Produtor é mais organizada se comparada com a do Boizão. Possui uma área de 130,0m de comprimento, 9,0m de largura e 1,30m de altura. Tem área coberta para passageiros de 240,0m². Nessa balsa, são quatro empregados, trabalhando no monitoramento de entrada e saída das embarcações e no recolhimento da tarifa do tempo de permanência das embarcações e também das barraquinhas de venda de alimentação.

A exemplo da balsa do Boizão, a balsa do Produtor não possui abastecimento de água, nem de combustível e energia. A venda de passagens é feita diretamente nas embarcações e não existe um controle de passageiros. Nessa balsa, existe uma variedade de vendedores ambulantes com venda de comida, bebida, redes, cordas, revistas, etc. No interior da balsa existem também várias barraquinhas fixas que oferecem serviços de alimentação e bebidas.

A Balsa Amarela possui uma área de 90,0m de comprimento, 12,0m de largura e 1,40m de altura. Sua capacidade é de 6 barcos e o número de embarcações por semana é de 15. O tempo de permanência é de 4 horas. O número de empregados nesta balsa é de 3 e estes estão diretamente ligados à operação. A tarifa média por embarcação é cobrada por hora de atracação, sendo em média de R\$ 240,00/4h (duzentos e quarenta reais por quatro horas).

Esta balsa não disponibiliza o abastecimento de água, combustível e energia. O local possui área coberta para passageiros de 240,0 m². Esta é a balsa que recebe os barcos de Parintins, portanto, faz parte da pesquisa deste trabalho. Vale ressaltar que a balsa Amarela tem a preferência dos *armadores* como local de atracação por ter uma estrutura razoável, porém, apresenta os mesmos problemas recorrentes das demais: a desordem do local expõe os seus usuários a riscos de acidentes, seja pela estrutura física, seja pela mistura de passageiros e cargas no momento de embarque e desembarque. Existe uma variedade de vendedores ambulantes, como descrito anteriormente. No interior da balsa existem também várias barraquinhas fixas que oferecem serviços de alimentação e bebidas.

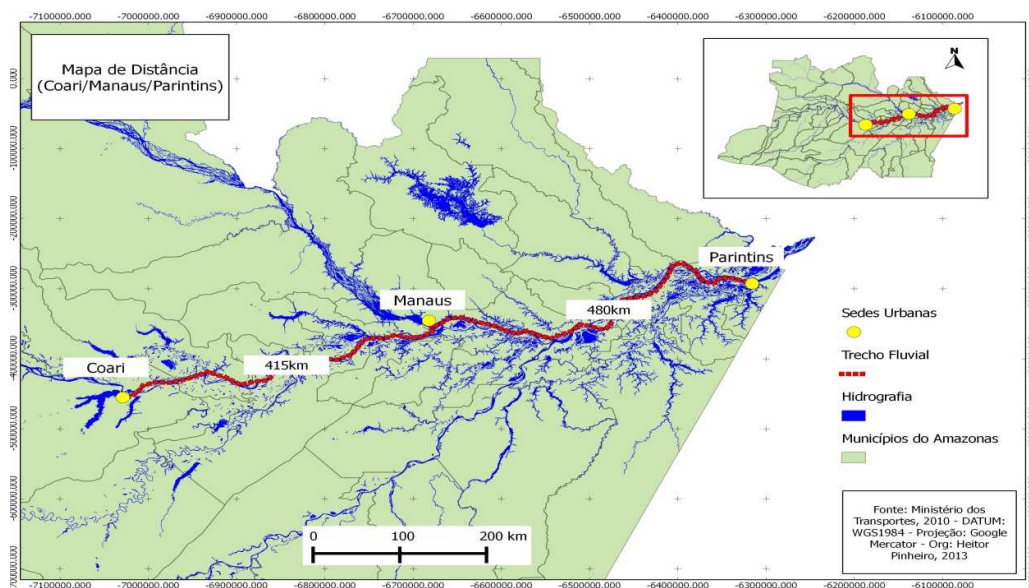
A circulação de carga e passageiros inicia no POM, porém, os pontos de saída da cidade de Manaus são as balsas dispostas no PMM, com destino aos diferentes trechos do interior do estado, movimentando principalmente o embarque de passageiros. O trecho

Manaus-Parintins tem como local de saída a Balsa Amarela e o trecho Manaus-Coari, a Balsa do Boizão.

1.3.2 Caracterização dos Trechos

Os trechos definidos para obtenção das informações de campo foram: Manaus – Coari e Manaus – Parintins (Figura 16). O ponto de partida é o Porto Organizado de Manaus (POM) e/ou Porto da Manaus Moderna (PMM) e o destino final são as cidades de Coari ou de Parintins, dependendo do trecho. O percurso fluvial inicia comumente aos dois trechos pelo rio Negro e depois encontra os rios Amazonas (Manaus-Parintins) e rio Solimões (Manaus-Coari).

Figura 16 – Mapa do Amazonas com localização das cidades trecho do estudo



Fonte: Ministério dos Transportes, 2013.

As viagens têm duração média de 27 horas na época das águas baixas (outubro e novembro) e nas águas altas (junho e julho) a média da viagem é de 25 horas. Vale ressaltar, o menor tempo de viagem nos meses de cheia se dá por alguns furos (atalhos) que se tornam navegáveis neste período facilitando às embarcações a chegar mais rápido, a exemplo, os furos Paracaúba e do Baixinho.

Figura 16a – Localização da área de estudo, trecho entre Coari e Parintins.

Linha Hidroviária	Distância (Km)	Tempo Médio de Viagem Embarcação Mistas
Manaus-Coari	415	Manaus-Coari: 26 horas Coari –Manaus: 21 horas
Manaus - Parintins	480	Manaus-Parintins: 19 horas -Parintins-Manaus: 27 horas

Fonte: Relatório executivo ANTAQ.

É interessante observar que os métodos de navegação empregados pelos comandantes das embarcações, dependem do curso do rio. Subindo o rio, busca-se navegar nas margens devido às águas serem mais calmas. Outra particularidade é salvaguardar a embarcação da intensidade da correnteza quando se aproximam das curvas sinuosas (meandros), onde ocorrem os redemoinhos, denominados regionalmente de remansos.

O prático (piloto do barco) atravessa o rio, sempre buscando a menor intensidade da correnteza para proteger a embarcação e ter melhor desempenho. Na descida do rio, a favor da correnteza, a navegação é realizada pelo meio, visto que a correnteza é mais forte no centro do rio. Essas atitudes visam a proteção da embarcação, economia de diesel e de tempo de viagem. Tais características foram observadas nos dois trechos.

São várias embarcações nestes trechos, porém, as que foram pesquisadas são embarcações regulares, ou seja, embarcações que trafegam na alta e baixa temporada, com porto-origem em Manaus e porto-destino as cidades de Coari ou Parintins. A descrição dos trechos está baseada nos questionários preenchidos pelos responsáveis pelos terminais hidroviários, passageiros, donos dos barcos e pelas visitas aos portos e pelas viagens realizadas pelo pesquisador nas embarcações.

Durante a pesquisa nos dois trechos verificou-se que as embarcações apresentam regularidade e pontualidade nos horários de saída e chegada, os *armadores* e tripulantes usam de cortesia e educação no seu atendimento. Observa-se assim, uma nova postura na gestão das embarcações que, diante da concorrência, procuram melhorar os serviços de limpeza, recepção dos passageiros (levam as malas e amarram sua rede), negociam o preço e são solícitos para com isso terem a preferência dos passageiros. Isto é motivado, principalmente, pela concorrência dos trechos: de Coari, a concorrência é com os barcos de Tefé; e Parintins com os barcos do Pará.

Para o trecho Manaus-Coari, os barcos de Tefé: Maresia II, A. Nunes II, Irmãos Miranda, Leão de Judá, Elyon Fernandes e Rei Davi. No trecho Manaus-Parintins são os barcos do Pará que concorrem no trajeto: Ana Caroline, Ana Beatriz IV, Ana Beatriz V,

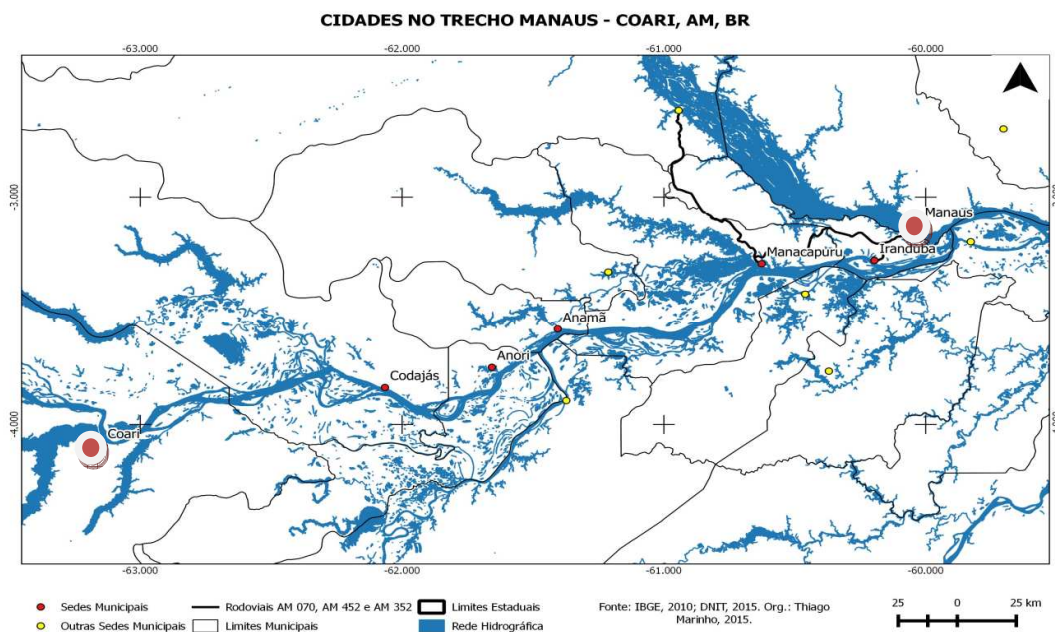
Golfinho do Mar, Amanda Letícia, Cidade de Oriximiná II, Cidade de Oriximiná III, São Bartolomeu II, Luis Afonso, Cisne Branco e Obidense. Tal situação causa incômodo aos *armadores* dos dois municípios foco desta pesquisa, visto que essas embarcações oferecem além de passagem a preço inferior do tabelado por estes, melhor serviço e estrutura física da embarcação.

Independente do trecho, foi verificado que todos os *armadores* viajam nas suas embarcações, sendo este o tomador de todas as decisões e operacionalidades inerentes às viagens ida/volta. Geralmente, a atividade é familiar, no trecho Manaus-Parintins, por exemplo, a Família Tavares possui três das embarcações do trecho: o pai assume o Cel. Tavares (casco de ferro), a esposa assume o Novo Aliança e o filho assume o Cel. Tavares (casco de madeira).

Trecho Manaus – Coari

As embarcações que utilizam o rio Solimões, dentro desse trecho, iniciam em Manaus, passam pelos municípios de Iranduba, Manacapuru, Anamá, Anori, Codajás e finalmente chegam ao seu destino final em Coari (Figura 17). Este percurso tem o rio Solimões como via principal. Durante o ano inteiro o rio Solimões é navegável por todo o trajeto entre estas duas cidades.

Figura 17 - Localização do trecho Manaus-Coari



Fonte: Autor, 2015.

Durante a pesquisa de campo, iniciada em 2014, observou-se quatro embarcações que faziam esta rota, a saber: Jesus Me Deu, Rei da Glória, Neto Silva VI e Maresia VII. As duas primeiras embarcações são feitas de madeira e as duas últimas de aço. Em 2015, a embarcação Jesus Me Deu (Figura 18), alegando condições financeiras mudou seu trecho de navegação para o Rio Madeira, abrangendo as cidades como Nova Olinda do Norte, Borba, Novo Aripuanã e Manicoré.

Figura 18 - Embarcações que fazem o trecho Manaus-Coari



Fonte: Autor, agosto/setembro 2015.

Com relação ao trecho Manaus-Coari, as viagens iniciam no Porto Organizado de Manaus (POM) e/ou Porto da Manaus Moderna (PMM) com destino final a cidade de Coari. Vale dizer que das três embarcações, duas partem do Cais do *Roadway* para o Porto da Manaus Moderna (Balsa Boizão), enquanto uma permanece exclusivamente no Cais do *Roadway*.

A rede de transporte inicia-se com os empresários de Coari solicitando produtos para os distribuidores de Manaus informando a quantidade e o tipo de carga para o *armador*. Quando a embarcação chega ao POM, após o desembarque dos passageiros, os tripulantes lavam todos os compartimentos da embarcação, incluindo o porão, preparando-a para receber a carga a ser transportada para Coari. O carregamento de cargas dura em torno de um dia e meio a três dias.

Os armadores dão preferência ao POM, principalmente, em relação à carga, por ter melhor estrutura física, segurança e energia elétrica, porém tudo é pago. Nesse porto as

passagens são mais caras pela estrutura oferecida. Por essa razão, os passageiros preferem comprar suas passagens no PMM. Em função disso, muitos passageiros que não têm condições financeiras, conhecidos ou parentes em Manaus, acabam dormindo na embarcação. Esta prática não demanda custo para o passageiro, pois os *armadores* como forma de oferecer um serviço amplo não cobram o pernoite dos mesmos.

Geralmente, as embarcações saem às cinco horas da manhã do POM e vão para PMM (Balsa do Boizão) realizar o embarque dos passageiros. Às dez horas saem do PMM e seguem viagem para Coari, fazendo pequenas paradas ao longo do trajeto, como no Porto de Codajás, chegando à cidade de Coari por volta das onze horas da manhã do dia seguinte.

No itinerário das embarcações estudadas encontram-se as cidades de Manaus, Iranduba, Manacapuru, Anamá, Anori, Codajás e Coari. No entanto, estes municípios não são locais de parada. Caso haja passageiros nesses municípios com destino à Coari ou outras localidades ao longo do rio Solimões são realizadas comunicações prévias via rádio ao comandante do barco que, ao se aproximar do local, reduz a força do barco para o traslado dos passageiros e/ou cargas (peixes, farinha, frutas) com a população ribeirinha (Figura 19).

Figura 19 - Barco ribeirinho negociando carregamento de frutas até Coari



Fonte: Autor, 2015.

As embarcações que fazem o trecho Manaus-Coari são regulares perfazendo uma viagem por semana. Existe uma escala entre as embarcações de maneira que na terça, quinta,

sábado e no domingo não há viagem saindo de Manaus com destino Coari. Os barcos fazem em média 48 viagens por ano.

Segundo os armadores desse trecho, relatam que o maior fluxo de carga e passageiros ocorre no período das férias escolares. O fluxo de carga e passageiros se intensifica a partir da segunda quinzena de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, junho e julho. Nesses meses, as embarcações compensam o período de baixa demanda, no que se refere ao lucro mensal.

Os preços das passagens compradas no POM e PMM são distintos. Existe uma preferência dos passageiros em comprar no PMM, isso porque os tíquetes podem ser obtidos diretamente com o *armador*, havendo possibilidade de se conseguir algum desconto, principalmente, na baixa temporada. No POM o preço da passagem é tabelado no valor de R\$ 100,00 e no PMM é R\$ 60,00.

O preço da carga é cobrado de forma subjetiva pelo conferente da embarcação considerando o volume, peso e a descrição da carga. O preço não muda o ano todo, por exemplo, cada caixa pequena custa dois reais, independente de ser baixa ou alta temporada. O preço da passagem é determinado pelas embarcações da cidade de Tefé, que reduzem a passagem para ganhar clientes, com isso na baixa temporada a média é de R\$50,00 reais (rede) e o camarote custa R\$250,00 reais, porém, nessa época os valores são negociáveis. A passagem dá direito à alimentação servida pela embarcação.

As refeições se constituem em um item essencial nas viagens e, algumas vezes é determinante para a escolha da embarcação. Os *armadores* consideram a alimentação um viés importante na questão dos custos, seja na compra de gêneros alimentícios ou eletrodomésticos que atendam a demanda. Tal importância é ratificada na Resolução 912, artigo 14, parágrafo I, da ANTAQ (2007) que recomenda à autorizada:

“fornecer alimentação adequada aos usuários quando a interrupção ou o retardamento da viagem ultrapassar quatro horas, e alimentação e pousada adequadas quando ultrapassar doze horas, nos casos em que a interrupção ou o retardamento for de responsabilidade da autorizada, sendo admitida a habitabilidade na própria embarcação” (p. 9).

No trecho Manaus-Coari são servidas três refeições (almoço, janta e café). O café da manhã é servido entre 5h a 6h, *self-service*, sendo disponibilizados além do café, leite, pão e bolo, frutas como banana, melancia e laranja. O almoço é servido entre 11h ao meio-dia e tem como itens principais a carne ou o frango e como acompanhamentos, feijão, arroz, macarrão, maionese, vatapá, salada e farofa. O jantar é servido a partir das 17h, antes do anoitecer e

costuma constar praticamente os mesmos itens do almoço, diferenciados os itens principais no modo de preparo e na retirada do item feijão, maionese e vatapá.

Em alta temporada o preço é de R\$ 90,00 reais (rede) e camarote R\$ 300,00. O lucro médio em relação a baixa temporada é de R\$ 2.000 a 5.000,00 por semana. Na alta temporada é de R\$8.000,00 a 32.000,00 por semana.

No percurso Manaus-Coari, nos meses de baixa temporada (meses março, abril, maio, agosto, setembro, outubro e novembro) verificou-se que na primeira quinzena a demanda é razoável e na segunda é baixa. No retorno a Manaus, essa demanda de carga é bem baixa, somente em determinadas épocas do ano, quando há escoamento da produção rural como é o caso das cargas de melancia, pupunha, castanha, açaí e farinha. Segundo os *armadores* a maior demanda mesmo é a de passageiros.

Outra forma de serviço prestado na embarcação é o de encomenda, e, conforme a pesquisa, essa atividade gera bastante lucro. Por exemplo, carta dentro de envelope custa R\$10,00 reais; se a encomenda for uma caixa o preço varia entre R\$10, 15 ou 20,00 reais dependendo do tamanho, em caso de encomendas em dinheiro, são cobrados 10% do valor enviado.

Se comparado com os anos anteriores, os lucros com as embarcações mistas vêm decaindo, em virtude da modernização de algumas balsas por possuírem frigoríficos para o transporte de cargas e pelo crescimento do transporte do tipo lancha para os passageiros. Durante o período de maior movimentação, além da concorrência com os barcos usuais do trecho, surgem outros barcos, visando explorar tal demanda. São barcos fretados que circulam nos períodos de férias ou festas no trecho. Segundo entrevista com os *armadores*, o preço do diesel é o responsável pela perda de 60% do lucro. Para eles, o Estado deveria subsidiar parte do combustível dos barcos, oferecer melhor estrutura portuária, principalmente no PMM e, essencialmente, regulamentar o setor de forma equilibrada.

No que concerne à tripulação das embarcações pesquisadas, tem-se usualmente sete tripulantes armados (exigidos pela Marinha), são eles: comandante (também denominado de piloto ou práctico), marinheiro de convés, auxiliar de convés, condutor de máquina, maquinista, cozinheira e enfermeira. Notam-se ainda outros trabalhadores nas embarcações que são os responsáveis pelo carregamento/descarregamento dos porões e o conferente das cargas.

Via de regra, os barcos possuem dois prácticos que se revezam durante o trajeto, sendo a escala de trabalho de seis em seis horas. Salienta-se que os fluviais são regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, porém, a realidade é outra e, a maioria dos

contratos é realizada a base de acordo coletivo. Por isso, há muita rotatividade dos tripulantes. Outra situação rotineira, é que alguns práticos com carteira de habilitação não têm experiência no trecho (principalmente na seca) e, o inverso também ocorre: alguns práticos que conhecem bem o trajeto, ainda não possuem habilitação legal. A sugestão dos *armadores* é que a Marinha possa desburocratizar a habilitação de pilotos para quem há décadas vem trafegando nesse trecho.

Segundo informações colhidas durante a pesquisa de campo junto à Capitania dos Portos, caso não tenha na embarcação a tripulação recomendada, o barco é multado. Por isso, existem muitos tripulantes que viajam somente para cumprir as normas, porém, não efetuam suas funções. Um exemplo bem comum é o do comandante que tem carteira, mas não consegue levar a embarcação. No entanto, não há uma fiscalização rígida que evite esse tipo de conduta. Os *armadores* relatam que a Marinha só tem os cursos básicos ministrados em Manaus, no caso, o curso de piloto da embarcação tem que ser feito em Belém. Vale registrar que durante a pesquisa de campo, a Marinha não realizou nenhuma abordagem nas embarcações.

A ocorrência de furtos durante o trajeto é mínima, e, quando há, o item celular é o mais mencionado. Nesse tipo de embarcação não existe um local específico para acomodação das bagagens e para resguardar seus bens, os passageiros acomodam as malas próximas a sua rede. Segundo os passageiros pesquisados, uma situação que influencia na segurança é a venda de bebida alcoólica a bordo, no convés superior. Um *armador* relatou que alguns funcionários, principalmente do porão, bebem escondidos durante a viagem.

Durante a viagem comumente acontecem negligências que põem em risco a segurança das embarcações e dos passageiros. Durante a pesquisa, uma embarcação com destino a Tefé fez uma ultrapassagem forçada contra o barco da pesquisa com destino a Coari. Isso demonstra a imprudência do comandante, bem como a falta de fiscalização nos percursos.

Em se tratando do abastecimento de água nas embarcações, tanto o POM como o PMM não oferecem água tratada para as embarcações, então, os *armadores* coletam a água diretamente do rio. O motor da embarcação é ligado para sugar a água do rio por meio de uma bomba, que não recebe tratamento e provavelmente contamina o sistema hidráulico. Essa água será fornecida durante a viagem e é utilizada para preparar a comida, escovar os dentes e tomar banho, portanto, com certeza é uma água imprópria para o consumo, porém utilizada por todos da embarcação no trecho Manaus-Coari. Em relação à água potável, esta é comprada de uma embarcação que vende água de poço.

Em caso de contratemplos com as embarcações durante a viagem, tais como uma possível falha mecânica na embarcação ou mesmo um vazamento no porão, é comum entre os *armadores* que um ajude o outro. Por exemplo, no dia 08 de novembro de 2014, a embarcação Rei Davi (barco de Tefé) rebocou a embarcação Neto Silva VI (barco de Coari) desde Iranduba até Coari. Nessa situação de reboque é cobrado o valor do diesel pela embarcação de suporte.

As embarcações têm papel importante no que diz respeito à poluição ambiental. Os motores dos barcos utilizam óleo lubrificante e para não ser descartado em qualquer ambiente, os *armadores* das embarcações estudadas doam ou vendem para as comunidades o óleo queimado que deverá ser utilizado nas casas de madeira, canoas e motosserras. Esta prática é um fator sociocultural muito importante, pois contribui para a conservação do ambiente.

Os barcos geram uma poluição sonora durante a viagem. Os que mais são prejudicados são os passageiros e tripulantes, principalmente aqueles que estão no primeiro convés onde o ruído é mais elevado. Foi verificado na pesquisa que os maquinistas utilizam protetores de ouvido.

Quanto aos resíduos gerados durante o trajeto, estes são descartados em lixeiras dos portos e coletados posteriormente pelo caminhão do lixo. Não há separação do lixo para reciclagem. Alguns passageiros informaram que é prática comum também o descarte do saco de lixo no próprio rio. Em relação aos dejetos humanos, são descartados diretos no rio.

Caracterização das embarcações na Rota Manaus-Coari

Com base do campo realizado em 2015, observou-se que três embarcações fazem esta rota, a saber: Jesus Me Deu (madeira), Neto Silva VI (ferro) e Maresia VII (ferro).

O barco Maresia VII é a única embarcação com frigorífico e apresenta o maior quantitativo referente à capacidade de 285 passageiros, seguidos pelo Neto Silva 190 e Jesus Me Deu 113 passageiros. Referente à carga, o que transporta uma quantidade maior de mercadorias em seus porões é o Maresia VII, com 250 toneladas, seguidos pelo Neto Silva 199 toneladas e Jesus Me Deu 89 toneladas.

Observou-se na pesquisa que as embarcações de madeira levam em média 90 passageiros e de carga transportada 2000 caixas pequenas, com o valor de dois reais cada. Os barcos de ferro têm uma média de 70 passageiros e 10000 caixas com o valor de um real cada. No que tange à carga, as embarcações têm seus clientes fidelizados na cidade de Coari.

Durante os meses de férias todos os barcos desse trecho vão com a capacidade máxima tanto de passageiros e cargas. Geralmente o prefeito acorda convênio com alguma embarcação, e essa, mediante requisições emitidas pelas Secretarias Municipais atende o transporte de passageiros que necessitem Tratamento Fora do Domicílio-TFD, na maioria, especialidades médicas existente na capital. Atualmente, a embarcação conveniada com a prefeitura de Coari é a Maresia VII.

Sobre as tarifas cobradas, observou-se que as passagens para viagens em redes variam entre R\$50,00 e R\$ 90,00. Os barcos de madeira são os mais baratos com valor na baixa temporada de R\$ 50,00 e na alta de R\$ 70,00. Os barcos de ferro cobram na baixa temporada R\$ 50,00 e na alta R\$ 90,00. No que tange aos camarotes, o Neto Silva apresenta preço em camarotes mais caro (R\$ 350,00), seguidos Maresia VII (R\$ 250,00), Jesus Me deu (R\$ 250,00). Verifica-se que durante os meses de baixa temporada os preços da rede e dos camarotes são negociáveis. Entretanto durante as férias o preço chega ao seu máximo. Quem determina o preço, segundo o *armador* da embarcação Maresia VII, no período de baixa, são os *armadores* de Tefé.

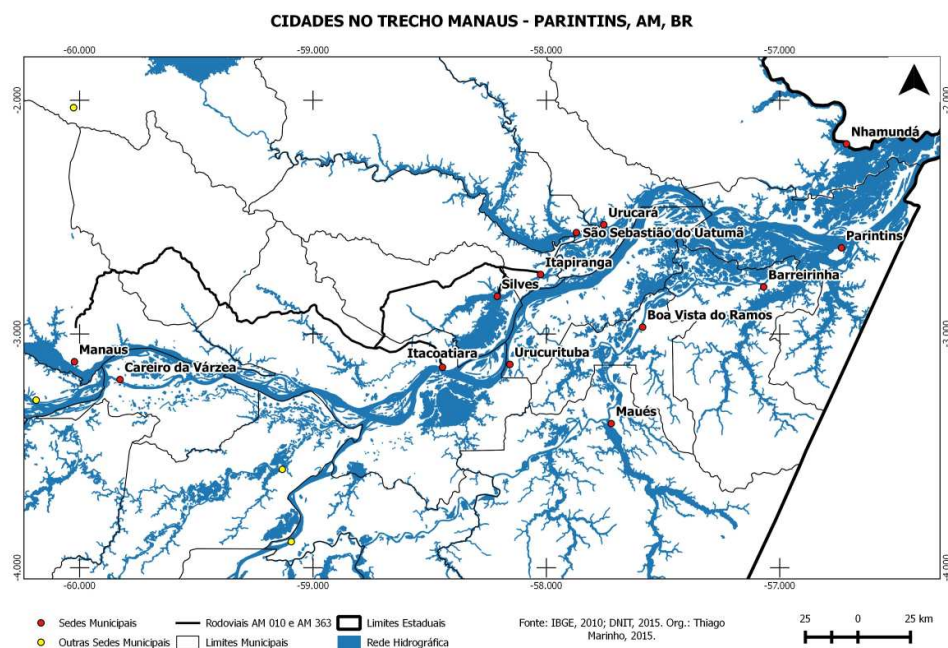
Das análises sobre as dimensões das embarcações obteve-se que a embarcação com maior arqueação bruta é o Maresia VII (385 AB), seguidos do Neto Silva 345 e Jesus Me Deu 160. Em relação ao comprimento, destaca-se o Maresia VII com 37 metros, seguidos do Neto Silva 35,53 e Jesus Me Deu 31,8. O de maior embocadura (boca) é o Maresia VII (8,6 metros), seguidos do Neto Silva 8,2 e Jesus Me Deu 6,13. O barco de maior pontal e calado é o Neto Silva (3,05 e 2,5 metros), seguidos do Maresia VII (2,85 e 2,42 metros) e o Jesus Me Deu (1,65 e 1,4 metros).

Por fim, quanto ao desempenho das embarcações no trajeto, no sentido Manaus – Coari, ou seja, contra a correnteza, o barco que leva vantagem de tempo médio de percurso é o barco de madeira Jesus Me deu (24 horas). A embarcação mais lenta é o Maresia VII (28 horas) e o Neto Silva (26 horas). Todas as embarcações, exceto o Maresia VII, possuem um Caterpillar (764 cavalos), são aparelhadas com motores Yanmar, sendo o Neto Silva o barco cujo motor apresenta maior potência (829 cavalos) e O Jesus Me Deu é o de menor potência, com apenas 447,42 cavalos. Em velocidade média de percurso, o Neto Silva desenvolve 20 nós, sendo o de mais alta velocidade média, seguidos do Maresia VII (19) e Jesus Me Deu (18).

Trecho Manaus- Parintins

As embarcações utilizam o Rio Amazonas como via principal, neste trecho iniciam em Manaus, passam pelos municípios de Itacoatiara e chegam ao destino final que é Parintins (Figura 20).

Figura 20 - Localização trecho Manaus-Parintins



Fonte: Autor, 2015.

O rio Amazonas é navegável o ano todo, possibilitando as viagens de maneira regular. O Porto de Parintins localiza-se na costa do Rio Amazonas, na zona central da cidade de Parintins e atende os municípios adjacentes do baixo Amazonas, tais como Nhamundá e Barreirinha. É importante frisar que Parintins exerce um papel importante no que se refere à interligação entre duas cidades grandes de distintos estados do norte: Manaus e Belém.

Da pesquisa observou-se que seis são as embarcações que fazem esta rota (Figura 21): Navio Parintins I, Novo Aliança, Oliveira V, Príncipe do Amazonas foi substituída pela embarcação Comandante Severino, Coronel Tavares (ferro) e Coronel Tavares (madeira).

Figura 21- Embarcações do trecho Manaus-Parintins



Foto: Autor, 2015.

As embarcações saem da cidade de Parintins às 8 horas da manhã e chegam à cidade de Manaus pela parte da manhã do dia seguinte. Segundo os *armadores*, quando a embarcação atraca no POM, os passageiros descem e é neste momento que iniciam as atividades por parte da tripulação, como limpeza do barco, manutenções corretivas e/ou preventivas, abastecimento de combustível.

Em relação à carga vinda de Parintins, esta é mais doméstica, ou seja, dos próprios passageiros. Verifica-se que um setor importante é o da encomenda, tanto na ida quanto na volta do trajeto. Após o processo de carregamento da embarcação, o conferente e os colaboradores do porão entram em ação, são eles responsáveis por receber, conferir, fazer uma análise da qualidade da carga e organizá-la no porão. Na verdade, quando o comerciante de Parintins solicita uma carga de Manaus, o fornecedor se responsabiliza até o embarque da mercadoria, depois é feita a organização da carga, e a partir daí toda responsabilidade é do *armador*.

A maior movimentação das embarcações, em que o fluxo de passageiros e de cargas é alto, ocorre nos períodos de férias escolares e festas regionais, como por exemplo, a do boi-bumbá e a festa da padroeira. São nesses meses que as embarcações compensam os meses de baixa demanda no que se refere ao lucro mensal. Os *armadores*, principalmente em baixa temporada (março, abril, maio, agosto, setembro e outubro), reduzem seus colaboradores, principalmente os do porão.

A duração média de Manaus a Parintins, a favor da correnteza, é de 18 horas de viagem na época das águas baixas nos meses que vão de outubro a novembro. Na época de

águas altas (junho a julho) a média da viagem é de 16 horas até o destino final que é o porto de Parintins.

Com relação a acidentes nesse trecho, registra-se que, no ano de 2013 a embarcação Príncipe do Amazonas, de madeira, bateu em um tronco, a noite, e perdeu toda a carga. Segundo a *armadora* da embarcação, durante dez anos navegando nesse trecho, esse foi o único sinistro ocorrido, totalizando um prejuízo de 100 mil reais. Recentemente, em julho de 2015, o Coronel Tavares (ferro) bateu em um tronco de árvore, próximo a Manaus, na região do Puraquequara. A batida provocou uma fissura no casco e, por medida preventiva os passageiros foram retirados da embarcação, seguindo para Manaus em outra embarcação.

A exemplo do trecho de Coari, a grande parcela dos passageiros compra sua passagem no PMM, por ser o preço da passagem mais barata que no POM. A passagem no POM é tabelada, R\$ 100,00. Entretanto, no PMM existe uma variação de R\$ 50,00 a R\$ 100,00, dependendo da concorrência com os barcos do Pará. Quem determina o preço, segundo o armador da embarcação Parintins, são os armadores do Pará.

O valor cobrado para transportar a carga é determinado pela descrição, volume e peso e se o contratante é regular ou não na embarcação. A pessoa responsável pela encomenda determina o valor, emitindo recibo.

Em geral, as embarcações saem do POM às 5h da manhã, indo para o PMM, para embarcar passageiros na balsa Amarela. É raro os passageiros pegarem a embarcação no POM, só se não tiver lugar para ficar em Manaus. Quando amanhece, os passageiros começam a chegar. Quanto mais cedo, melhores os lugares da rede e o preço, geralmente, é menor. Nesse tipo de transporte não é preciso adquirir a passagem com antecedência. Às dez horas a embarcação sai do PMM e prossegue direto para Parintins e, caso tenha passageiro em Itacoatiara, é solicitado via rádio uma catraia para pegar o passageiro no meio do rio, uma atividade extremamente perigosa. A embarcação passa em Itacoatiara, aproximadamente, às 18h do mesmo dia. Chega à cidade de Parintins, quase, às 4 horas da manhã do dia seguinte. Durante a pesquisa nesse trecho verificou-se que as embalagens de quentinha, lata de refrigerantes e cerveja são separadas pelos tripulantes e vendidas em Parintins.

Os barcos que fazem o trecho Manaus-Parintins são linhas regulares perfazendo uma viagem por semana. Existe uma escala entre as embarcações de maneira que somente na segunda e domingo não há viagem neste trecho. No sábado coincide de embarcações diferentes saírem em horários distintos no mesmo dia. Os barcos que fazem uma viagem por semana totalizam 48 viagens por ano. Uma característica do passageiro de Parintins, ele viaja mais, indo para o município sempre que tem feriado.

Caracterização das embarcações na Rota Manaus – Parintins

Com base do campo realizado em 2015, observaram-se seis embarcações que fazem esta rota, a saber: Navio Parintins I, Novo Aliança, Oliveira V, Príncipe do Amazonas (foi substituída pela embarcação Comandante Severino), Coronel Tavares (ferro) e Coronel Tavares (madeira).

Neste trecho, o Novo Aliança é a única embarcação que não possui frigorífico. O maior quantitativo é o Navio Parintins, com capacidade de 625 passageiros, seguidos pelo Comandante Severino 433, Oliveira V com 340, Coronel Tavares (ferro) 338, Novo Aliança, 330 e por último Coronel Tavares (madeira) 156 passageiros. Referente à carga, o que transporta uma quantidade maior de mercadorias em seus porões é o Navio Parintins, com 826 toneladas e o que menos carrega é o Coronel Tavares (madeira) com 111 toneladas. A embarcação Navio Parintins paga R\$ 333,00 no POM e 200,00 no PMM.

Durante os meses de férias escolares todos os barcos desse trecho vão com a capacidade máxima tanto de passageiros quanto de cargas. A embarcação conveniada com a gestão atual da prefeitura é o Comandante Severino. Tal embarcação disponibiliza passagens gratuitas, mediante requisições emitidas pela Secretaria de Saúde atendendo o transporte de passageiros que necessitem Tratamento Fora do Domicílio-TFD, na maioria, especialidade médica existente na capital.

Sobre as tarifas cobradas, observou-se que as passagens para viagens em redes variam entre R\$ 60,00 e R\$ 100,00. Dentro dessa amplitude, a passagem mais barata é do Oliveira V, com valor na baixa temporada de R\$ 60,00. Os barcos Parintins, Coronel Tavares (ferro) e Coronel Tavares (madeira), na baixa temporada, cobram R\$ 60,00. Os valores mais altos de passagem, em baixa temporada, ficam por conta do Novo Aliança e Comandante Severino, com R\$ 80,00. Na alta temporada o valor fixo é R\$ 100,00 em todas as embarcações. Referente aos camarotes, o Comandante Severino apresenta preço em camarotes mais caro (R\$ 400,00), seguidos por Navio Parintins e Novo Aliança (R\$ 350,00), Coronel Tavares (ferro e madeira) e Oliveira (R\$ 300,00). Verifica-se que, durante os meses de baixa temporada os preços da rede e dos camarotes são negociáveis. Entretanto, durante as férias, o preço chega ao seu máximo. Quem determina o preço, segundo os armadores são as embarcações do Pará.

Das análises sobre as dimensões das embarcações obteve-se que a embarcação com maior Arqueação Bruta (AB) é o Navio Parintins (826 AB), seguidos do Comandante

Severino (747 AB) e o menor é o Coronel Tavares (madeira) com 205 AB. Em relação ao comprimento, destaca-se o Parintins com 49,8 m, seguidos do Comandante Severino 46,12 m e o menor Coronel Tavares (madeira), com 29,48 m. O de maior embocadura (boca) é o Parintins (10,6 metro), seguido do Comandante Severino 10,0 m e o menor Coronel Tavares (madeira) 6,85 m. O barco de maior pontal e calado é o Parintins (3,65 e 3,1 metros), seguido do Comandante Severino (3,3 e 2,8 metros), por último o Coronel Tavares (ferro) (2,25 e 1,82 metros).

Por fim, quanto ao desempenho das embarcações no trajeto, no sentido Manaus-Parintins, ou seja, a favor da correnteza, os barcos que levam vantagem de tempo médio de percurso gastam 19 horas. A embarcação mais lenta é o Coronel Tavares (madeira) com o tempo de 20h.

Relacionado ao tipo de motor e à potência, verificou-se o seguinte nas embarcações: Navio Parintins possui um Mitsubshi (915 cavalos), Novo Aliança e o Comandante Severino têm a mesma potência e motor, aparelhadas com motores Yanmar de (829 cavalos) e Coronel Tavares (ferro) (600 cavalostransporte fluvial na Amazônia a partir de um breve histórico da navegação na Amazônia e no Amazonas, verificando sua estrutura organizacional (portos, trechos e embarcações). Delimitou o estudo no transporte fluvial do Amazonas e escolheu como caso ilustrativo os trechos Manaus-Parintins e Manaus-Coari). O barco Oliveira V possui dois motores Scania, de 550 cada e o de menor potência, Coronel Tavares (madeira) com apenas 367 cavalos. A maior velocidade de percurso, com 20 nós, é atingida pelas embarcações: Navio Parintins, Novo Aliança, Oliveira V e Comandante Severino.

Este capítulo contextualizou a rede de, em embarcações mistas para identificar dentro da rede um conjunto de indicadores apropriados para a região. Tais indicadores serão explicitados nos capítulos que se seguem.

CAPÍTULO II – SISTEMA DE INDICADORES PARA AVALIAR A SUSTENTABILIDADE NO TRANSPORTE FLUVIAL NO AMAZONAS

Este capítulo elabora uma revisão da literatura de indicadores internacionais e nacionais de sustentabilidade e apresenta um sistema de indicadores pautados nos aspectos clássicos da sustentabilidade. A formulação destes se deu a partir de avaliações de outros modais, nas literaturas específicas e na contextualização do transporte fluvial amazônico, sopesando os indicadores emergidos no campo para sua composição. A sua elaboração servirá como parâmetro para a construção da sustentabilidade do transporte fluvial na Amazônia, tornando-o legível à elaboração de políticas públicas, visando melhorias estruturais e qualidade nos serviços. E para construção do índice de sustentabilidade que agregue as diferentes dimensões da sustentabilidade, utilizou-se o método de análise de componentes principais baseados nos métodos *Método de Análise Hierárquica - AHP* e *Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation - Promette*.

2.1 Princípios Gerais sobre os Indicadores de Sustentabilidade

Contexto do surgimento dos indicadores de sustentabilidade

Durante o século XX, foram realizados diversos debates na tentativa de chamar a atenção para a temática socioambiental, tais como a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, reunida em Estocolmo no ano de 1972; a ECO-92; a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável em Johannesburgo, na África do Sul, também conhecida como Rio+10; a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20, realizada no Rio de Janeiro, em 2012, entre outros que culminaram na elaboração de planos e acordos que buscaram ações resolutivas aos impactos sociais, ambientais e econômicos no planeta.

Dentre esses planos e acordos, enfatizou-se o desenvolvimento de ferramentas que pudessem mensurar o desenvolvimento sustentável e o impacto ambiental. Assim, a utilização de indicadores surgiu como atual e melhor ferramenta para parametrizar as questões socioambientais.

Após a Conferência RIO-92 e a divulgação da Agenda 21 Global, a elaboração de indicadores de sustentabilidade se tornou mais evidente, tanto que no capítulo 40 da Agenda

21 há a recomendação para que as nações implementem os indicadores de desenvolvimento sustentável, a fim de mensurar as ações preconizadas pela própria Agenda (GUIMARÃES; FEICHAS, 2009).

Vale ressaltar que a Agenda 21 é um plano de ação orientado ao desenvolvimento sustentável, a ser adotado de maneira global e local por governos e sociedade civil, em todas as áreas em que a ação humana impacta o meio ambiente, buscando um novo padrão de desenvolvimento (Agenda 21, 1992). Daí a necessidade de se parametrizar as ações e consubstanciar a ideia de sustentabilidade para os países por meio de indicadores.

Conforme Veiga (2010), não se pode mais falar de indicadores de sustentabilidade sem ter como ponto de partida as recomendações do *Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress* (STIGLITZ; SEM; FITOUSSI, 2009).

A Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável (Rio +20) de 2012 buscou um conceito de sustentabilidade como requisito fundamental para o desenvolvimento mais justo e duradouro para as gerações atuais e futuras. Durante a Conferência se reafirmou o compromisso de desenvolver um sistema para medir a sustentabilidade, apoiado na experiência do Milênio para o Desenvolvimento (*Millennium Development Goals – MDG*). Diante disso, surgiu a ideia de criar um conjunto de indicadores próprios para analisar o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, conhecidos pela sigla SGD (MARCHAND; LE TOURNEAU, 2014).

No relatório do *Consultative Group on Sustainable Development* (IISD), em 2006, foi feito um levantamento de 630 trabalhos sobre indicadores de sustentabilidade, sendo considerado por alguns autores um sucesso; porém não se chegou a uma definição comum sobre os aspectos da sustentabilidade, o que diversifica a sua abordagem. Segundo Marchand & Le Torneau (2014), ainda falta um consenso em torno de um sistema de indicadores satisfatório à aplicação harmonizada em diferentes escalas e contextos.

Desde que surgiu, na década de 1990, o termo sustentabilidade tem gerado diferentes propostas conceituais, buscando relacionar as diversas dimensões com a capacidade de suporte dos recursos do planeta, sendo necessário levar em conta as dimensões para direcionar o planejamento de atividades.

Ekins (2000) propõe um conceito com base nas dimensões ética, social e econômica. Ele percebe o espaço físico como objeto onde podem se desenvolver as três dimensões: a ética que se fundamenta na visão da inter-relação entre a sociedade e o meio; a social refere-se à conservação dos mecanismos de ações de integração social e a dimensão econômica

assegura-se da manutenção do bem-estar econômico, priorizando a racionalização do consumo.

Acserald (1999) recomenda que a sustentabilidade deve ter caráter democrático, objetivando a participação da sociedade como agente político nas áreas social, material, econômica e ambiental. Conforme Andrade (2014) complementa, é isto que a sustentabilidade tem de especial como proposta: o comprometimento de todos para que a ideia se materialize, pois não pode haver sustentabilidade em contexto insustentável.

Todavia, Bossel (1999) adverte sobre a existência de algumas ameaças à sustentabilidade, referindo-se ao avanço tecnológico, econômico e populacional em que a dinâmica desse processo não acompanha a infraestrutura existente no tempo e no espaço e propõe que a sustentabilidade deva ter as seguintes dimensões: social, ambiental, material, ecológica, econômica, legal, cultural, política e psicológica.

Bezerra (2014) entende a sustentabilidade como um processo social que assegure a um só tempo, a elevação do padrão socioeconômico da humanidade e a conservação dos recursos naturais e no qual não exista dependência política, econômica ou cultural e sim interdependência desses fenômenos.

Sob essa premissa, os indicadores de sustentabilidade possuem algumas características especiais que os diferem dos tradicionais, conforme as especificadas em Maclaren (1996): a) Integração – permite visualizar conexões existentes entre as dimensões econômica, social e ambiental; b) Visão em longo prazo – permite acompanhar o progresso, ao revelar tendências e fornecer informações indiretas sobre o futuro; c) Preocupação com as gerações futuras – devem medir a equidade intra e entre gerações, podendo focalizar ainda populações em diferentes contextos geográficos; d) Desenvolvido com a contribuição de múltiplos participantes – as experiências têm mostrado que os indicadores de maior confiabilidade são aqueles desenvolvidos com a participação de diferentes grupos.

Por outro lado, como o problema é global, o importante é que cada nação possa medir a sustentabilidade dentro das suas especificidades, principalmente nas dimensões ambiental, social, cultural e econômica, de forma integrada e inter-relacionada. Pois, uma coisa é medir desempenho econômico, outra é medir qualidade de vida e uma terceira é medir a sustentabilidade do desenvolvimento; ou seja, não se podem avaliar diferentes padrões de sustentabilidade em separado (VEIGA, 2010).

Elaborados durante a década de 1990, os indicadores formulados mencionam apenas o tripé clássico da sustentabilidade, a saber: ambiental, econômico e social. Contudo, as

dimensões política, cultural ou espacial devem ser incluídas (Marchand; Le Tourneau, 2014), seguindo as recomendações de Sachs (2004).

Starell (1995) e Leff (2006) destacam que os indicadores de sustentabilidade devem considerar todos os aspectos que contemplem a qualidade de vida e do ambiente, diferentes dos indicadores de desenvolvimento atual que são pautados em elementos quantificáveis que subsidiam o crescimento econômico do capital. Estes tornam-se úteis quando despertam interesse em decisões, simplificações ou, resumindo, propriedades importantes, cooperando na visualização de fenômenos ou mensurando informações que devem ser divulgadas (LUNDIN, 1999).

Segundo Xarxa (2000), os indicadores devem refletir a dinâmica do uso, observando o estado local em um momento pontual, possibilitando análise evolutiva em escala temporal, com capacidade para orientar a transformação de uma localidade e formar um ciclo de tomada de decisões em função das tendências verificadas e metas estabelecidas.

Bossel (1999), por sua vez, defende uma seleção de indicadores que seja participativa, contemplando os seguintes aspectos: Sistema Humano (capital humano); Sistema Suporte (capital estrutural ou construído) e Sistema Natural (capital natural). A esse respeito, o autor cita o *Sustainable Seattle's Indicators*, criado em 1998, que sob esses moldes, ganhou reconhecimento das Nações Unidas como indicador de excelente desempenho, sendo premiado na Conferência de Istambul, na Turquia.

O processo de definição dos indicadores é dinâmico, elaborado a partir do debate de três esferas: o público em geral, com as organizações da sociedade civil e em câmaras técnicas. A publicação deste considerou a consonância entre os indicadores e a esfera política, pois são os atores políticos e organizacionais que representam e legitimam as ações propostas (CORREA, 2007).

Ratificando os conceitos acima, a seleção de indicadores deve ter linguagem simplificada, de fácil compreensão, possibilitando o seu entendimento e uso. Ter uma metodologia que condense aspectos similares, elegendo indicadores representativos, resultando em uma redução de variáveis.

Em linhas gerais, um indicador deve ser sempre um simplificador da informação (Tapajós, 2002), em sendo possível, garantir que o conjunto de indicadores seja compacto sem perder as informações essenciais (CORREA, 2007).

A definição de sustentabilidade utilizada nesta tese deve garantir o bem estar do homem e do ambiente, considerando a participação dos atores sociais e o equilíbrio entre os três aspectos clássicos da sustentabilidade: ambiental, econômico e social. Porém, nesse

modal fluvial, somente esses aspectos não garantem a sua plenitude. Em função disso, os aspectos político (participação do Estado) e cultural (hábitos e costumes locais) devem ser respeitados quando se trata de assegurar a sustentabilidade do transporte fluvial no Amazonas.

Neste sentido, cada dimensão contém alguns indicadores, devidamente escolhidos e mensurados durante o campo, envolvendo os principais atores (armadores, passageiros e especialistas) da rede para sua composição: na dimensão ambiental destacam-se os efeitos das embarcações no ambiente aquático, por meio da poluição atmosférica, nível de ruído e qualidade da água; no aspecto social, verificam-se os serviços oferecidos pela embarcação relacionados à higiene, alimentação, cortesia, pontualidade, conforto, regularidade, segurança, condição de trabalho; e na dimensão econômica, assegura-se a manutenção do bem-estar econômico de armadores e passageiros.

Os indicadores propostos neste trabalho pretendem apontar, informar e auxiliar nas tomadas de decisão, tornando-os legíveis aos usuários e armadores, aos formadores de políticas públicas na regulamentação, qualificação e especialização do setor, além de fornecer alinhamento conceitual aos usuários e contribuir para a melhoria da prestação de serviços por parte dos armadores. Em tempo, a proposição destes servirá como parâmetro para alcançar a almejada sustentabilidade. Em função disso, este trabalho utilizou os indicadores internacionais para verificar a viabilidade deste no contexto do modal fluvial amazônico.

Indicadores internacionais

Desde a assinatura da Agenda 21, os países concordaram em corrigir distorções geradas pela avaliação exclusivamente econômica do PIB (LOUETTE, 2007).

Louette argumenta que definir a riqueza de um país vai além do aspecto exclusivamente econômico, abrangendo vários aspectos, como o social e o ambiental. Nessa perspectiva, os índices elevados do PIB não são mais indicativos de desenvolvimento sustentável.

Assim, lançou-se uma série de propostas de indicadores em nível internacional, destacando-se os mais utilizados: os Indicadores Econômicos, criados para substituir o Produto Interno Bruto (PIB). Dentre, os mais citados estão: Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável (*Index of Sustainable Economic Welfare - ISEW*), criado em 1989 e o Índice de Progresso Genuíno (*Genuine Progress Index – GPI*), de 1995. Estes dois indicadores possuem metodologia semelhante, buscando corrigir falhas deixadas pelo PIB, como os custos sociais e ambientais que sustentam a produção da riqueza (MARCHAND; LE TOURNEAU, 2014).

Dentro da dimensão ecológica foi criado o Índice de Sustentabilidade Ambiental (*Environmental Sustainability Index – ESI*), iniciativa das Universidades de Yale e Columbia, patrocinado pelo Fórum Econômico Mundial e o *Joint Research Centre of the European Commission*, criado em 2001, com o objetivo de estabelecer meios de comparação entre diferentes países no que se refere às condições ambientais, redução dos estresses ambientais, redução da vulnerabilidade humana, capacitação social e institucional, além de manejo ambiental global.

O ESI é dividido em cinco componentes, a saber: a qualidade dos sistemas ambientais; a redução dos estresses ambientais; a redução da vulnerabilidade humana; a capacidade social e institucional e o manejo global. É um índice alimentado por 20 indicadores e 76 variáveis. Com isso, seu conteúdo mescla as dimensões: social, econômica, ambiental e institucional, mostrando que a sustentabilidade ecossistêmica não pode ser separada das questões humanas (MARCHAND; LE TOURNEAU, 2014).

Em 2006, as mesmas universidades criaram o Índice de Desempenho Ambiental (*Environmental Performance Index – EPI*), com o objetivo de aperfeiçoar o desenvolvimento de políticas e modificar as decisões ambientais. Este índice concentra suas bases em dois objetivos amplos de proteção ambiental: 1) redução de estresses ambientais sobre a saúde humana e 2) proteção da vitalidade do ecossistema. Essas bases de cálculo são disponibilizadas *on-line* e permitem identificar as nações que mais se esforçam para alcançar a sustentabilidade ambiental.

Outro indicador de dimensão ecológica, também criado por pesquisadores da Universidade de Columbia no ano de 1990, a Pegada Ecológica, tem como conceito central a biocapacidade, ou seja, a capacidade de um ecossistema oferecer os recursos naturais ou absorver os resíduos das atividades humanas sem comprometer sua própria reprodução. Por ser de fácil entendimento, atualmente, a Pegada Ecológica é o indicador mais popular, sendo utilizado em diversos trabalhos.

Todavia, ela apresenta problemas no seu modo de cálculo, tendendo a favorecer países com agricultura intensiva. Para esclarecer, a Pegada Ecológica refere-se às superfícies terrestres ou aquáticas para produzir ou absorver determinados produtos. Esse cálculo integra fatores de rendimento que vão aumentar ou diminuir a quantidade de áreas necessárias para produção/absorção de produtos. Em países com agricultura intensiva, a pegada é reduzida por ter uma alta produtividade por hectare, sem levar em conta os efeitos colaterais dessa alta produtividade, como o uso de agrotóxicos, poluição do solo, água, etc. (MARCHAND; LE TOURNEAU, 2014).

Outra categoria de indicadores refere-se aos Indicadores de Felicidade Sustentável, criados a partir de 2009 e surgidos a partir de um trocadilho do rei Jigme Whanchuck, do Butão. Esse país aparecia nos últimos do ranking do PIB e este rei julgava a população do Butão feliz, assim ele sugeriu que a felicidade interna bruta devia ser mensurada em vez do produto interno bruto. Assim, a situação do Butão nos rankings internacionais seria bem diferente.

O trocadilho do rei em 1972 gerou, além de gracejos, inúmeros trabalhos (Wintrebert, 2007) e diferentes índices de felicidade: o Índice de Bonheur Mondial – IBM, a Felicidade Interna Bruta (*Gross National Happiness* – GNH) e o Índice Planeta Feliz (*Happy Planet Index*), este último destacando-se dos demais por dar mais importância às questões ambientais.

Por fim, ressaltamos os Indicadores Equilibrados, subcategorizados em dois: O Painel de Sustentabilidade (*Dashboard of Sustainability*) da Comissão sobre o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (CDS/ONU) criado em 1996. Ele passou por vários testes até chegar à sua versão final em 2001. Contém 46 indicadores divididos em quatro temas: social, ambiental, econômico e institucional. É considerado pioneiro em estabelecer um método de *scoring* (escala de notação), o qual permite que diferentes indicadores sejam mensurados na mesma unidade, facilitando as comparações; bem como, permite tratar conjuntamente o tripé (social, econômico e ambiental) e incluir a dimensão política. Entretanto, este indicador não trata de forma equilibrada as questões sociais e ambientais, pois em suas análises a dimensão ambiental pesa somente $\frac{1}{4}$ no resultado final.

Outro índice equilibrado é o Índice de Bem-Estar das Nações ou Barômetro da Sustentabilidade, concebido em 1997, por R. Prescott-Allen, patrocinado pela UICN e pelo Centro Internacional de Investigações para o Desenvolvimento (*International Research Development Center* – IRDC), sendo o primeiro sistema de indicadores internacionais a considerar e promover uma visão equilibrada entre as dimensões humanas e ecossistêmicas.

O Barômetro da Sustentabilidade apresenta uma particularidade interessante: divide-se em dois componentes para o agrupamento das dimensões. No bem-estar das sociedades, agrupa as dimensões sociais, econômicas e políticas. Neste componente dedica um item à questão cultural e outro à igualdade entre sexos, raças e etnias dentro das sociedades consideradas. O outro componente trata do bem-estar dos ecossistemas.

Ainda dentro dos indicadores equilibrados, está o Índice de Sociedade Sustentável (*Sustainable Society Index* – SSI), um dos últimos criados em escala internacional. Foi patrocinado e promovido pela ONG *Sustainable Society Foundation*, originária dos países

baixos. Sua base está organizada a partir dos três pilares setoriais: social, econômico e ambiental. Porém, apresenta problemas na sua metodologia por depender de outros indicadores e índices internacionais, tais como o Pegada Ecológica para rubricar consumo; de indicadores do Banco Mundial para a seção governança e do EPI para a qualidade do ar e da água.

O SSI chama a atenção pela originalidade de tratar alguns temas, como o indicador “transição”, que faz referência explícita às ações presentes para não prejudicar as gerações futuras. Mais um aspecto é a transparência dos dados, disponíveis na quase totalidade na *internet* e, finalmente, sua escala de notações ser definida em função de metas determinadas, em parte, por grandes instituições internacionais.

Na Europa existe uma base secundária de dados fidedignos, no que se refere ao transporte fluvial, porém, em países subdesenvolvidos, como é o caso do Brasil e, principalmente na Região Amazônica, os dados existentes não são confiáveis, dificultando qualquer proposição de sistema de indicadores robusto.

2.2 Indicadores no contexto brasileiro/amazônico

No Brasil, a criação do Observatório Brasil – Indicadores de Sustentabilidade surgiu visando buscar uma maneira de agregar os indicadores de forma consistente e convergente dos três pilares clássicos da sustentabilidade: econômico, social e ambiental. Desde então, termos como sustentabilidade ficaram mais notórios e utilizados pela comunidade científica, bem como a ideia de que quando uma atividade levanta risco de dano à saúde ou ao ambiente, medidas de precaução devem ser tomadas mesmo quando relações de causa e efeito não estão completamente estabelecidas cientificamente.

Dentre as propostas nacionais o lançamento da Agenda 21 Brasileira ocorreu em 2002 juntamente com o lançamento pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – Brasil, que mostram um panorama geral dos principais temas do desenvolvimento sustentável neste país (KRAMA, 2008).

Esses indicadores procuram mensurar, em seus aspectos essenciais, a qualidade ambiental e de vida da população, o desempenho macroeconômico do país, os padrões de produção e consumo e a governança para o desenvolvimento sustentável. Os indicadores sociais promovem uma síntese da situação social, distribuição de renda e condições de vida da população. Os ambientais tratam do uso dos recursos e da degradação ambiental, enquanto os

econômicos avaliam o desempenho econômico e financeiro, os impactos do consumo de recursos e uso de energia primária. Por fim, os institucionais se relacionam à orientação política, capacidade e esforço empenhados para as mudanças necessárias em prol de um efetivo desenvolvimento sustentável. Inicialmente, foram apresentados 50 indicadores e hoje, levando-se em conta as particularidades do Brasil, o IBGE apresenta 63 indicadores (IBGE, 2015).

Em linhas gerais, os indicadores de Desenvolvimento Sustentável do Brasil, apresentados pelo IBGE, permitem acompanhar as dimensões ambiental, social, econômica e institucional em um panorama generalizado e amplificado. Dentro da dimensão ambiental são considerados: atmosfera, terra, água doce, oceanos, mares e áreas costeiras, biodiversidade e saneamento; na dimensão social, aspectos como: população, trabalho e rendimento, saúde, educação, habitação e segurança; na dimensão econômica, vários itens entre os quais o Produto Interno Bruto (PIB), consumo *per capita* e taxa de investimento; a dimensão institucional apresenta o quadro (comitês, conselhos, legislação ambiental) e a capacidade institucional (gastos, acesso, articulações intermunicipais) (IBGE, 2015).

Marchand & Le Tourneau (2014) argumentam sobre a incerteza de que sistemas apoiados em escalas nacionais sejam pertinentes em escalas menores. Partindo desse princípio, devem-se considerar duas vertentes distintas, mas interligadas: os sistemas internacionais podem não corresponder à realidade amazônica.

Por outro lado, estes autores advertem: optando pela criação um novo sistema de indicadores específicos para a Amazônia, corre-se o risco de tratá-la como uma ilha desconectada do resto do mundo. Perder-se-ia então a possibilidade de comparar o desempenho com outras áreas e ficaria muito difícil definir se a situação encontrada é realmente sustentável ou não. A outra maneira seria adequar os sistemas existentes à realidade local.

Esta é a pretensão deste trabalho: adaptar os indicadores internacionais e nacionais já existentes às especificidades da navegação amazônica, dentro de uma escala de avaliação temporal, em que seja possível mensurar os índices específicos em cada trecho. Vale mencionar que os projetos de um país são pautados por meio de indicadores, por essa razão faz-se necessária a revisão sobre indicadores internacionais e nacionais, pois estes servem como parâmetro para a elaboração de novos sistemas de indicadores.

Martins (2014) ressalta que para avaliar a sustentabilidade dentro da realidade amazônica, devem-se considerar as características e diversidades para melhor retratar e subsidiar políticas públicas e esse processo inclui captar periodicamente os resultados

positivos (potencialidades) e negativos (vulnerabilidade) que permitam a alteração das políticas e a continuidade do desenvolvimento em bases sustentáveis.

Para Droulers et. al. (2011), a Amazônia se constitui um verdadeiro laboratório onde estão sendo testadas inúmeras concepções da sustentabilidade, entre as quais está a elaboração do Plano Amazônia Sustentável (PAS), o qual propunha em suas diretrizes

“a valorização do enorme patrimônio natural, investimentos em tecnologias e infraestrutura, viabilização de atividades econômicas dinâmicas, inovadoras, geradoras de emprego e renda, compatível com o uso sustentável dos recursos e elevação no nível de vida da população” (BRASIL, 2008; p. 8).

Dentro desse contexto, Martins (2014) propõe um Índice de Sustentabilidade para a Amazônia (ISA), para monitorar a sustentabilidade a partir de um conjunto de indicadores e critérios de análises, tendo como base as estratégias estabelecidas no PAS. Porém recomenda que, por meio da interpretação desses índices e indicadores, sejam geradas informações consistentes sobre o processo de desenvolvimento da Amazônia, bem como o monitoramento ao longo dos anos, apontando caminhos para a sustentabilidade da Região.

No caso do transporte fluvial, a característica mais forte é a economicidade, principalmente por atuar em um contexto que transporta grandes cargas, em longas distâncias e a baixo custo (Tapajós, 2002). Por exemplo, no Amazonas o indicador econômico fluvial é de suma importância, senão vital, uma vez que toda a logística de transporte humano, alimentos, roupas e demais recursos são transportados por esta via, enquanto no Estado de São Paulo, por exemplo, as estradas são as principais vias de transporte. Da mesma forma, ao observarmos o mapa de relevo, verifica-se o quanto é distinto o indicador de sustentabilidade ambiental para o Brasil, países Africanos e para os Estados Unidos da América.

Geralmente, os índices de desempenho do transporte fluvial são tratados como índices de desenvolvimento econômico. Isto poderia ser aceito, se a diversidade de atores sociais envolvidos fosse idêntica. É evidente que a dimensão econômica é fundamental, mas não pode se sobrepor às demais, visto que existe uma inter-relação entre as três dimensões: econômica, social e ambiental (TAPAJÓS, 2002).

Verifica-se que os indicadores internacionais mais conhecidos não consideram as necessidades reais em escalas locais, que requerem uma proximidade com o fenômeno e garantam a compreensão da comunidade, a consistência e a legitimidade dos seus dados.

Santos (2008) chama a atenção na discussão sobre o fato que, para desenvolvimento de uma região, é imprescindível conhecer as condições existentes; ou seja, é necessário reconhecer o meio técnico, científico e informacional que determinada região desenvolve em

suas ações e relações econômicas e sociais.

No desenvolvimento da Amazônia faz-se necessário acontecer a integração da Região e esta deve ser “baseada na circulação fluvial, que merece um investimento enorme, pois sempre foi o grande meio de circulação na Amazônia, e também na aérea, foi muito importante e ainda o é para o transporte de cargas de alto valor agregado” (BECKER, 2005).

O sistema de transportes fluvial da Amazônia demanda que tais indicadores sejam voltados para análise da sustentabilidade, não considerando apenas a visão econômica, mas relacionando os aspectos sociais/ambientais, como a redução de ruídos, manutenção de baixos índices de consumo de energia, sem gerar custos abusivos. Tais preocupações partem da previsão relacionada ao aumento da demanda de transporte, tanto de carga quanto de passageiros, que ocasionará consequentes preocupações sociais/ambientais (OECD, 1995).

Existem no país três agências reguladoras dos transportes, de acordo com o modal: aéreo - Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC; terrestre - Agência Nacional de Transporte Terrestre - ANTT e a Agência Nacional dos Transportes Aquaviários – ANTAQ, responsável pelos transportes hidroviários.

A ANAC é uma autarquia vinculada à Secretaria de Aviação Civil da Presidência da República, responsável pela regulação, fiscalização e infraestrutura aeronáutica e aeroportuária da aviação civil. A ANTT tem como missão assegurar a prestação de serviços adequada aos usuários desta modalidade de transporte, sendo por isso responsável pela regulação do setor, por meio de concessão, permissão e autorização. A ANTAQ, por sua vez, tem como missão assegurar à sociedade a adequada prestação de serviço do transporte aquaviário, da infraestrutura portuária e hidroviária.

Estas agências utilizam indicadores de desempenho objetivando assegurar a qualidade na prestação de serviços. A ANTT e a ANAC utilizam-se de indicadores e mostram como calculá-los.

A Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT) por meio do decreto nº 2521/98 regulamenta o serviço adequado como aquele que satisfaz às condições de atualidade, pontualidade, regularidade, continuidade, segurança, eficiência, generalidade, cortesia na sua prestação e modicidade das tarifas. Porém, a ANTT em sua resolução nº 1159 de 05 de outubro de 2005, disciplina indicadores de produtividade e qualidade que serão utilizados na avaliação dos padrões de eficiência e qualidade do serviço prestado no transporte terrestre e mostra como calculá-los. Esses indicadores são: regularidade na prestação do serviço, eficiência operacional do serviço, eficiência operacional da permissionária, qualidade operacional da permissionária, segurança operacional da permissionária.

Em relação ao modal aéreo, a ANAC, por meio da lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, em seu capítulo II, que se refere ao serviço adequado, propõe indicadores baseados no conceito que define serviços adequados como sendo aqueles que satisfazem os aspectos de regularidade, continuidade, pontualidade, eficiência operacional, segurança, atualidade, generalidade, cortesia na sua prestação e modicidade das tarifas. Os modais possuem indicadores que foram construídos em cima de uma norma ou lei que o regulamenta. Para o modal fluvial não seria diferente.

Em 2001, foi criada a Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ, que é uma agência reguladora vinculada ao Ministério dos Transportes. Ela tem a finalidade de regular, supervisionar e fiscalizar as atividades de prestação de serviços de transporte aquaviário e de exploração da infraestrutura portuária e aquaviária, harmonizando os interesses do usuário com os das empresas prestadoras de serviço, preservando o interesse público.

A ANTAQ, por meio da Resolução nº 3234, de 09 de janeiro de 2014, autoriza a prestação de serviço de transporte de passageiros e de serviço de transporte misto na navegação interior de percurso longitudinal interestadual e internacional, aponta sobre indicadores de serviços adequados, porém não prescreve como calculá-los, tendo em vista a norma ser recente. Apenas dispõe sobre serviços adequados, como sendo aqueles realizados de maneira a satisfazer os requisitos de regularidade, eficiência, segurança, atendimento ao interesse público, generalidade, pontualidade, conforto, continuidade, atualidade, cortesia na prestação dos serviços, modicidade nas tarifas e fretes e preservação do meio ambiente. Contudo, não define os indicadores que compõe cada índice, além de não determinar a metodologia para a mensuração destes.

Interessante ressaltar que a ANTAQ é o único sistema que trata do aspecto ambiental, ao incluir em seus indicadores a preservação do meio ambiente. De maneira geral, esses sistemas não almejam avaliar a sustentabilidade do transporte, avaliam principalmente a qualidade do serviço. Ademais não fazem referência à justiça social, ou seja, constando em suas diretrizes aspectos relacionados ao bem-estar dos seus colaboradores e usuários, a sociedade como um todo.

Ora, se o transporte não consegue ser viável economicamente, estruturado socialmente e ambientalmente correto, tanto para os armadores, como para quem deles faz uso, não pode ser sustentável. Em função disso, os indicadores propostos neste trabalho trazem em seu cerne, a inter-relação entre os componentes, visando não apenas a qualidade de

serviços, como as agências de transporte o fazem, mas a sustentabilidade contextualizada e integrada.

2.3 Construção de indicadores para a navegação no Amazonas

Nesta tese, os aspectos que permeiam a navegação no Amazonas são compreendidos da seguinte forma: no Social, dispor de um transporte de qualidade aos usuários deste modal; no Ambiental, assegurar o bem-estar do homem e do ambiente por meio de ações ambientalmente corretas e no Econômico, assegurar um transporte viável tanto para o armador, quanto para as pessoas que utilizam esse modal para transporte de carga ou viagens intermunicipais.

Os indicadores foram então definidos com base nos três aspectos clássicos da sustentabilidade: ambiental, social e econômico. No entanto, o campo revelou que, neste modal, não se pode deixar de considerar as dimensões política e cultural, visto que muitos dos problemas do setor, como a falta de regulamentação, deverão ser amenizados diante de uma intervenção do Estado, com o devido respeito às especificidades e cultura da população que utiliza esse meio de transporte na região.

Diante de todas essas questões que permeiam o transporte fluvial amazônico, foram elaborados índices e seus respectivos indicadores, com adaptações à realidade Amazônica, baseados em estudos de índices do transporte fluvial e outros modais, terrestre e aéreo, como também, no *brainstorming*³ com técnicos especialistas do transporte fluvial no Amazonas. Trata-se de uma técnica utilizada para discutir determinado tema para se chegar a um consenso sobre os indicadores relevantes ao problema que se pretende resolver, neste caso o transporte fluvial em embarcações caracterizadas como mistas.

O procedimento constou de reuniões com professores, gestores e técnicos de instituições ligadas a este tipo de modal. Com base nessa técnica foi acordado que, para se ter um transporte sustentável é necessário considerar os seguintes indicadores: higiene, alimentação, cortesia, pontualidade, conforto, regularidade, segurança, condição de trabalho, poluição sonora, poluição atmosférica (CO₂), qualidade da água, custos da viagem, valor da embarcação e modicidade nas tarifas. Todos esses quesitos foram discutidos e buscou-se

³ É uma expressão inglesa formada pela junção das palavras "*brain*", que significa cérebro, intelecto e "*storm*", que significa tempestade. Disponível em <http://www.significados.com.br/brainstorming/>. Acesso em 13 nov. de 2015.

transformá-los em indicadores, em conformidade com a literatura correspondente e respeitando as especificidades regionais.

Apresentação dos Indicadores

Os indicadores foram elaborados com a finalidade de propor uma ferramenta de baixo custo e fácil entendimento que possa auxiliar na tomada de decisões, por parte dos armadores, passageiros e das agências reguladoras, montados por analogia aos utilizados nas avaliações de outros modais (terrestre e aéreo), publicações na área de transporte e opinião dos atores que compõem a rede desse modal (passageiros, armadores e especialistas da área), por meio de formulários (Anexo 1) e outros indicadores emergidos no campo e ajustados à navegação do Amazonas.

A construção do sistema exigiu uma criteriosa revisão bibliográfica de indicadores internacionais / nacionais e um extenso campo feito em dois trechos distintos geograficamente, de onde surgiram vários indicadores para compor um sistema de índice sustentável ao transporte fluvial do Amazonas, denominado de ISTFAM.

Admitiram-se para a composição dos indicadores, embarcações mistas analisadas conjuntamente, por prestarem o mesmo tipo de serviço, embora o trajeto seja feito em trechos e condições distintos. As embarcações de Coari serão identificadas pelas letras A, B e C sequenciada pelo número de barcos existentes no trecho, da mesma forma, o trecho Manaus-Parintins, as embarcações foram identificadas pelas letras D, E, F, G, H e I, de acordo com a quantidade de barcos. Os índices consideraram em sua composição os indicadores visíveis no campo e relacionados às dimensões clássicas da sustentabilidade: ambiental, social e econômica.

Os índices foram construídos com base em cálculos matemáticos⁴ em função da dinâmica da navegação fluvial nos trechos estudados e a forma como o transporte misto impacta o homem e o ambiente.

2.3.1.1 Índice Ambiental (IA)

Este índice refere-se aos efeitos ambientais das embarcações mistas, destacando a estimativa da emissão de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera, a poluição sonora ocasionada pelo ruído do motor prejudicando tripulantes e passageiros e qualidade da água da

⁴ Serão detalhados no capítulo 3.

embarcação. Para a composição do IA foram selecionados os seguintes indicadores: Poluição do ar (IPA), Poluição sonora (IPS) e Qualidade da água (IQA).

- Indicador de Poluição do Ar (IPA)

O IPA foi construído com base na informação sobre o consumo de diesel da embarcação no trajeto, obtida por meio de um formulário (Anexo 1) específico para os armadores.

A partir daí foi estimada a quantidade de dióxido de carbono (CO₂) por quilômetro percorrido, em função do consumo de diesel nas diferentes embarcações, considerando a viagem de ida/volta nos trechos, tendo Manaus como origem, Coari e Parintins como cidades de destino. O CO₂ é um elemento presente na combustão dos motores a diesel, sendo do ponto de vista ambiental um dos responsáveis pelo efeito estufa. Neste trabalho utilizou-se um fator de emissão médio de 3,2 kg CO₂ por kg diesel (WOUD & STAPERSMA, 2013).

- Indicador de Poluição Sonora (IPS)

Este indicador foi elaborado em função do tempo de exposição em que os passageiros/tripulantes ficam expostos ao ruído contínuo gerado pelo motor da embarcação, em um percurso médio de 26 horas, o trecho Manaus – Coari e 19 horas para o trecho Manaus – Parintins.

A Resolução 001/1990 – Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA considera os níveis excessivos de ruídos um problema que leva à deterioração da qualidade de vida causada pela poluição sonora. A Organização Mundial da Saúde - OMS definiu a poluição sonora como uma das três prioridades ecológicas para a próxima década, estabelecendo o limite de 70 decibéis. Acima desse limite, a saúde auditiva fica comprometida. Tais direcionamentos são relacionados à poluição sonora em grandes metrópoles, incluindo aeroportos e rodovias, porém, não define o tempo de exposição.

Apesar da OMS estabelecer o limite de decibéis ao conforto auditivo, nenhuma das Resoluções anteriores inclui os ruídos dos transportes ou referem-se aos motores a diesel, utilizados nas embarcações fluviais. Uma aproximação dessa questão está disposta na Resolução da Petrobras que trata das embarcações marítimas, por meio da Especificação Técnica 3010.41-1200-300-PPC-003, a qual normatiza como nível máximo em decibéis, o valor limite de 82 dB para o tempo ilimitado de exposição ao ruído.

O ruído foi mensurado em um decibélmeter medidor de nível sonoro, Mod. Dec-470 com escala 30 a 130dB, resolução: 0,1 dB e precisão: +/- 1,5 dB. Durante a viagem, foram coletadas três amostras de ruído em cada convés (andar): o primeiro ponto na proa (PR), o segundo no meio (M) da embarcação e o terceiro na popa (PO) para os três conveses, totalizando nove amostras.

Indicador de Qualidade da Água (IQA)

Este indicador foi elaborado para avaliar a qualidade da água utilizada na embarcação em consonância com a Portaria nº 2.914, de 12/12/2011-ANVISA do Ministério da Saúde que trata da potabilidade de águas para consumo. Foi analisada a água da torneira coletada diretamente do rio e armazenada na caixa d'água da embarcação e do bebedouro, abastecido por uma embarcação de pequeno porte que fornece água para os barcos. A análise compõe-se dos seguintes indicadores: a) Ensaios Microbiológicos – Coliformes a 35° C, Coliformes a 45°, E. Coli e Contagem de Bactérias Heterotróficas; b) Ensaios Organolépticos e Físico-Químicos – Cor (U.H.) e pH. As variáveis foram divididas em seis da torneira e seis do bebedouro, totalizando doze verificações.

O valor que representa cada embarcação é a razão do número de indicadores não aprovadas pelo número total de indicadores da análise química da água, realizada no Laboratório X, com base nas amostras coletadas durante os trajetos das embarcações nos trechos Manaus-Coari/Parintins.

Índices Econômicos (IE)

O sistema de navegação fluvial segue padrões de estrutura de mercado semelhante a qualquer outra atividade. O sistema é dominado por uma pequena quantidade de embarcações que exploram longos trechos na expectativa de auferir lucros, porque estão dentro de uma racionalidade econômica.

A estrutura de mercado na qual está inserida a navegação amazônica é de natureza oligopolista e cercada de barreiras econômicas e institucionais, principalmente relacionado ao financiamento para construir barco de modo que nem toda e qualquer pessoa pode entrar nesse sistema.

O IE foi obtido a partir do formulário aplicado aos armadores (Anexo 1) sobre o valor do mercado da embarcação e os principais custos da viagem: custo com o terminal por hora (atracação e energia); consumo de diesel por km percorrido e custo médio por passageiro.

O custo médio por passageiro foi obtido em função dos custos com alimentação, salário de funcionários e material de limpeza e expediente pela estimativa do número de passageiros embarcados. Para a composição do IE foram utilizados os seguintes indicadores: Custo do Terminal (ICTH), Custo com Combustível (ICC), Custo por Passageiro (ICP) e Valor da Embarcação (IVE).

Índices Sociais (IS)

Os índices sociais consideram aspectos relacionados à prática da cidadania e mediados pelas relações interpessoais, que permitam ao usuário do transporte fluvial a qualidade no atendimento. Assim, no escopo do IS, foram utilizados quatro indicadores: Atendimento ao Interesse Público (IAIP), Modicidade nas Tarifas (IMT), Segurança (ISG) e Condições de Trabalho (ICT).

Os dados obtidos por meio de formulários aplicados aos passageiros (Anexo 1), utilizando a Escala de Likert⁵ e definidos em cinco níveis: péssimo (5), ruim (4), regular (3), bom (2) e ótimo (1). Os indicadores IAIP, IMT e ISG foram considerados com base nas percepções dos passageiros relacionadas às variáveis: alimentação, higiene, pontualidade, regularidade, cortesia, conforto, segurança e preço. A tendência ideal é que os valores sejam próximos de 1.

- Indicador de Atendimento ao Interesse Público (IAIP)

O IAIP é composto pela percepção⁶ do passageiro durante a viagem em relação à Alimentação, Higiene, Pontualidade, Cortesia, Conforto e Regularidade. Serão designados como segue: Indicador de Satisfação com a Alimentação (ISA), Indicador de Satisfação com a Higiene (ISH), Indicador de Satisfação com a Pontualidade (ISP), Indicador de Satisfação com a Cortesia (ISCT), Indicador de Satisfação com o Conforto (ISC) e Indicador de Satisfação com a Regularidade (ISR).

⁵ Na Escala de Likert as respostas para cada item variam segundo o grau de intensidade, ordenadas em categorias igualmente espaçadas (ALEXANDRE et al., 2002).

⁶ É parte integrante das atitudes que se estabelecem por meio da experiência cotidiana, isto é, no contato com o mundo (Tuan, 1980).

- Indicador de Modicidade nas Tarifas (IMT)

O indicador de modicidade nas tarifas está relacionado à gratuidade ou concessão de meia passagem a casos amparados por lei: idosos, crianças de 0 a 5 anos e pessoas portadoras de necessidades especiais, além de ser calculado mediante a percepção do passageiro em relação ao preço da passagem.

- Indicador de Segurança (ISG)

Segurança é o desenvolvimento da atividade sem colocar em risco a integridade física e emocional de quem quer que seja - usuários e não usuários. Segurança significa, no entanto, não a eliminação de todo e qualquer risco, mas a adoção das técnicas conhecidas e de todas as providências possíveis para reduzir o risco de danos, ainda que assumindo, ser isso insuficiente para impedir totalmente sua concretização (JUSTEN FILHO, 1997, p. 126).

O ISG foi obtido com base na percepção dos passageiros sobre os quesitos relacionados à segurança: infraestrutura da embarcação, quantidade de coletes com qualidade, quantidade de equipamentos de navegação (radar, ecobatímetro, sonar, rádio, bússola, gps e batímetro) e tipo de casco.

- Indicador de Condições de Trabalho (ICT)

A Consolidação das Leis do Trabalho-CLT, criada pelo Decreto Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, no governo de Getúlio Vargas, assegurou os direitos trabalhistas, os quais foram fortalecidos na Constituição Federal de 1988, no seu artigo 7, que visa a melhoria das condições sociais e garantia dos direitos aos trabalhadores urbanos e rurais.

A Declaração Universal dos Direitos do Homem, elaborada em 1948, por representantes de vários países e proclamada na Assembleia Geral das Nações Unidas no mesmo ano, preconiza no seu Artigo 23, § 3º que:

“Todo homem que trabalha tem direito a uma remuneração justa e satisfatória, que lhe assegure, assim como à sua família, uma existência compatível com a dignidade humana, e a que se acrescentarão, se necessário, outros meios de proteção social”.

Ora, no âmbito do transporte fluvial amazônico, os trabalhadores que operam no setor de navegação encontram-se, em sua maior parte, sem esse direito social assegurado pela

lei. Nas embarcações amazônicas existem dois tipos de colaboradores (tripulantes) ou armados⁷ (comandante, prático, maquinista, cozinheiro, enfermeiro, dentre outros) exigidos pela Marinha que possuam habilitação para conduzir o barco e os trabalhadores avulsos, chamados de linhas de fora (conferente e carregadores do porão) que trabalham sob o regime temporário. Vale dizer que nos dois trechos, os trabalhadores recebem semanalmente, mas somente alguns armados possuem carteira assinada.

Não se pode deixar de citar também os trabalhadores que atuam no porto de Manaus, particularmente, no PMM, para os quais a situação é mais complicada, pois grande parte deles trabalha na informalidade, em condições precárias. A condição de desassalariamento dos trabalhadores portuários é visível nas condições precárias de trabalho que os impossibilita de contribuir com a previdência social. Assim, a chance destes trabalhadores obterem em um futuro próximo a possibilidade de ter direito à aposentadoria ou auxílio doença é remota. Mais ainda, a possibilidade de que sofram um acidente de trabalho ou que adquiram uma doença ocupacional é cotidiana (SCHERER, 2005).

Deste modo, as condições de trabalho a que estão submetidos tanto os trabalhadores que atuam no porto quanto os que trabalham nas embarcações, tendem a levá-los a precisar de direitos assegurados pela CLT, como Fundo de Garantia por Tempo de Serviço - FGTS, seguro desemprego, auxílio doença e aposentadoria, porém, sem o registro em carteira, esses trabalhadores ficam à margem de qualquer tipo de seguridade.

Devido à grande rotatividade dos *linhas de fora*, foram considerados para a construção deste indicador somente os armados. Assim, o ICT foi mensurado pelo número de colaboradores sem carteira assinada dividida pelo total. A variável Condição de Trabalho verifica, portanto, a porcentagem de tripulantes sem carteira assinada.

A seguir a Tabela 01 apresenta um resumo dos índices, indicadores elaborados e suas respectivas razões de mensuração.

⁷ Como se autodenominam as pessoas que trabalham nas embarcações no Amazonas.

Tabela 01- Agregação dos indicadores propostos

	N1	N2	N3	RAZÕES
ISTFAM	ÍNDICES AMBIENTAIS (IA)	IPS		Nível médio de decibéis na embarcação
		IQA	IQAT	Porcentagem do número de parâmetros físico-químicos reprovados pelo número total de parâmetros das torneiras
			IQAB	Porcentagem do número de parâmetros físico-químicos reprovados pelo número total de parâmetros dos bebedouros
		IPA		Estimativa do nível de CO ₂ por km percorrido
	ÍNDICES ECONÔMICOS (IE)	ICTH		Custo do terminal por hora
		ICC		Custo por quilômetro percorrido
		ICP		Custo por passageiro
		IVE		Valor da embarcação
	ÍNDICES SOCIAIS (IS)	IAIP	ISA	Média ponderada da alimentação
			ISH	Média ponderada da higiene
			ICT	Proporção de funcionários sem carteira assinada
			ISP	Média ponderada da pontualidade
			ISCT	Média ponderada da cortesia
ISC			Média ponderada do conforto	
IMP			Média ponderada do preço	
ISG		Média ponderada da segurança		

FONTE: Autor, 2015.

Legenda:

IPS = Indicador de poluição sonora.
 IQAT = Indicador de qualidade da água
 IQAB = Indicador de qualidade da água.
 IPA = Indicador de poluição atmosférica
 ICTH = Indicador de custo do terminal por hora
 ICC = Indicador de custo com combustível
 ICP = Indicador de custo com passageiro
 IVE = Indicador do valor da embarcação
 IAIP = Indicador de atendimento ao interesse público
 ISA = Indicador de satisfação com a alimentação
 ISH = Indicador de satisfação com a higiene
 ICT = Indicador de Condições de Trabalho
 ISP = Indicador de satisfação com a pontualidade
 ISCT = Indicador de Satisfação com a cortesia
 ISC = Indicador de Satisfação com o Conforto
 IMT = Indicador de modicidade das Tarifas
 ISG = Indicador de Segurança

O indicador é muito utilizado como um instrumento de medida de avaliação, com inúmeras aplicações de naturezas diferentes, como: educação, desempenho das empresas,

órgãos públicos, transporte, etc. A avaliação dos padrões de sustentabilidade com base em índices tem importância relevante quando se trata de propor melhorias para um setor que apresenta várias dimensões e atores. Porém, uma dificuldade que se percebe nos modelos mais relevantes na literatura, é a maneira de agregar os índices em um único valor, isso ocorre devido à subjetividade na composição dos pesos de que cada indicador possa ter.

2.4 Modelos de agregação para os índices

Na rede de transportes da Região Amazônica existem diferenças nos aspectos clássicos da sustentabilidade, ratificando as diversidades entre embarcações da mesma rede e, portanto, vários pontos de vistas para a tomada de decisão, devendo ser orientada por meio de uma análise multicritérios.

Araújo & Almeida (2009) expõem que a tomada de decisão se caracteriza por inúmeras alternativas e critérios, geralmente, conflitantes, onde os tomadores de decisão necessitam selecionar, ordenar, classificar ou descrever detalhadamente as alternativas previamente selecionadas, considerando múltiplos critérios.

Furtado e Kawamoto (2002), advertem que não existe um conceito formal para modelos de tomada de decisão, configurando-se num processo que envolve múltiplas informações sobre vários pontos de vista que podem resultar em uma ou mais ações a serem implementadas.

Gomes (2009) ressalta que um sistema de apoio à tomada de decisão evolui ao longo do tempo, e quase sempre envolve a interação entre diversos profissionais e áreas de conhecimento de forma a proporcionar maior solidez nas soluções obtidas, pois sua sistematização se dá meio um conjunto organizado de ferramentas.

Com base nessa premissa, na década de 1970, surgiram os primeiros métodos multicritérios de tomada de decisão, entre eles o Método de Análise Hierárquica - AHP desenvolvido por Thomas L. Saaty e, em 1986, Brans, Vincke e Mareschals apresentaram, o PROMETHEE (*Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation*) como uma nova classe de métodos de sobreclassificação em análise multicritério, tendo como características principais: simplicidade, clareza e estabilidade. Estes dois métodos multicritérios são abordados nesta seção, bem como suas aplicações e modelagens matemáticas com o intuito de embasar o modelo voltado para a navegação da Amazônia, proposto nesta tese.

O método *Promethee* tem sido utilizado em muitos trabalhos que necessitam avaliar várias alternativas e critérios: em 2007, Nicolas Rigo, em sua tese de doutorado, propôs um método de agregação denotado por *Sustainable Transportation Performance Indicators-STPI*, utilizando a base do *Promethee*. Rigo considerou, em seu trabalho, os aspectos: segurança, econômico, meio ambiente e logística agregando-os em um único indicador, o STPI.

Almeida & Costa (2002) elaboraram um modelo de decisão multicritério para priorização de Sistemas de Informação com base no método *Promethee*. A modelagem de preferência do decisor considerou os atributos de impacto dos fatores estratégicos e aspectos operacionais dos processos de negócio. Lopes e Almeida (2014) utilizaram o método *Promethee* para avaliar problemas de ordenação de alternativas em situações de incerteza e verificar como se comporta a relação, de preferência entre alternativas, em função de seus desempenhos estocásticos.

Aires & Ferreira (2015) utilizaram o *Promethee* para testar a ocorrência da reversão de ranking, a partir da realização de experimentos com 48.000 problemas de decisão, gerados aleatoriamente, com base em três critérios de reversão propostos na literatura.

Quanto à utilização do método AHP, no ano de 2008, Nelson Kuwarara, em sua tese de doutorado, apresentou um modelo para o planejamento de investimentos em infraestrutura de transportes no Estado do Amazonas baseado na metodologia de tomada de decisão multicritério AHP, adaptada ao contexto amazônico e ressaltou ser necessária a disponibilidade de ferramenta para análise e seleção de alternativas de investimentos em infraestrutura de transportes.

Outros autores utilizaram o método AHP em trabalhos na área de transporte: Modelo de Atratividade de terminais intermodais de grãos (KONAN; NAVES et. al., 2014); Aplicação do Método AHP em um problema de localização no contexto da logística humanitária no Estado do Paraná (SAMED e OLIVEIRA, 2015); Comparativo de Desempenho de Sistemas de Transporte Público de Média Capacidade via AHP – Estudo BRT x VLT, no Rio de Janeiro (OLIVEIRA e ROSA, 2013); Seleção de Operador Logístico para transporte de produtos resfriados utilizando AHP para tomada de decisão de multicritério (OLIVEIRA NETO et.al., 2015); Índice de Serviço Adequado para as empresas de navegação fluvial de passageiros do Amazonas (NETO SANTOS, et. al., 2014); Métodos de Apoio à Tomada de Decisão para o Planejamento de Investimentos no Setor de Transportes de Carga (KUWARARA, 2006), entre outros.

Kuwarara (2008) também alerta sobre algumas falhas em planejamentos do setor de transportes no Brasil no passado e presente, as quais destacam a necessidade de novas

ferramentas e metodologias de auxílio à tomada de decisão, principalmente no que se refere à falta de conhecimento sobre as verdadeiras condicionantes regionais. Para este autor, os erros de planejamento no setor de transportes evidenciam a falta de conhecimento das condicionantes regionais, constituindo-se em erros estratégicos com grande possibilidade de insucesso nos resultados finais.

Nesse sentido, faz-se mister evidenciar que, nesta tese, os indicadores selecionados foram baseados, com adaptações à realidade Amazônica, em estudos de indicadores do transporte fluvial e outros modais, terrestre e aéreo, como também, pautada na opinião de técnico-especialistas do transporte fluvial, passageiros e armadores para avaliar as embarcações mistas que operam na Amazônia Ocidental. Em função disso, foram selecionados os seguintes indicadores, apresentados na Tabela 01 da subseção 2.3.

No sistema de transporte fluvial amazônico há a necessidade de se definir um sistema de indicadores capaz de avaliar e monitorar, levando em consideração os modos de vida dos ribeirinhos da Amazônia, uma vez que tais ações implicam diretamente não só na qualidade de vida das populações, mas na sustentabilidade de suas relações simbólicas com os rios. Para Kuwahara (2008), os modelos que se propõem a avaliar determinada área devem ser menos complexos, as suas bases estruturais, hipóteses e limitações devem ser explícitas e transparentes.

Em vista disso, faz-se necessário elaborar um modelo específico para a Região com base em modelos de agregação consolidados na área de transporte, dentre os principais destacam-se: *Analytic Hierarchy Process-AHP* e *Sustainable Transportation Performance Indicators-STPI*, cujas características e formulações matemáticas, são descritas a seguir.

Analytic Hierarchy Process-AHP

O AHP foi desenvolvido por Thomas Saaty na década de 1970 visando auxiliar na resolução de um problema de planejamento e contingência para posterior aplicação em um país em desenvolvimento, no caso específico, o Sudão Este método se constitui como um dos precursores na abordagem multicritérios de tomada de decisão (KUWARARA, 2008).

O AHP baseia-se em definir o problema, a necessidade e finalidade da decisão, os critérios da decisão e seus subcritérios, as partes interessadas, grupos afetados, as ações alternativas que serão tomadas, para, em seguida, determinar a melhor alternativa (SAATY, 2008).

A estrutura deste método é hierárquica sendo que no nível mais alto está o objetivo principal, nos níveis subsequentes estão os critérios (alternativas a serem avaliadas) e, no nível mais baixo, estão as alternativas a serem decididas (Carvalho e Mingoti, 2005). Após a definição da estrutura hierárquica do problema, realiza-se a comparação paritária das alternativas dentro de cada nível. Este método determina de forma clara, por meio da síntese dos agentes de decisão, uma medida global para cada uma das alternativas, priorizando-as ou classificando-as ao finalizar o método (GOMES *et. al.* 2004).

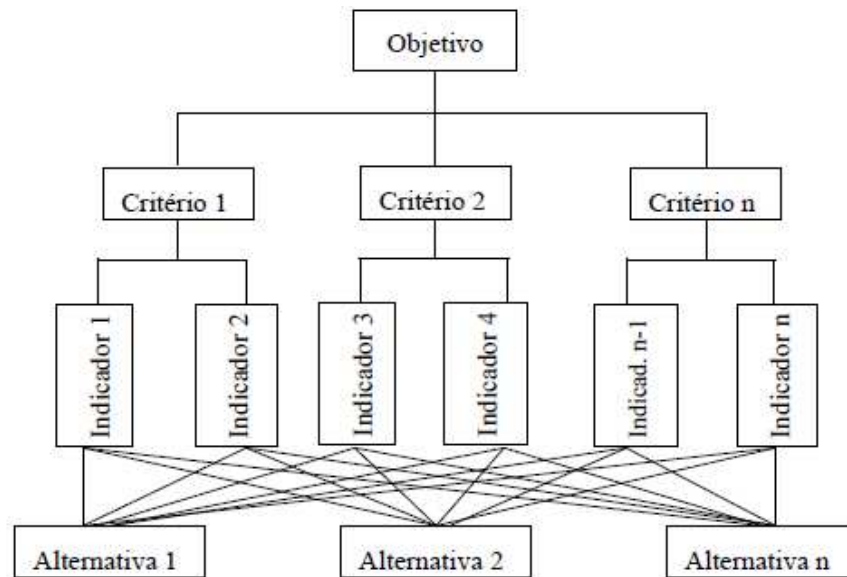
Sua proposta é, basicamente, indicar a importância de cada um dos fatores pertencentes a um nível principal, para posterior análise quantitativa a respeito do problema de natureza discreta a ser solucionado, hierarquizado por meio de comparações paritárias, de modo a transcrever como as mudanças das características nos níveis mais altos se distribuem e afetam direta ou indiretamente os respectivos subníveis (SAATY, 2008).

Costa *et.al.* (2008) mostram os elementos fundamentais deste método:

- Atributos e propriedades: um conjunto de alternativas é comparado em relação a um conjunto de propriedades (critérios).
- Correlação Binária: quando dois elementos são comparados baseados em uma propriedade, realiza se uma comparação binária, na qual um elemento é preferível ou indiferente ao outro.
- Escala Fundamental: a cada elemento associa-se um valor de prioridade sobre outros elementos em uma escala numérica.
- Hierarquia: conjunto de elementos ordenados por ordem de preferência e homogêneos em seus respectivos níveis hierárquicos.

Para eles, o processo de construção do AHP pode ser dividido em duas etapas: estrutura hierárquica do problema de decisão e modelagem do método propriamente dito. Nesse contexto, Duarte e Kuwarara (2009) apresentaram uma estrutura hierárquica de critérios e alternativas (Figura 22):

Figura 22: Modelo de estrutura hierárquica de avaliação de alternativas



Fonte: DUARTE; KUWARARA, 2009.

Em se tratando das aplicações, este método possibilita seu uso em variadas situações que demandam decisões difíceis de mensurar, por hierarquizar subjetivamente os direcionadores de valor, permitindo um tratamento quantitativo que conduza uma estimativa numérica e de importância de cada valor (SABIA *et.al.*, 2015). O AHP também tem sido aplicado amplamente na área das Ciências Sociais, por possibilitar que análises qualitativas e subjetivas sejam operacionalizadas por meio de características numéricas.

Caixeta Filho e Martins (2001) apontam o AHP como o método mais adequado à tomada de decisão no planejamento do setor de transportes regionais, pois sua avaliação de alternativas de ação de investimentos em infraestrutura possibilita:

- Admissão de critérios quantitativos e qualitativos;
- Incorporação das demandas dos agentes relacionados com o problema;
- Aceitação de julgamentos de preferências dos agentes, de acordo com escala subjetiva, contudo consistente;
- Elencagem de todas as alternativas, conforme escalas cardinal e ordinal;
- Simplicidade na compreensão da solução de problemas, sem necessidade de profundos conhecimentos das bases teóricas;
- Baixo nível de requisição de esforços de agentes quanto à obtenção de dados para subsidiar o modelo;
- Avaliação de alternativas interdependentes.

- A incorporação de incertezas relativas às decisões de longo prazo, por meio da utilização de cenários alternativos e a
- Aceitação de que o processo de avaliação seja sensível a essas alterações nos cenários.

Pacheco *et. al.* (2008) realizaram um estudo enfatizando a escolha correta do modal de transporte, como forma de contribuir para prestar serviços de qualidade, em um menor tempo, utilizando a melhor disponibilidade e frequência no transporte, visando menores custos buscando no AHP auxílio para a tomada da decisão.

Nassi e Nassi (2014) desenvolveram um estudo sobre decisões de investimentos em infraestrutura de transporte no Brasil, com base na aplicação do AHP, considerando 7 critérios, organizados em 4 grupos: logística e transporte, econômico e financeiro, social e ambiental, buscando elencar a opinião dos especialistas que contribuem para as decisões na área de transportes do Brasil, tendo como objetivo principal priorizar nos critérios propostos o equilíbrio da matriz modal do transporte de cargas. Os pesos destes especialistas serviram para hierarquizar um conjunto de 15 projetos.

Sena (2007) usou o Método Multicritério para abordar a problemática de tomada de decisão na bilhetagem eletrônica no sistema de transporte urbano do país, por meio de questionário direcionado aos principais atores dentro deste sistema. Os critérios utilizados foram o Emprego, Impacto na Tarifa, Controle do Sistema, Facilidade de Uso e Informação. Os resultados mostraram que, apesar dos julgamentos distintos dos atores, há dominância da adoção final da bilhetagem eletrônica, embora haja divergência entre a manutenção ou não do cobrador.

Palhares e Martins (2000) procederam com análise de plano de transporte para o corredor Rio de Janeiro-Niterói-São Gonçalo-Itaboraí, com o objetivo de confrontar alternativas para o corredor frente à proposta priorizada pelo Governo do Estado na época. Foram analisadas quatro alternativas para uma linha de transporte urbano fazendo uso do AHP e, com base no apoio do *software Expert Choice*, chegou-se a resultados de hierarquização das alternativas. As alternativas elencadas mostraram ser mais vantajosas do que a proposta defendida pelo Estado. A baixa atratividade da proposta deste, até mesmo comprovado pelo estudo destes autores, conduziu até o presente momento pela não concretização da proposta do Estado.

Com relação aos pesos deste método, eles são obtidos pelo julgamento dos especialistas da área que se quer estudar, podendo haver ou não consenso entre os mesmos sobre os pesos de cada indicador. Para Saaty (2009), julgamento ou comparação é a

representação numérica de uma relação entre dois elementos que possuem o mesmo par. A comparação dos componentes da hierarquia é assim descrita por este autor:

Tabela 02– Escala Numérica de Saaty (2000)

Intensidade da Importância/Preferência	Definição	Explicação
1	Igualmente importante/preferível	Os dois fatores são igualmente importantes/preferíveis
3	Importância/preferência moderada	Importância/preferência moderada por um dos fatores
5	Importância/preferência forte	Importância/preferência forte por um dos fatores
7	Importância/preferência muito forte	Importância/preferência muito forte por um dos fatores
9	Importância/preferência absoluta	Importância/preferência absolutamente maior por um dos fatores
2, 4, 6 e 8	Valores intermediários	

Fonte: Saaty (2000)

O grupo de julgamentos é representado em uma matriz quadrada, na qual os elementos são comparados com eles mesmos, onde cada julgamento reflete a dominância de um elemento sobre outro (SAATY, 1994).

Grandzol (2005) descreve por meio de comparações dos pares em cada nível da hierarquia, baseadas em escalas de prioridades do AHP, onde os participantes desenvolvem pesos relativos para diferenciar a importância do critério.

No que se refere à consistência dos julgamentos, Saaty (1991) alerta que nem sempre é possível garantir a consistência das medidas, podendo haver erros em sua medição ou no instrumento utilizado o que levará a conclusões errôneas, principalmente se estas medidas forem muito próximas.

Os julgamentos, por sua vez, devem ser consistentes para que estes sejam considerados reais, uma vez que são inclusos em sua composição fatores como a percepção, experiência e sentimentos que expressam subjetividade dos julgamentos.

A consistência dos julgamentos dos especialistas é ponderada pela Razão de Consistência-RC, proposta por Saaty (2000) a qual define que a consistência do julgamento deve ser menor que 10%. Isso significa que o resultado encontrado está suficientemente ajustado para a realização das análises desejadas (BEN, 2006).

➤ *Formulação Matemática do Método – AHP*

O AHP é construído em uma estrutura matemática para incluir uma ampla ordenação de julgamentos, objetivos e subjetivos, de uma maneira intuitiva, que traduzem de forma clara a preferência dos decisores. Essa estrutura é baseada em sequência de passos que depende das consistências nas respostas dos julgadores as quais devem satisfazer uma série de axiomas. No final dessa estrutura, o AHP fornece um vetor de pesos para expressar a importância relativa dos diversos elementos (alternativas, critérios, etc..) do sistema. Essa formulação para obtenção deste vetor de pesos é descrita a seguir:

Passo 1 – Julgamentos dos Critérios e/ou Alternativas

No AHP os julgamentos dos critérios são dados na forma de par de comparação. O decisor transforma a informação avaliável em pares de comparação respondendo a questão: Dado um critério e duas alternativas A e B, qual a alternativa que mais satisfaz, e quanto mais em relação ao critério considerado? A resposta a esta questão deve levar em consideração um conjunto de axiomas (VARGAS, 1990):

Axioma 1: Comparação recíproca

O tomador de decisão deve ser capaz de fazer comparações e manifestar a força de suas preferências. A intensidade dessas preferências deve satisfazer a condição de reciprocidade: se A é X vezes mais preferível que B, logo, B é $1/X$ vezes mais preferível que A. A não ocorrência deste axioma, indica que a pergunta usada para elucidar os julgamentos ou pares de comparação, não é clara ou correta. Neste caso, devem ser reavaliados os elementos ou os níveis da hierarquia.

Axioma 2: Homogeneidade

As preferências são representadas pelo princípio de uma escala limitada. Caso este axioma não seja satisfeito, isto indica que os elementos que estão sendo comparados não são homogêneos e os grupos podem precisar ser formados. Este axioma restringe o limite superior da escala. Na prática, este limite superior possui somente uma ordem de magnitude, isto é, 9.

Axioma 3: Independência

Quando as preferências são declaradas, assume-se que os critérios são independentes das propriedades das alternativas. Este axioma implica que os pesos do critério devem ser independentes das alternativas consideradas. Um modo de determinar a violação deste axioma é usar uma generalização do AHP, conhecida como a abordagem da supermatriz.

Axioma 4: Expectativa

Para a proposta de tomar uma decisão, supõe-se que a estrutura hierárquica seja completa. Finalmente, se este axioma não for satisfeito, então o decisor não está usando todos os critérios e/ou todas as alternativas avaliáveis ou necessárias, para encontrar suas expectativas racionais e, assim, a decisão é incompleta.

Passo 2 - Comparação par-a-par das alternativas

A proposta do AHP é fornecer um vetor de pesos para expressar a importância relativa dos diversos elementos. O primeiro passo é medir o grau de importância do elemento de um determinado nível, sobre aqueles de um nível inferior, pelo processo de comparação par-a-par feito pelo decisor. A quantificação dos julgamentos é feita utilizando-se uma escala de valores que varia de 1 a 9 (Tabela 2). Na quantificação dos julgamentos é feita uma classificação em termos relativos.

Passo 3 – Avaliação da Matriz de Julgamento / Consistência e Inconsistência

Os resultados obtidos com os julgamentos (Passo 1), por meio da comparação paritária (Passo 2), são colocados numa matriz **A** quadrada $n \times n$ para fornecer um vetor de pesos $w=(w_1, w_2, \dots, w_n)$ para cada alternativa. Este procedimento se repete para todos os elementos do nível, com respeito a todos os elementos de um nível acima. O cômputo de **w** pode ser descrito da seguinte forma:

Inicialmente, construímos a matriz

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{21}} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \frac{1}{a_{n1}} & \frac{1}{a_{n2}} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

Onde seus elementos a_{ij} são definidos pelas seguintes condições:

$$a_{ij} > 0 \Rightarrow \text{positiva}$$

$$a_{ij} = 1 \cdot a_{ji} = 1$$

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} \Rightarrow \text{recíproca}$$

$$a_{ik} = a_{ij} \times a_{jk} \Rightarrow \text{consistência}$$

O número de julgamentos (Passo 1) necessários para a construção da matriz é $n(n-1)/2$, onde n é o número de elementos (alternativas, critérios, etc...) da matriz A . Cada entrada da matriz de comparação a_{ij} , deve ser considerada como uma estimativa da razão entre os elementos da linha de ordem i e os elementos da coluna de ordem j , isto é, $a_{ij} = w_i/w_j$, representando uma razão de pesos.

Considerando que (w_1, \dots, w_n) são estimativas precisas, todos os elementos da matriz são consistentes, onde w_i/w_j , é a importância relativa dos elementos da linha de ordem i em relação aos elementos da coluna de ordem j . Então, o vetor (w_1, \dots, w_n) refletirá os julgamentos registrados. No caso ideal de medidas exatas, as relações entre os pesos w e os julgamentos a_{ij} são dadas por:

$$\begin{cases} a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \\ a_{ij} \times a_{jk} = a_{ik} \end{cases}$$

De modo que teremos a igualdade,

$$\begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & \cdots & w_1/w_n \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ w_n/w_1 & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix}$$

Isto é, os elementos da linha de ordem i da matriz A : $a_{i1}; a_{i2}; \dots; a_{ij}; \dots; a_{in}$, são os mesmos da razão: $(w_i/w_1, w_i/w_2, \dots, w_i/w_n)$. Se o primeiro elemento for multiplicado por w_1 , o segundo por w_2 , e assim por diante, obtém-se:

$$\frac{w_i}{w_1} \times w_1 = w_i; \frac{w_i}{w_2} \times w_2 = w_i; \dots; \frac{w_i}{w_j} \times w_j = w_i; \dots; \frac{w_i}{w_n} \times w_n = w_i$$

O resultado é uma linha de elementos idênticos, w_i, w_i, \dots, w_i

Sendo assim: w_i é igual à média dos valores da linha de ordem i , isto é $w_i =$ a média de $(a_{i1}, w_1; a_{i2}, w_2; \dots; a_{in}, w_n)$ que é igual a:

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot w_j$$

Então:

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$$

$$a_{ij} \times \frac{w_j}{w_i} = 1$$

Consequentemente:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \times w_j = n \times w_i$$

o que é equivalente a:

$$\begin{cases} a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \\ a_{ij} \times a_{jk} = a_{ik} \end{cases}$$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \dots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & \dots & w_1/w_n \\ \vdots & \dots & \dots \\ w_n/w_1 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} nw_1 \\ \vdots \\ nw_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}$$

E multiplicando-se a matrix A pelo vetor de pesos $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^t$. O resultado dessa multiplicação é nw . Em teoria matricial, esta fórmula expressa o fato de que w é um autovetor de A , com autovalores de n e n é o maior ou principal autovalor de A . Ou seja, o autovetor da matriz A é uma estimativa para o vetor de pesos w .

No entanto, na prática, os julgamentos dados por a_{ij} não são exatos, daí a necessidade de uma tolerância para desvios do verdadeiro valor em busca de uma medida de

consistência/inconsistência nos resultados. Para obtermos tal medida, considere $\lambda=(\lambda_1,\lambda_2,\dots,\lambda_n)$ como o vetor de autovalores de A e

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij} \times w_j \times \epsilon_{ij} \quad (i = 1, \dots, n) \text{ e } (j = 1, \dots, n)$$

Onde ϵ_{ij} é o desvio estatístico em volta de w_i , isto é, é o desvio de w_i/w_j de a_{ij} .

Portanto:

$$w_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} \times w_j \times \frac{\epsilon_{ij}}{n}, \quad (i = 1, \dots, n) \text{ e } (j = 1, \dots, n)$$

de modo que

$$\frac{\epsilon_{ij}}{n} = \frac{1}{\lambda_{\text{máx}}} \therefore \lambda_{\text{máx}} = \frac{n}{\epsilon_{ij}}$$

Assim, uma pequena variação de a_{ij} , implica em pequenas variações em $\lambda_{\text{máx}}$. Então, para uma matriz qualquer de ordem n existem no máximo n autovalores distintos, $(\lambda_1, \dots, \lambda_n)$, a sua soma será $\sum_{i=1}^n \lambda_i = n$.

Obviamente, no caso de consistência total, n será o maior autovalor de A, isto significa que $\lambda_{\text{máx}} = n$, e implica em $\epsilon_{ij} = 1$ e $a_{ij} = w_i / w_j$, desde modo, o desvio de $\lambda_{\text{máx}}$ a partir de n é uma medida de consistência. O grau de inconsistência nos julgamentos é medido pelo índice de consistência: $IC = (\lambda_{\text{máx}} - n) / (n-1)$. Este índice mede o desvio dos julgamentos da consistência. Quanto mais próximo o índice estiver de zero, melhor será a consistência global da matriz de comparação de julgamentos.

Uma outra medida de inconsistência (SAATY, 1991) é dado por $RC = IC/IR$ onde, IR é o índice de consistência randômico baseado na escala de 1-9, que é determinado por meio de experimentos e depois tabelado. O IR utilizado terá a mesma dimensão n de IC. O resultado de RC deve ser menor que 10%, caso contrário, a qualidade dos julgamentos deve ser melhorada por meio de uma revisão das estimativas.

Depois de terem sido julgados os impactos de todos os elementos ou dimensões do problema, e as prioridades terem sido calculadas para a hierarquia como um todo podemos medir a prioridade dos diversos níveis de elementos, multiplicando os pesos dos elementos de

um nível com todos os elementos no nível abaixo. A interpretação dos resultados deve ser feita, de um modo cuidadoso e racional.

➤ Vantagens e Limitações do Método – *AHP*

1) Vantagens do Método

As vantagens do método *AH*, apresentadas por SAATY (1990), são basicamente as seguintes:

- A representação hierárquica do sistema pode a qual é usada para descrever como as mudanças em prioridades nos níveis mais altos afetam a prioridade dos níveis mais baixos;
- Permite visualizar os inter-relacionamentos dos fatores de nível mais baixo;
- O desenvolvimento dos sistemas hierarquicamente é muito mais eficiente do que os montados de forma geral;
- As hierarquias são estáveis, pois pequenas modificações têm efeitos pequenos e flexíveis. Adições a uma hierarquia bem estruturada não perturbam o desempenho da análise global.

2) Limitações do Método

- Uma análise cuidadosa deve ser desenvolvida para identificar e caracterizar as propriedades dos níveis da hierarquia, que afetam o desempenho do objetivo mais alto;
- Subjetividade na formulação da matriz de preferência;
- Em cada nível, deve ser assegurado que os critérios representados são independentes ou, no mínimo, suficientemente diferentes;
- Requer procedimento para estruturar o questionário de perguntas e preferências;
- Aumentando o número de alternativas, aumenta sensivelmente o trabalho computacional;
- A limitação mais importante é a quantidade de trabalho requerido aos decisores, para determinar todos os pares de comparação necessários.

PROMETHEE - *Preference Ranking Organization Method for Enrichment and Evaluation*

Em um processo de decisão espera-se que os resultados respondam a vários critérios, onde o tomador de decisão pretende alcançar mais de um objetivo. Esse método denomina-se de multicritério, multiatributo ou multiobjectivo (VINCKE, 1992; OLSON 1996, GOMES *et.al.*, 2002). O uso deste método se baseia no princípio de que, para a tomada de decisão, a experiência e o conhecimento são tão importantes quanto os dados (LYRA, 2008).

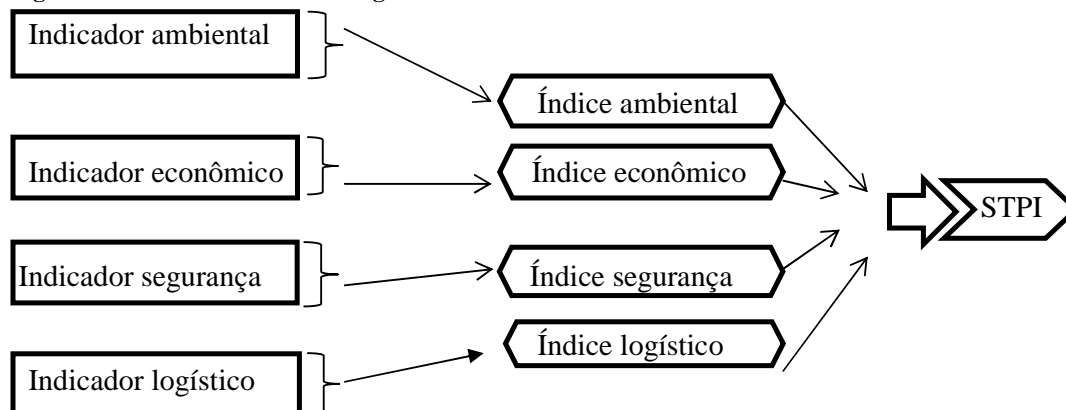
O Promethee é um método multicritério e sua base está no estabelecimento de uma estrutura de preferências entre as alternativas e critérios avaliados. No seu processo de análise, o objetivo macro decompõe-se em critérios e as comparações entre as alternativas são feitas no último nível de decomposição pelo estabelecimento de uma relação que acompanha as margens de preferência ditadas pelos decisores (ARAUJO & ALMEIDA, 2009).

Esse método requer informações intercritérios, correspondentes à relativa importância entre os vários objetivos, ou seja, o peso dos critérios. Tais pesos são decorrentes de cálculos técnicos ou juízos de valor (CARVALHO *et.al.*, 2011).

O escopo principal desta tese é a agregação de indicadores de sustentabilidade como proposto pelo método *Sustainable Transport Performance Indicator* –STPI, utilizando a base matemática do *Promethee*.

O método gera um índice que avalia o desempenho global de um conjunto de alternativas (empresas, escolas, tipos de transportes, etc.), de acordo com os aspectos da sustentabilidade de forma integrada. A Figura 23 ilustra a estrutura STPI da metodologia apresentada.

Figura 23: Estrutura da metodologia STPI.



Fonte: Rigo *et al.*, 2007.

O STPI utiliza para agregar seus indicadores o método multicritérios, especificamente, o PROMETHEE abordado principalmente por Brans, Vincke e Mareschal no ano de 1986. O método consiste em construir uma relação de sobreclassificação (*outranking*) de valores (VINCKE, 1992). Este método se baseia em parâmetros ou conceitos, facilmente entendidos pelo decisor e permite ajustar a abordagem e modelagem do problema o mais corretamente possível (MARESCHAL & BRANS, 1988).

➤ **Formulação Matemática do Método – PROMETHEE**

O PROMETHEE exige informações para cada critério e diferentemente do AHP, não tem uma definição de escala arbitrária para comparações. No entanto, uma função específica de preferência deve ser definida e usada para calcular o grau de preferência associado a melhor alternativa em caso de comparações par-a-par. Há seis funções de preferência descritas por Brans e Mareschal (2005). Para cômputo destes pesos, considere que temos um conjunto D de n alternativas e um conjunto de k de m critérios de avaliação para cada alternativa A , onde cada critério ou função de avaliação $f_k(A)$ é um número real, entre 0 e 1. Agora, defina o par de funções ou quantidades

$$\begin{cases} \pi(a, b) = \sum_{j=1}^k w_j p_j(a, b) \\ \pi(b, a) = \sum_{j=1}^k w_j p_j(b, a) \end{cases} \quad (1)$$

onde w_j é o peso do critério (obtido subjetivamente) e $p_j(b, a)$, é uma função de preferência que determina o grau de preferência de uma alternativa a sobre uma alternativa b , leva em conta todos os critérios ao critério f_k . A quantidade $\pi(a, b)$ expressa com que grau a é preferível a b e $\pi(b, a)$ como b é preferível a , conseqüentemente, $\pi(a, b)$ e $\pi(b, a)$ são geralmente positivas, entre 0 e 1.

Uma determinada alternativa do conjunto D enfrenta as demais $n - 1$ alternativas em D , onde são definidos os fluxos de sobreclassificação positivo ϕ^+ e negativo ϕ^- , segundo Brans e Mareschal (2005):

- $\Phi^+(a)$ expressa o nível em que alternativa sobreclassifica todas as outras, ou seja, quanto maior $\Phi^+(a)$ melhor é a alternativa;

$$\Phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_b \pi(a, b) \quad (2)$$

• $\Phi^-(a)$, determina o quanto a alternativa a é superada por todas as outras, neste caso, quanto menor $\Phi^-(a)$, melhor é a alternativa.

$$\Phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_b \pi(a, b) \quad (3)$$

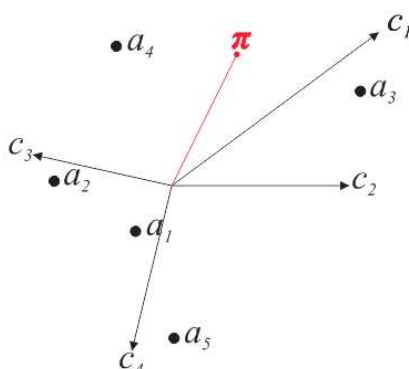
Há dois modelos PROMETHEE clássicos: PROMETHEE I e II. O PROMETHEE I fornece uma pré-ordem parcial e é obtido por meio das funções Φ^+ e Φ^- . Já o PROMETHEE II utiliza a diferença, $\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a)$, entre estas duas funções de preferência, a qual estabelece uma pré-ordem completa (Brans e Mareschal, 2005).

Dessa forma, obtém-se a ordenação das alternativas, de acordo com os valores encontrados por $\Phi(a)$, também chamado de fluxo líquido. Um fluxo líquido de critério único $\Phi_j(\cdot)$ é obtido quando um único critério $g_j(\cdot)$ é considerado. Ele expressa como uma alternativa a sobreclassifica ($\phi_j(a) > 0$) ou é desclassificada ($\phi_j(a) < 0$) por todas as alternativas no critério $g_j(\cdot)$. O perfil de uma alternativa consiste no conjunto de toda a rede do critério único de fluxos: $\Phi_j(a)$, $j = 1, 2, \dots, k$ (BRANS & MARESCHAL 2005).

Podemos pensar no problema de decisão incluindo múltiplos critérios (k critérios), como um espaço k -dimensional expresso na projeção bidimensional do Plano Gaia, onde os pontos representam as alternativas e os vetores unitários dos eixos de coordenadas representam os critérios (Figura 24). De acordo com Brans & Mareschal (2005), o plano preserva o máximo de informação possível após a projeção.

Por meio do resultado da Análise de Componentes Principais – ACP, os k critérios podem ser projetados em um espaço bidimensional, ou seja, as k variáveis originais são transformadas em duas novas variáveis, obtidas por combinações lineares das variáveis originais.

Figura 24: Projeção bidimensional do Plano Gaia



Fonte: Brans & Mareschal (2005)

Além da representação das alternativas e critérios, a projeção dos pesos de vetores neste plano corresponde ao eixo π (ou eixo de decisão PROMETHEE) que mostra o sentido do compromisso resultante do peso atribuído aos critérios. Então, o tomador de decisão pode considerar as alternativas localizadas nesse sentido.

Sobre Componentes Principais

Vimos, nas seções anteriores, que em problemas de decisão multicritério, o método AHP estima os pesos de importância para os critérios e alternativas por meio da normalização dos autovetores da matriz de julgamento. No método PROMETHEE, esses critérios e a projeção dos pesos, podem ser representadas em um sistema k -dimensional e visualizadas como componentes principais. É conhecido na literatura a variação dos componentes principais de uma matriz de dados é medida pelos autovalores da referida matriz.

Na utilização do método AHP com matriz de julgamentos A , esses autovalores são utilizados para avaliar a consistência dos julgamentos. Se os julgadores são *experts* no problema em questão, espera-se que variação nas respostas dos julgamentos sejam pequenas, porém, nem sempre isso é verdadeiro. Então, a construção de indicadores baseados em técnicas que acomodem grande variação nas respostas dos julgadores nos parece mais adequado. Uma técnica estatística, bastante conhecida na literatura, que pode ser ajustada neste caso é a Análise de Componentes Principais.

Análise de Componentes Principais (ACP) é um método de redução de dimensão de um conjunto de dados, explicando a maior parte da variabilidade do sistema (JOLLIFFE, 2002). O ACP é um dos métodos multivariados mais simples. O objetivo da análise é tomar p

variáveis ou indicadores X_1, X_2, \dots, X_p e encontrar combinações destas para produzir índices I_1, I_2, \dots, I_p que sejam não correlacionados na ordem de sua importância, e que descreva a variação nos dados. A falta de correlação significa que os índices estão medindo diferentes "dimensões" dos dados, e a ordem é tal que $Var(I_1) > Var(I_2) > Var(I_p)$. Em que $Var(I)$ denota a variância de (I) . Os índices I são então os componentes principais.

Para sua formulação matemática, considere $x = (x_1, x_2, \dots, x_p)$ um vetor de p -variáveis aleatórias observadas com matriz de variância Σ (MANLY, 2008), por exemplo, x pode representar as respostas dos julgamentos dos especialistas em um problema de decisão multicritério para um critério específico e Σ sua matriz de variações nos julgamentos. O primeiro componente principal, ou índice, é definido como,

$$I_1 = w_{11}X_1 + w_{12}X_2 + \dots + w_{1p}X_p = a_1^T x.$$

O segundo componente é definido por $a_2^T x$, isto é,

$$I_2 = w_{21}X_1 + w_{22}X_2 + \dots + w_{2p}X_p.$$

não correlacionado com $w_1^T x$, e com elementos de x tendo a maior variância possível. Os vetores w_j são autovetores da matriz Σ com a restrição $w_j^T w_j = 1$, implicando que o w_j podem ser vistos ou interpretados como pesos de importância para composição do componente principal ou índice I_j . Cada autovetor w_j está relacionado com o j -ésimo maior autovalor λ_j da matriz Σ . Então para obtenção do vetor de pesos w_j , é suficiente maximizar a expressão $w_1^T x = w_j^T \Sigma w_j$, sujeita a restrição $a_j^T a_j = 1$. Esse procedimento de maximização é realizado via multiplicadores de Lagrange (Jolliffe, 2002). Este raciocínio pode ser estendido para obtenção das demais componentes ou índices e será utilizado no próximo capítulo para o desenvolvimento do método proposto para construção de indicadores de sustentabilidade no transporte fluvial no Amazonas.

Os métodos apresentados *AHP* e *PROMETHEE* contêm características importantes para a tomada de decisão. Entretanto, devido à ponderação de pesos nas variáveis de forma subjetiva pelos especialistas não há paridade nos pesos. Em razão da dificuldade de identificar tais pesos por meio desse consenso, propõe-se nessa pesquisa agregar tais indicadores em uma única medida de eficiência por meio da técnica de componentes principais.

Este capítulo revisou a literatura de indicadores internacionais e nacionais de sustentabilidade, bem como os principais modelos de tomadas de decisão multicritérios, elegendo para este fim os modelos de agregação AHP e PROMETHEE. Dessa forma, essa revisão possibilitou avaliar as metodologias dos modelos, verificando que os pesos destes são ponderados somente pelos especialistas, além de apontar importantes observações, a saber: 1) Sobre o AHP: Observa-se no passo 3, que os pesos são determinados em função dos autovalores e autovetores da matriz de julgamento A. Como estes julgamentos não são exatos, uma medida de consistência para os julgamentos é descrita através da variabilidade medida nos julgamentos através do maior autovalor de A. 2) Sobre o PROMETHEE: Exigem-se informações para cada critério e diferentemente do AHP, não tem uma definição de escala arbitrária para comparações. No entanto, uma função específica de preferência deve ser definida e usada para calcular o grau de preferência associado à melhor alternativa em caso de comparações par-a-par.

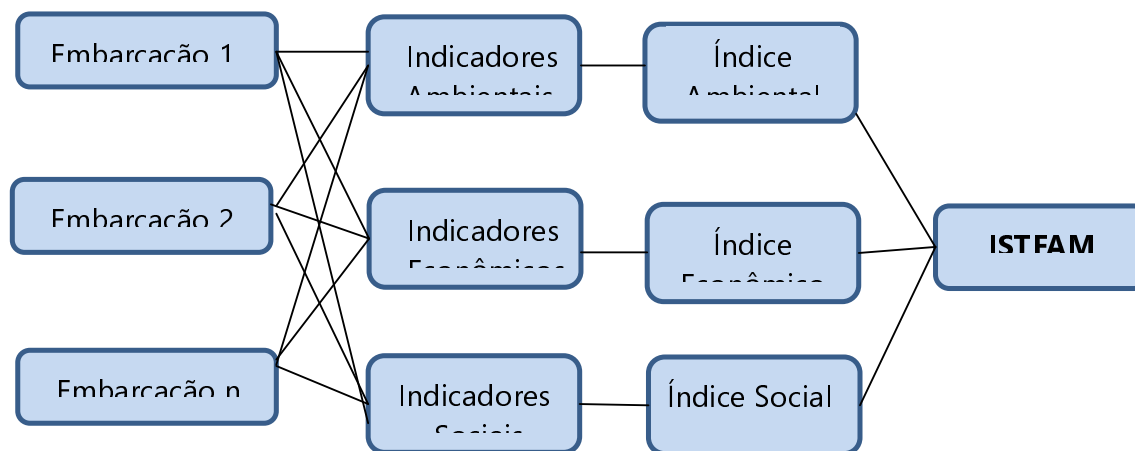
Concluimos que, a construção de indicadores baseados em técnicas que acomodem uma grande variação nas respostas e funções de preferência simultaneamente, sejam as mais adequadas. Para isso, existe uma técnica estatística bastante conhecida na literatura, que pode ser ajustada, neste caso, que é a Análise de Componentes Principais.

Tal constatação reforçou a meta em se usar um método que utilize os próprios dados dos indicadores na geração dos pesos com base na análise de componentes principais, a fim de gerar o índice de sustentabilidade no transporte fluvial no Amazonas - ISTFAM.

CAPÍTULO III – ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE PARA O TRANSPORTE FLUVIAL NO AMAZONAS (ISTFAM)

O Índice proposto para a avaliação da sustentabilidade no transporte fluvial no Amazonas (ISTFAM) utiliza uma ferramenta estatística multivariada para identificar as características de natureza, social, ambiental e econômica relevantes para formação dos índices. Assume-se que a maior variância nas informações obtidas *in loco* para cada indicador sugere que esta seja mais dispersa e, com isso, tenha mais capacidade de diferenciar as alternativas de embarcações quando comparado a indicadores com menor variabilidade. Para tanto, utiliza-se a Análise de Componentes Principais (ACP) para gerar índices de importância das características e indicadores que compõe os aspectos clássicos da sustentabilidade (ambiental, social e econômico). As informações contida nos indicadores e nos pesos atribuídos a estas nos componentes principais são utilizadas para determinar a importância dos indicadores originais. Diferentemente do AHP e PROMETHE, os pesos são gerados dos próprios dados por meio de funções específica dos indicadores utilizados. A estrutura metodológica do ISTFAM é apoiada nos aspectos da sustentabilidade:

Figura 25: Estrutura da metodologia ISTFAM



Fonte: Adaptado de (Rigo *et al.*, 2007).

3.1 Método básico de agregação – proposta para implementação

A formulação matemática do método de agregação para as embarcações ou transporte fluvial é definido da seguinte forma:

Sejam $B = \{b_1, b_2, \dots, b_B\}$ alternativas de embarcações amostradas dentro do modelo; os aspectos de sustentabilidade (social, econômico e ambiental) e $i = \{1, 2, 3, \dots, p_j\}$ os indicadores que compõem cada aspecto. p_j representa a quantidade de indicadores utilizados na composição do aspecto j . Por exemplo, se na composição do aspecto social ($j=1$) tivermos 8 indicadores. Então $p_1=8$.

Defina uma variável Y_{ij} como sendo o i -ésimo indicador utilizado na composição do j -ésimo aspecto. Então, se define o indicador do j -ésimo aspecto para a b -ésima alternativa por

$$I_j^b = \sum_{i=1}^{p_j} \Phi^{(b)}(y_{ij}) w_{i,j} \text{ média ponderada de funções que avaliam a contribuição de cada um dos } p_j \text{ indicadores para o aspecto } j. \quad (5)$$

$$\text{Onde } \sum_{i=1}^{k_j} w_{i,j} = 1 \quad \Phi^{(b)}(\cdot) \text{ é uma função que caracteriza o indicador.}$$

$w_{i,j}$ é o peso de cada indicador dentro de cada aspecto.

Por fim, define-se

$$ISTFAM^b = \sum_{j=1}^3 I_j^{(b)} \Psi_j, \quad (6)$$

$$\text{onde } \sum_{j=1}^3 \Psi_j = 1$$

Ψ_j é o peso de cada aspecto dentro da composição do ISTFAM, o qual será obtido dos próprios dados.

3.1.1 Obtenção dos Pesos e Índices do aspecto j para os indicadores e embarcações.

Para o i -ésimo indicador ($i=1,2,\dots,p_j$) da b -ésima embarcação dentro de cada aspecto de sustentabilidade j (social, ambiental e econômico), denotado por y_{ij} define-se a função,

$$\Phi^{(b)}(y_{ij}) = \frac{(m_j - y_{ij})}{s_j} = - \frac{(y_{ij} - m_j)}{s_j} \quad (7)$$

onde m_j é a média amostral do i -ésimo indicador dentro do j -ésimo aspecto para a b -ésima embarcação e, s_j é o desvio padrão amostral associado. Esta função é comumente utilizada na literatura estatística para padronização de variáveis. Espera-se que ela tenha média zero e variância 1 e que 95% de seus valores esteja no intervalo -3 a 3 (desigualdade básica de Tchebychev, MEYER, 2011). Agora, construímos os componentes principais do b -ésimo barco para o j -ésimo aspecto por meio das funções $\Phi^{(b)}(\cdot)$ da seguinte forma,

$$\begin{aligned} C_{1,j}^{(b)} &= \alpha_{1,1} \Phi^{(b)}(y_{1j}) + \alpha_{1,2} \Phi^{(b)}(y_{2j}) + \dots + \alpha_{1,p_j} \Phi^{(b)}(y_{p_j,j}), \\ C_{2,j}^{(b)} &= \alpha_{2,1} \Phi^{(b)}(y_{1j}) + \alpha_{2,2} \Phi^{(b)}(y_{2j}) + \dots + \alpha_{2,p_j} \Phi^{(b)}(y_{p_j,j}), \\ &\text{até o } p\text{-ésimo indicador do } j\text{-ésimo aspecto, denotado por } p_j, \\ C_{p_j,j}^{(b)} &= \alpha_{p_j,1} \Phi^{(b)}(y_{1j}) + \alpha_{p_j,2} \Phi^{(b)}(y_{2j}) + \dots + \alpha_{p_j,p_j} \Phi^{(b)}(y_{p_j,j}). \end{aligned} \quad (8)$$

Para calcular os pesos de importância do i -ésimo, indicador dentro do j -ésimo aspecto, $W_{i,j}$ levamos em consideração os pesos α_{i,p_j} do indicador p_j em cada um dos i componentes principais (obtidos de acordo com a seção 2.4) e o coeficiente de variação amostral, cv , de cada uma das p_j variáveis. Os pesos de importância são matematicamente expressos por,

$$W_{i,j} = \frac{|\alpha_{i,p_j}| cv_i}{\sum_{k=1}^a |\alpha_{k,a}| cv_k} \quad (9)$$

onde a representa o número total de indicadores dentro do aspecto j . Quanto maior o peso mais relevante é o indicador para composição do aspecto. Observa-se que este peso é proporcional à variância de cada indicador sugerindo que o indicador seja mais disperso e, com isso, tenha mais capacidade de diferenciar a relevância dos indicadores na composição do aspecto. O coeficiente de variação foi utilizado para evitar o problema de escala. Com os valores dos pesos estimados calcula-se o índice do aspecto j para a b -ésima embarcação pela expressão (5).

Esse procedimento é repetido para os aspectos $j=1,2,3$. Pela construção da função $\Phi^{(b)}$, os índices $I_j^{(b)}$ pertencem ao intervalo $(-3,3)$. Quanto mais próximo de 3, mais sustentável é a embarcação em relação ao aspecto j .

3.1.2 Obtenção dos Pesos dos aspectos j e do Índice de Sustentabilidade para o Transporte Fluvial no Amazonas - ISTFAM.

Seja $I_j^{(b)}$ o indicador de sustentabilidade do aspecto $j=1,2,3$ para b -ésima alternativa. A obtenção do peso do aspecto Ψ_j na composição do *ISTFAM* ^{b} é similar à obtenção dos pesos dos indicadores. Matematicamente, considerando 9 embarcações:

$$\begin{aligned} C_1 &= \gamma_{1,1}\Phi(I_{social}^b) + \gamma_{1,2}\Phi(I_{ambiental}^b) + \gamma_{1,3}\Phi(I_{econômico}^b), \\ C_2 &= \gamma_{2,1}\Phi(I_{social}^b) + \gamma_{2,2}\Phi(I_{ambiental}^b) + \gamma_{2,3}\Phi(I_{econômico}^b), \\ C_3 &= \gamma_{3,1}\Phi(I_{social}^b) + \gamma_{3,2}\Phi(I_{ambiental}^b) + \gamma_{3,3}\Phi(I_{econômico}^b). \end{aligned} \quad (10)$$

Os pesos de importância para os aspectos na composição do *ISTFAM*, são expressos por,

$$\Psi_j = \frac{|\gamma_j|cv_j}{\sum_{k=1}^9 |\gamma_k|cv_k} \quad (11)$$

Observa-se que este peso, Ψ_j , é proporcional à variância do índice de cada aspecto (social, econômico e ambiental). Assume-se que o aspecto mais disperso tenha mais capacidade de diferenciar a relevância dos indicadores na composição da sustentabilidade global do sistema. Agora, com os valores dos pesos Ψ_j estimados, calcula-se o índice de sustentabilidade para a b -ésima embarcação por,

$$ISTFAM^b = \sum_{j=1}^3 I_j^{(b)} \Psi_j, b = 1, 2, \dots, 9 \quad (12)$$

Pela construção dos índices $I_j^{(b)}$, tem-se que o ISTFAM também pertence ao intervalo (-3,3). Quanto mais próximo de 3, mais sustentável é a embarcação em relação ao sistema de transporte fluvial.

Na próxima seção será apresentada uma análise descritiva dos indicadores, bem como o modelo proposto.

3.2 Análise descritiva dos Indicadores

Para obter dados sobre as variáveis de cada indicador, foram entrevistados 165 passageiros e 09 armadores com o objetivo de obter um ranking de sustentabilidade em embarcações mistas, considerando os aspectos sociais, ambientais e econômicos. As embarcações de Coari estão identificadas pelas letras A, B e C, enquanto, as de Parintins seguem as letras D, E, F, G H e I. A escala de medida para os indicadores foi construída de modo que, quanto maior o valor do indicador, pior é sua avaliação.

Índice Social (IS)

Os índices sociais foram obtidos a partir de oito indicadores, com base na percepção dos passageiros e nas condições de trabalho do transporte fluvial misto da navegação nos rios Amazonas e Solimões, tendo como ponto de partida o rio Negro nos portos de Manaus. Os indicadores selecionados foram:

- Indicador de Satisfação com a Alimentação (ISA)
- Indicador de Satisfação com a Higiene (ISH)
- Indicador de Condições de Trabalho (ICT)
- Indicador de Satisfação com a Pontualidade (ISP)
- Indicador de Satisfação com a Cortesia (ISCT)
- Indicador de Satisfação com o Conforto (ISC)
- Indicador de Modicidade da Tarifa (IMT)
- Indicador de Segurança (ISG)

Os indicadores relacionados à percepção dos passageiros foram conceituados por níveis e atribuídos pontuação de 0 a 5, onde: péssimo (5), ruim (4), regular (3), bom (2) e ótimo (1), ou seja, quanto maior o valor do indicador, pior é a sua avaliação. Para verificar o nível de concordância de uma dada afirmação com a pontuação recebida foi utilizada a escala de Likert. Diferentemente, o Indicador Condições de Trabalho foi mensurado pela razão do número de tripulantes com carteira não assinada pela quantidade total destes.

Do total de passageiros entrevistados 46,1% eram mulheres e 53,9% homens. Os resultados do IS estão dispostos na Tabela 03.

Tabela 03 - Avaliação dos aspectos sociais (IS)

Embarcação	Atendimento						Modicidade	Segurança
	ISA	ISH	ICT	ISP	ISCT	ISC	IMT	ISG
A	3,33	4,06	71,43	3,3	4,2	3,4	2,66	3,33
B	2,6	2,92	57,14	2,3	3,88	2,4	2,2	2,36
C	2,6	4,06	57,14	2,26	2,2	2,6	2,6	2,26
D	3,06	2,53	42,86	2,46	1,93	2,6	2,66	2,8
E	2,81	3,56	50,00	2,33	2,93	2,5	2,06	2,5
F	2,21	3,09	57,14	2,24	2,6	2,93	2,54	2,24
G	1,8	2,6	0,00	1,93	2,06	2,2	2,2	2,46
H	2	2,68	42,86	2,5	2,66	2,06	2,18	2,06
I	2,2	3,93	71,43	2,86	2,5	2,53	2,06	2,86

Fonte: Autor, 2015

De acordo com a Tabela 3 a embarcação A obteve a pior avaliação em todos os itens. As melhores avaliações foram obtidas pelas embarcações G e H, onde a primeira se destacou nos itens: alimentação, higiene, condições de trabalho, pontualidade e conforto, enquanto a última obteve os melhores valores nos quesitos conforto e segurança. As embarcações E e I se destacaram na avaliação modicidade das tarifas, como as que oferecem os melhores valores nas passagens. Vale ressaltar que, todos os valores atribuídos aos indicadores foram considerados na construção do Índice Social (IS).

Índice Ambiental (IA)

O aspecto ambiental considerou quatro indicadores: Indicador de Poluição Sonora (IPS), Indicador de Qualidade da Água das Torneiras (IQAT), Indicador de Qualidade da Água dos Bebedouros (IQAB) e Indicador de Poluição Atmosférica (IPA). O IPS considerou o indicador ruído do motor; o IQAB e IQAT foram obtidos por meio de uma análise laboratorial da água dos bebedouros e torneiras e o IPA avaliou o indicador Emissão de CO₂ da embarcação na atmosfera.

Para saber se o ruído afeta a saúde auditiva dos usuários e em qual proporção, foram mensurados os níveis sonoros em decibéis nos conveses destinados a passageiros, utilizando-se um decibelímetro medidor de nível sonoro, conforme a Tabela 04. Durante a viagem, foram mensurados três amostras de ruído em cada convés (andar): o primeiro ponto na proa (PR), o segundo no meio (M) da embarcação e o terceiro na popa (PO) para os três conveses, totalizando nove amostras. O valor representativo do valor do Indicador de Poluição Sonora (IPS) é a média dos níveis de ruídos de cada embarcação.

Tabela 04 - Nível de Decibéis

Embarcação	Pontos de Medição									Média (IPS)
	Primeiro Convés			Segundo convés			Terceiro convés			
	PR	M	PO	PR	M	PO	PR	M	PO	
A	73	85	90	71	73	81	94	92	88	83
B	81	87	100	80	84	87	86	84	80	85
C	82	90	99	87	82	84	86	88	84	87
D	76	88	90	78	82	87	77	76	77	81
E	82	86	100	81	83	80	85	85	85	85
F	78	84	92	78	84	88	74	75	75	81
G	81	88	96	76	82	86	73	77	77	82
H	83	83	90	80	83	88	74	78	78	82
I	82	85	90	79	79	82	80	90	80	83

Fonte: Autor, 2015

Segundo a Tabela 04, a proa do primeiro convés é o lugar de menor intensidade de ruído, sendo considerado o lugar mais apropriado para colocar rede, e também por ser o convés com menos incidência solar. No segundo convés, apenas as embarcações A e I atenderam as especificações técnicas permitidas (≤ 82). Curiosamente são duas

embarcações de madeira. No terceiro, as embarcações D, F, G e H se mantiveram dentro dos nível máximo permitido. Vale ressaltar que o segundo convés é o espaço preferido pelos passageiros, dispendo de maior arranjo para comodidade de redes. O terceiro convés dispõe de bar/lanche e, por essa razão é pouco recorrido pelos passageiros para acomodação de redes.

Durante a pesquisa de campo verificou-se também a percepção dos passageiros com relação ao ruído da embarcação (Anexo 1), ponderados com os níveis: Não Faz Diferença, Pouco e Muito Ruído. Os resultados mostraram-se preocupantes, pois, 68,15% dos passageiros responderam que o ruído não faz diferença ou é pouco incômodo. Este resultado mostra que os passageiros se habituaram ao ruído do motor, enquanto que, 32,12% apontaram o ruído como muito incômodo.

Indicador de Qualidade da Água (IQA)

O IQA é composto por dois indicadores: IQAT e IQAB, que foram obtidos mediante a análise da água dos bebedouros, coletada diretamente do rio e armazenada na caixa d'água da embarcação e das torneiras, respectivamente. A análise compõe-se dos seguintes indicadores: a) Ensaio Microbiológicos – Coliformes a 35° C, Coliformes a 45°C, E. Coli e Contagem de Bactérias Heterotróficas; b) Ensaio Organolépticos e Físico-Químicos – Cor (U.H.) e pH.

Foram coletadas seis amostras dos bebedouros e seis amostras das torneiras, totalizando doze verificações. O valor do IQAT e IQAB de cada embarcação é a razão do número de indicadores não aprovadas pelo número total de indicadores da análise química da água, obtidas de amostras coletadas durante os trajetos das embarcações nos trechos Manaus-Coari/Parintins (Tabela 05).

Tabela 05 - Análise Química da Água - Coari

DESCRIÇÃO		Valores Referência	A		B		C	
			IQAB	IQAT	IQAB	IQAT	IQAB	IQAT
MICROBIOLÓGICOS	Colif. a 35° C	Ausente	PRE	PRE	PRE	PRE	AUS	PRE
	Colif. a 45° C	Ausente	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	PRE
	E. Coli	Ausente	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS
	CBH	Até 500	39	15	129	28	25	42
FÍSICO-QUÍMICOS	Cor (U.H)	Até 15	0	0,05	0	0,05	0	0
FÍSICO-QUÍMICOS	pH	De 6 - 9,5	5,56	5,02	5,8	6,54	4,9	3,79
Itens reprovados			2	2	2	1	1	3
Resultado % (IQAB)			33,33	33,33	33,33	16,67	16,67	50,00

Fonte: Autor, 2015

As letras de A, B e C referem-se às embarcações de Coari. Para exemplificar, no barco A, no que se refere ao IQAB e IQAT foram reprovadas duas variáveis Colif. a 35° C e pH, duas da análise do bebedouro e duas da torneira, totalizando duas reprovações cada, resultando numa razão de $2/6 = 33,33\%$ para cada indicador analisado, implicando que o nível de contaminação excede 33,33% acima do preconizado pela ANVISA. No resultado de cada embarcação espera-se que todas as variáveis tanto das torneiras quanto dos bebedouros estejam dentro da referência, ou seja, zero (0), segundo a Portaria 2914 da ANVISA.

Tabela 06 - Análise química da água – Parintins

DESCRIÇÃO		Valor Refer.	D		E		F		G		H		I	
			IQAB	IQAT	IQAB	IQAT	IQAB	IQAT	IQAB	IQAT	IQAB	IQAT	IQAB	IQAT
MICROBIO LÓGICOS	Colif. a 35° C	Ausente	PRE	PRE	AUS	PRE	AUS	PRE	AUS	PRE	AUS	PRE	PRE	PRE
	Colif. a 45° C	Ausente	AUS	AUS	AUS	PRE	AUS	AUS	AUS	PRE	AUS	AUS	AUS	PRE
	E. Coli	Ausente	AUS	AUS	AUS	PRE	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS
	CBH	Até 500	13	16	28	72	98	201	11	16	3	71	63	95
FÍSICO QUÍMICOS	Cor (U.H)	Até 15	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	
FÍSICO QUÍMICOS	pH	De 6 - 9,5	6,55	5,3	6,04	6,42	5,47	7,85	7,4	7,58	4,84	5,27	9,14	10,05
Itens reprovados			1	2	0	3	1	1	0	2	1	2	1	3
Resultado %			16,67	33,33	00,00	50,00	16,67	16,67	00,00	33,33	16,67	33,33	16,67	50,00

Fonte: Autor, 2015

No trecho Manaus-Parintins, as embarcações foram identificadas pelas letras de D a I, sendo que as embarcações E e G apresentaram um valor de referência do IQAB que se mostrou adequado ao consumo humano. Entretanto, para o IQAT nenhuma embarcação apresentou um valor adequado para o consumo humano. Neste trecho apenas o barco I reprovou nas análises da torneira com as variáveis Colif. a 35° C, Colif. A 45° e o pH no bebedouro, resultando em um valor acima do permitido (33,3%).

Em suma, segundo a legislação vigente quanto à potabilidade de águas para consumo, Portaria nº 2.914, de 12/12/2011-ANVISA, Ministério da Saúde, nenhuma embarcação apresentou um valor de referência adequado para o consumo humano.

Indicador de Poluição do Ar (IPA)

O IPA foi estimado sobre o consumo de diesel da embarcação no trajeto. A partir daí foi considerada a quantidade de dióxido de carbono (CO₂) por quilômetro percorrido, em função do consumo de diesel nas diferentes embarcações. Neste trabalho utilizou-se o consumo do diesel ida e volta, pela massa específica $840 \text{ kg/m}^3 = 0,84 \text{ kg/dm}^3$ e um fator de emissão médio de 3,2 kg CO₂ por kg diesel, sendo aproximadamente constante para todos os combustíveis fósseis (WOUD & STAPERSMA, 2013).

Tabela 07 - Consumo de diesel

B	Consumo [dm ³]	Consumo [kg]	Kg CO ₂	Percurso (km)	CO ₂ por km
A	3000	2520	8064	842	9,58
B	3400	2856	9139,2	842	10,85
C	3400	2856	9139,2	842	10,85
D	4200	3528	11289,6	950	11,88
E	3700	3108	9945,6	950	10,47
F	3500	2940	9408	950	9,90
G	5000	4200	13440	950	14,15
H	3800	3192	10214,4	950	10,75
I	3200	2688	8601,6	950	9,05

Fonte: Autor, 2015

Os resultados mostram que as embarcações A e I tiveram o consumo menor, enquanto a embarcação G apresentou um consumo elevado. Tais valores são devido às características estruturais das embarcações, refletindo que, quanto maior a embarcação, maior o consumo de combustível.

Índice Econômico (IE)

O IE considerou quatro indicadores: Indicador de Custo do Terminal (ICT), Indicador de Custo do Combustível (ICC), Indicador de Custo por Passageiro (ICP) e o Indicador de Valor da Embarcação (IVE). O ICT avaliou o custo do terminal por hora de atracação, o ICC foi obtido pelo consumo de diesel por quilômetro percorrido, o ICP considerou o custo por passageiros/viagem com alimentação, materiais de expediente e limpeza e salário de funcionários (Tabela 08). Outro indicador avaliado no IE se refere ao Valor do Bem (IVE), obtido com base na percepção que cada armador tem de sua embarcação. O valor final do IVE é o inverso do valor da embarcação multiplicado por mil.

Tabela 08 - Custos no trecho

Embarcação	ICT	ICC	ICP	Cálculo do IVE	
				Valor do Bem (VB)	(1/VB)*1000
A	7,29	11,40	56,32	500.000	0,002
B	9,60	12,92	62,03	4.000.000	0,00025
C	4,79	12,92	64,10	4.500.000	0,000222
D	10,19	14,15	35,77	6.000.000	0,000166
E	17,44	12,46	57,07	4.000.000	0,00025
F	8,94	11,79	46,71	3.000.000	0,000333
G	10,87	16,84	50,64	8.000.000	0,000125
H	10,75	12,80	32,75	2.500.000	0,0004
I	8,29	10,78	32,34	300.000	0,003333

Fonte: Autor, 2015

Os valores demonstram que a embarcação C tem o ICT baixo, devido ao fato da mesma ficar apenas em um terminal e menos tempo que as demais, enquanto a embarcação E apresenta um custo alto com atracação, pelo motivo de passar mais tempo nos dois terminais. O maior valor do ICC ficou com a embarcação G, dada a sua estrutura física ser a maior de todas e o menor valor com a embarcação I. O maior valor ICP se apresentou na embarcação C e os menores ficaram com as embarcações H e I.

Os resultados dos indicadores (Tabela 09) serão utilizados na metodologia de componentes principais para gerar o ranking do Indicador de Sustentabilidade do Transporte Fluvial do Amazonas (ISTFAM).

Tabela 09 - Demonstrativo Geral dos indicadores

EMBARCAÇÃO	SOCIAL							
	ISA	ISH	ICT	ISP	ISCT	ISC	IMP	ISG
A	3,33	4,06	71,43	3,3	4,2	3,4	2,66	3,33
B	2,6	2,92	57,14	2,3	3,88	2,4	2,2	2,36
C	2,6	4,06	57,14	2,26	2,2	2,6	2,6	2,26
D	3,06	2,53	42,86	2,46	1,93	2,6	2,66	2,8
E	2,81	3,56	50,00	2,33	2,93	2,5	2,06	2,5
F	2,21	3,09	57,14	2,24	2,6	2,93	2,54	2,24
G	1,8	2,6	0,00	1,93	2,06	2,2	2,2	2,46
H	2	2,68	42,86	2,5	2,66	2,06	2,18	2,06
I	2,2	3,93	71,43	2,86	2,5	2,53	2,06	2,86

EMBARCAÇÃO	AMBIENTAL				ECONÔMICO			
	IPS	IQAT	IQAB	IPA	ICT	ICC	ICP	IVE
A	83	33,33	33,33	9,58	7,29	11,40	56,32	0,002
B	85	16,67	33,33	10,85	9,60	12,92	62,03	0,00025
C	87	50,00	16,67	10,85	4,79	12,92	64,10	0,000222
D	81	33,33	16,67	11,88	10,19	14,15	35,77	0,000166
E	85	50,00	00,00	10,47	17,44	12,46	57,07	0,00025
F	81	16,67	16,67	9,90	8,94	11,79	46,71	0,000333
G	82	33,33	00,00	14,15	10,87	16,84	50,64	0,000125
H	82	33,33	16,67	10,75	10,75	12,80	32,75	0,0004
I	83	50,00	16,67	9,05	8,29	10,78	32,34	0,003333

Fonte: Autor, 2015

Os dados dos indicadores (Tabela 09) serão utilizados para mensurar um parâmetro que reflita a dimensão da sustentabilidade do setor de transporte fluvial, por meio da análise de componentes principais.

3.3 Ilustração do Modelo Proposto para avaliação da sustentabilidade no transporte fluvial

3.3.1 O Índice de Sustentabilidade Social

Nesta seção será ilustrado o computo do Índice de Sustentabilidade Social, por meio dos indicadores obtidos na pesquisa de campo e apresentados na Tabela 9. Em consonância com a formulação matemática descrita na seção 3.1, considere as seguintes definições:

1) O conjunto de barcos é de nove embarcações $\{b_1, b_2, \dots, b_9\}$ denotadas por $\{A, B, C, D, E, F, G, H\}$.

2) $j=1$, indica que o aspecto avaliado é o social.

3) Para esse aspecto os indicadores estão descritos na Tabela 9 e são identificados por: ISA, ISH, ICT, ISP, ISCT, ISC, IMP e ISG, representado um total de oito indicadores de modo que em nossa notação matemática significa que p_l é igual a 8.

4) Considere, Y_{1l} como sendo a variável que representa o indicador social ISA, Y_{2l} como sendo a variável que representa o indicador ISH e assim sucessivamente até Y_{8l} como sendo a variável que representa o indicador social ISG.

5) Para cada embarcação $b=1,2,\dots,9$ e indicador $i=1,2,\dots,8$. Consideramos as funções,

$$\Phi^{(b)}(y_{il}) = -\frac{(y_{il} - m_{i1})}{s_{i1}} = \frac{m_{i1} - y_{il}}{s_{i1}}$$

onde, m_{i1} representa a média do i -ésimo indicador e, s_{i1} o desvio padrão associado. Como a escala de medidas em campo é do tipo quanto menor melhor, o sinal negativo será utilizado de forma que na transformação, será obtida quanto maior melhor. Isso é apenas, para uma melhor interpretação dos resultados. Considerando os pontos de 1) a 5), temos os componentes principais obtidos para o aspecto social da b -ésima embarcação,

$$C_{1,social}^{(b)} = \alpha_{1,1} \left(\frac{m_{11} - ISA_{11}}{s_{11}} \right) + \alpha_{1,2} \left(\frac{m_{21} - ISH_{21}}{s_{21}} \right) + \dots + \alpha_{1,8} \left(\frac{m_{81} - ISG_{81}}{s_{81}} \right)$$

$$C_{2,social}^{(b)} = \alpha_{2,1} \left(\frac{m_{11} - ISA_{11}}{s_{11}} \right) + \alpha_{2,2} \left(\frac{m_{21} - ISH_{21}}{s_{21}} \right) + \dots + \alpha_{2,8} \left(\frac{m_{81} - ISG_{81}}{s_{81}} \right)$$

Até o nono indicador do aspecto social,

$$C_{8,social}^{(b)} = \alpha_{8,1} \left(\frac{m_{11} - ISA_{11}}{s_{11}} \right) + \alpha_{8,2} \left(\frac{m_{21} - ISH_{21}}{s_{21}} \right) + \dots + \alpha_{8,8} \left(\frac{m_{81} - ISG_{81}}{s_{81}} \right)$$

Após essa formulação aplicou-se a função `prcomp` do pacote `stats` em linguagem de programação R, a qual permitiu realizar uma análise de componentes principais a partir de uma matriz de dados n por p . O desvio padrão (sd), os autovetores e o percentual de variação, explicado por cada componente principal, estão descritos na Tabela 10. O desvio padrão é raiz quadrada do autovalor da matriz de variância e covariância dos indicadores e expressa a variância de cada componente principal. Os autovalores são os coeficientes α 's de cada componente utilizados para cômputo dos pesos de importância por meio da expressão (9).

Tabela 10 - Os autovalores e autovetores da matriz de correlação para as oito medidas do aspecto social

sd. componente	Variação exp.(%)	Av	Autovetores (coeficientes α 's para os componentes principais)							
			ISA	ISH	ICT	ISP	ISCT	ISC	IMT	ISG
2.071	53,64	C1	-0.388	-0.328	-0.295	-0.425	-0.311	-0.423	-0.233	-0.376
1.170	17,13	C2	-0.253	0.244	0.472	0.215	0.331	-0.255	-0.637	-0.158
0.880	9,69	C3	-0.091	0.270	0.535	-0.110	-0.302	0.092	0.445	-0.566
0.820	8,42	C4	-0.250	0.614	-0.185	0.109	-0.611	0.024	-0.175	0.330
0.686	5,89	C5	0.003	0.519	-0.372	-0.495	0.441	0.290	-0.069	-0.250
0.566	4,01	C6	-0.814	-0.184	-0.063	0.209	0.197	0.416	0.197	0.061
0.293	1,07	C7	-0.130	0.279	-0.243	0.270	0.285	-0.671	0.489	-0.006
0.105	0,14	C8	-0.1827	0.015	0.408	-0.621	0.113	-0.194	0.163	0.580

Fonte: Autor, 2015

O vetor de médias, desvios e coeficiente de variação obtidos para os indicadores foram:

$$m=(2,512; 3,27; 53,17; 2,464; 2,773; 2,58; 2,351; 2,541)$$

$$s=(0,504; 0,639; 22,335; 0,399; 0,786; 0,395; 0,258; 0,392)$$

$$cv=(0,200; 0,195; 0,420; 0,162; 0,283; 0,153; 0,109; 0,154)$$

Observa-se nesta tabela que os dois primeiros componentes explicam 70,77% da variação total do aspecto social. Estes componentes são representados por,

$$C_{1,social}^{(b)} = -0,388\left(\frac{2,512 - ISA_{11}}{0,504}\right) - 0,328\left(\frac{3,27 - ISH_{21}}{0,639}\right) + \dots - 0,376\left(\frac{2,541 - ISG_{81}}{0,392}\right)$$

$$C_{2,social}^{(b)} = -0,253\left(\frac{2,512 - ISA_{11}}{0,504}\right) + 0,244\left(\frac{3,27 - ISH_{21}}{0,639}\right) + \dots - 0,158\left(\frac{2,541 - ISG_{81}}{0,392}\right)$$

No primeiro componente há uma fraca dominância, nessa ordem, dos indicadores de satisfação com o conforto ISC (valor absoluto do coeficiente=0,423), pontualidade ISP (valor absoluto do coeficiente=0,425), Alimentação ISA (valor absoluto do coeficiente=0,388) e Segurança ISG (valor absoluto do coeficiente=0,376). O segundo é representado pelos indicadores de Modicidade das Tarifas IMT (valor absoluto do coeficiente=0,637) e o Indicador de Condições de Trabalho ICT (valor absoluto de coeficientes=0,472).

Desta forma, concluiu-se que 70,77% da variação no aspecto social é composto pelas variações nos indicadores ISC, ISP, ISA, ISG, IMT e ICT. Neste caso é natural se esperar que os pesos de importância dos indicadores na composição do aspecto social sejam próximos. Aplicando a expressão (9), com os valores obtidos para os coeficientes de variação dos indicadores e os autovetores dos componentes principais obteve-se o vetor de pesos de

importância de cada indicador (Tabela 11):

Tabela 11 - Peso de Importância dos Indicadores do Aspecto Social

Aspecto	INDICADOR							
	ISA	ISH	ICT	ISP	ISCT	ISC	IMT	ISG
Social	0,091	0,131	0,149	0,119	0,136	0,104	0,126	0,139

Fonte: Autor, 2015

Nota-se que os pesos de importância são próximos representando um equilíbrio entre as respostas dos julgadores, que neste caso são os passageiros e os armadores das embarcações. Para computo do indicador social de cada embarcação utilizou-se a expressão 2.

$$I_j^b = \sum_{i=1}^{p_j} \Phi^{(b)}(y_{ij}) w_{i,j}$$

Substituindo a função $\Phi^{(b)}(y_{il}) = -\frac{(y_{il} - m_{il})}{s_{il}} = \frac{m_{il} - y_{il}}{s_{il}}$, e os pesos da Tabela

11, obteve-se que este índice para cada embarcação b é calculado por,

$$I_{social}^{(b)} = 0,09188 \left(\frac{2,512 - ISA^{(b)}}{0,504} \right) + 0,13116 \left(\frac{3,27 - ISH^{(b)}}{0,639} \right) + \dots + 0,1393 \left(\frac{2,541 - ISG^{(b)}}{0,392} \right)$$

Aplicando esta expressão com os dados da Tabela 09, obtiveram-se os indicadores sociais de cada embarcação,

Tabela 12 – Indicadores Sociais por embarcação

Embarcação	IS
A	-1,5806
B	0,0722
C	-0,0711
D	0,0205
E	0,0989
F	0,0846
G	1,1117
H	0,4932
I	-0,2296

Fonte: Autor, 2015

Com estes valores da Tabela 12, verifica-se que a embarcação G obteve o melhor índice de sustentabilidade social do transporte fluvial dos trechos, seguida da H. Os resultados da embarcação G refletiram a boa avaliação nos indicadores, principalmente relacionados à

condição de trabalho e alimentação. Em contrapartida, as embarcações A e I, uma para cada trecho, obtiveram os piores resultados, destacando a má avaliação nos indicadores de Higiene e Condição de Trabalho na embarcação A (Tabela 09).

3.3.2 O Índice de Sustentabilidade Ambiental

Nesta seção é ilustrado o computo do Índice de Sustentabilidade Ambiental, por meio dos indicadores obtidos na pesquisa de campo e apresentados na Tabela 12. Em consonância com a formulação matemática descrita na seção 3.1, considere agora que $j=2$ indica que o aspecto avaliado é o ambiental. Para esse aspecto os indicadores estão descritos na Tabela 9 e são identificados por: IPS, IQAT, IQAB e IPA. Representado um total de quatro indicadores de modo que nesta notação matemática $P_2 = 4$. Considere Y_{12} como sendo a variável que representa o indicador ambiental de Poluição Sonora IPS, Y_{22} como sendo a variável que representa o indicador de Qualidade da Água das Torneiras IQAT, Y_{32} representando o indicador de Qualidade da Água dos Bebedouros IQAB e por fim, Y_{42} representando o Indicador de Poluição do ar IPA. Para cada embarcação $b=1,2,\dots,9$ e indicador $i=1,2,3,4$. Considera-se as funções,

$$\Phi^{(b)}(y_{i2}) = -\frac{(y_{i2} - m_{i2})}{s_{i2}} = \frac{m_{i2} - y_{i2}}{s_{i2}}$$

onde, m_{i2} representa a média do i -ésimo indicador ambiental e, s_{i2} o desvio padrão associado. Desta forma, tem-se os componentes principais obtidos para o aspecto ambiental da b -ésima embarcação,

$$C_{1,ambiental}^{(b)} = \alpha_{1,1} \left(\frac{m_{12} - IPS_{12}}{s_{12}} \right) + \alpha_{1,2} \left(\frac{m_{22} - IQAT_{22}}{s_{22}} \right) + \dots + \alpha_{1,4} \left(\frac{m_{42} - IPA_{42}}{s_{42}} \right),$$

$$C_{2,ambiental}^{(b)} = \alpha_{2,1} \left(\frac{m_{12} - IPS_{12}}{s_{12}} \right) + \alpha_{2,2} \left(\frac{m_{21} - IQAT_{22}}{s_{22}} \right) + \dots + \alpha_{2,4} \left(\frac{m_{41} - IPA_{42}}{s_{42}} \right),$$

até o quarto indicador do aspecto Ambiental,

$$C_{8,ambiental}^{(b)} = \alpha_{4,1} \left(\frac{m_{12} - IPS_{12}}{s_{12}} \right) + \alpha_{4,2} \left(\frac{m_{22} - IQAT_{22}}{s_{22}} \right) + \dots + \alpha_{4,4} \left(\frac{m_{42} - IPA_{42}}{s_{42}} \right)$$

Após essa formulação, novamente, aplicamos a função `prcomp` do pacote `stats` em linguagem de programação **R**. Para este aspecto ambiental, o desvio padrão (sd), os autovetores e o percentual de variação explicado por cada componente principal estão descritos na Tabela 13.

Tabela 13 - Os autovalores e autovetores da matriz de correlação para as quatro medidas do aspecto ambiental

sd. Componente	Variação exp.(%)	Av	Autovetores (coeficientes α 's para os componentes principais)			
			IPS	IQAT	IQAB	IPA
15,0274	71,34	C1	0,04006154	0,78069978	-0,62343009	0,01542235
9,2482	27,02	C2	-0,1351305	-0,6120691	-0,7726714	0,1004492
1,9814	1,24	C3	0,97802785	-0,10579325	-0,06549531	0,16727128
1,11968	0,39	C4	0,15361103	-0,06846188	-0,10012085	-0,98065919

Fonte: Autor, 2015

O vetor de médias, desvios e coeficiente de variação obtida para os indicadores foram:

$$m = (83,39; 35,18; 16,67; 10,83),$$

$$s = (2,389336; 13,027985; 11,783935; 1,494050),$$

$$cv = (0,029; 0,370; 0,707; 0,138).$$

Observa-se nesta tabela que o primeiro componente explica 71,34% da variação total do aspecto ambiental. Este componente é representado por,

$$C_{1,ambiental}^{(b)} = 0,04006 \left(\frac{83,30 - IPS_{12}}{2,389} \right) + 0,7806 \left(\frac{35,18 - IQAT_{22}}{13,027} \right) + \dots + 0,00154 \left(\frac{10,83 - IPA_{42}}{1,4940} \right).$$

Observa-se pelos valores absolutos dos coeficientes que este componente representa um índice de qualidade da água, sendo este o fator mais importante na composição do índice. Aplicando a expressão (9), com os valores obtidos para os coeficientes de variação dos indicadores e os autovetores dos componentes principais obteve-se o vetor de pesos de importância de cada indicador, apresentados na Tabela 14:

Tabela 14 - Peso de Importância dos Indicadores do Aspecto Ambiental

Aspectos	Indicadores			
	IPS	IQAT	IQAB	IPA
Ambiental	0,2222	0,312	0,549	0,117

Fonte: Autor, 2015

O Indicador Qualidade da Água dos Bebedouros (IQAB) apresentou maior variabilidade na mensuração dos indicadores, obtendo o maior grau de importância para o Índice Ambiental. Isso se deve ao fato que algumas embarcações utilizam água tratada no bebedouro e outras não.

Para o cômputo do indicador econômico de cada embarcação utilizou-se a expressão (2).

$$I_j^b = \sum_{i=1}^{p_j} \Phi^{(b)}(y_{ij}) w_{i,j}$$

Substituindo a função $\Phi^{(b)}(y_{il}) = -\frac{(y_{il} - m_{il})}{s_{il}} = \frac{m_{il} - y_{il}}{s_{il}}$, e os pesos da tabela

14, obteve-se que este índice para cada embarcação b é calculado por,

$$I_{ambiental}^{(b)} = 0,222 \left(\frac{83,39 - IPS^{(b)}}{2,389} \right) + 0,312 \left(\frac{35,18 - IQAB^b}{13,027} \right) + \dots + 0,117 \left(\frac{10,83 - IPA^{(b)}}{1,494} \right)$$

Aplicando esta expressão com os dados da Tabela 15, obtiveram-se os indicadores sustentabilidade ambientais de cada embarcação,

Tabela 15 - Indicadores Ambientais por embarcação

Embarcação	IA
A	-0,05703003
B	-0,40022145
C	-1,07280365
D	0,30565097
E	-0,21668538
F	0,83107473
G	0,24677440
H	0,31091805
I	0,05232236

Fonte: Autor, 2015

Considerando os indicadores ambientais, os valores da Tabela 15 mostraram que a embarcação F obteve o melhor Índice de Sustentabilidade Ambiental dos trechos. Os resultados mostraram a boa avaliação dos Indicadores Poluição Sonora (IPS) e Qualidade da Água das Torneiras (IQAT) desta embarcação. A pior avaliação ficou com a embarcação C, em consequência da má avaliação obtida nos Indicadores de Poluição Sonora (IPS) e da

Qualidade da Água das Torneiras (IQAT) (Tabela 09).

3.3.3 O Índice de Sustentabilidade Econômico

Nesta seção é ilustrado o computo do Índice de Sustentabilidade Econômico, por meio dos indicadores obtidos na pesquisa de campo e apresentados na Tabela 09. Em consonância com a formulação matemática descrita na seção 3.1, considera-se as 9 embarcações com $j=3$, indicando que o aspecto é o econômico. Para esse aspecto os indicadores estão descritos na Tabela 09 e são identificados por: ICT, ICC, ICP e IVE. Representado um total de quatro indicadores de modo que em nossa notação matemática significa $P_3 = 4$. Consideramos Y_{13} como sendo a variável que representa o Indicador de Custo no Terminal ICT, Y_{23} como sendo a variável que representa o Indicador de Custo de Combustível ICC, Y_{33} como sendo o Indicador de Custo por Passageiro ICP e finalmente, Y_{33} representando o Indicador de Valor Econômico da Embarcação IVE. Utilizou-se, novamente,

$$\Phi^{(b)}(y_{i3}) = -\frac{(y_{i3} - m_{i3})}{s_{i3}} = \frac{m_{i3} - y_{i3}}{s_{i3}}$$

onde, m_{i3} representa a média do i -ésimo indicador econômico e, s_{i3} o desvio padrão associado. Os componentes principais obtidos para o aspecto econômico da b -ésima embarcação são descritos abaixo,

$$C_{1,econômico}^{(b)} = \alpha_{1,1} \left(\frac{m_{13} - ICT_{13}}{s_{13}} \right) + \alpha_{1,2} \left(\frac{m_{23} - ICC_{23}}{s_{23}} \right) + \dots + \alpha_{1,4} \left(\frac{m_{43} - IVE_{43}}{s_{43}} \right)$$

$$C_{2,econômico}^{(b)} = \alpha_{2,1} \left(\frac{m_{13} - ICT_{13}}{s_{13}} \right) + \alpha_{2,2} \left(\frac{m_{23} - ICC_{23}}{s_{23}} \right) + \dots + \alpha_{2,4} \left(\frac{m_{43} - IVE_{43}}{s_{43}} \right)$$

Até o quarto indicador do aspecto econômico,

$$C_{4,econômico}^{(b)} = \alpha_{4,1} \left(\frac{m_{13} - ICT_{13}}{s_{13}} \right) + \alpha_{4,2} \left(\frac{m_{23} - ICC_{23}}{s_{23}} \right) + \dots + \alpha_{4,4} \left(\frac{m_{43} - IVE_{43}}{s_{43}} \right)$$

Novamente aplicou-se a função prcomp para obter os coeficientes de interesse. O desvio padrão (sd), os autovetores e o percentual de variação explicado por cada componente principal estão descritos na tabela 16.

Tabela 16 - Os autovalores e autovetores da matriz de correlação para as quatro medidas do aspecto econômico

sd. Componente	Variação exp.(%)	Av	Autovetores (coeficientes α 's para os componentes principais)			
			ICT	ICC	ICP	IVE
12,453	91,22	C1	2,320338e-02	-1,251547e-02	-9,996524e-01	3,134449e-05
3,458	7,033	C2	0,990984950	0,132261675	0,021346296	-0,000115253
1,725	1,751	C3	0,1319485767	-0,9911357585	0,0154715655	0,0003346284
0,0007	0,00	C4	6,933295e-05	3,472981e-04	2,861660e-05	9,999999e-01

Fonte: Autor, 2015

O vetor de médias, desvios e coeficiente de variação obtidos para os indicadores foram:

$$m=(9,796; 12,90; 48,64; 0,0007865),$$

$$s=(3,446534894; 1,777175506; 12,449371470; 0,001119824),$$

$$cv=(0,3518; 0,1377; 0,2559; 1,42).$$

Observa-se nesta tabela o primeiro componente explica 91,22% da variação total do aspecto econômico. Este é representado por,

$$C_{1,economico}^{(b)} = 0,02320 \left(\frac{9,796 - ICT_{13}}{3,446} \right) - 0,012515 \left(\frac{12,90 - ICC_{23}}{1,777} \right) + \dots + 0,00003 \left(\frac{0,0007 - IVE_{43}}{0,0011} \right).$$

O vetor de coeficientes de variação (cv) mostra uma grande dominância da variação do valor econômico do bem em relação aos demais indicadores, de modo que se espera que este indicador possua maior peso de importância na composição da sustentabilidade econômica.

Aplicando a expressão (9), com os valores obtidos para os coeficientes de variação dos indicadores e os autovetores dos componentes principais obteve-se o vetor de pesos de importância de cada indicador, apresentados na Tabela 17:

Tabela 17 - Peso de Importância dos Indicadores do Aspecto Econômico

Aspecto				
Econômico	ICT	ICC	ICP	IVE
		0,07980508	0,1236894	0,1602587

Fonte: Autor, 2015.

O Indicador Valor da Embarcação (IVE) obteve maior peso em função da heterogeneidade dos valores das embarcações. Para cômputo do Indicador Econômico de cada

embarcação utilizou-se a expressão abaixo.

$$I_j^b = \sum_{i=1}^4 \Phi^{(b)}(y_{ij}) w_{i,j}$$

Substituindo a função $\Phi^{(b)}(y_{i1}) = -\frac{(y_{i1} - m_{i1})}{s_{i1}} = \frac{m_{i1} - y_{i1}}{s_{i1}}$, e os pesos da Tabela 17,

obteve-se que este índice para cada embarcação b é calculado por,

$$I_{econômico}^{(b)} = 0,0798 \left(\frac{9,796 - ICT^{(b)}}{3,446} \right) + 0,1236 \left(\frac{12,90 - ICC^b}{1,777} \right) + \dots + 0,636 \left(\frac{0,0007 - IVE^{(b)}}{0,0011} \right)$$

Aplicando esta expressão com os dados da Tabela 09, obtiveram-se os indicadores econômicos de cada embarcação.

Tabela 18 – Indicadores Econômico por embarcação

Embarcação	IE
A	-0,62628170
B	0,13522753
C	0,23700210
D	0,42134714
E	0,04955582
F	0,37902151
G	0,05063535
H	0,40864265
I	-1,05515040

Fonte: Autor, 2015.

Os valores da Tabela 18 mostraram a embarcação D com o melhor índice de sustentabilidade econômico dos trechos estudados. Os resultados desta embarcação se deram principalmente pelo indicador valor da embarcação (IVE) de onde obteve o maior peso de importância (Tabela 17).

3.4 - Índice de Sustentabilidade do Transporte Fluvial do Amazonas – ISTFAM

O cálculo do Índice de Sustentabilidade do Transporte Fluvial do Amazonas – ISTFAM para cada embarcação é realizado por meio da expressão (descrita na seção 3.1)

$$ISTFAM^b = \sum_{j=1}^3 I_j^{(b)} \Psi_j, b=1,2,\dots,9$$

Portanto, faz-se necessário gerar um peso de importância de cada indicador o qual é obtido do modelo geral descrito na seção 3.1. Dessa forma, a representação do modelo em termos de componentes principais, em termos dos índices, é,

$$C_1 = \gamma_{1,1} \left(\frac{I_{social}^b - m_{social}}{s_{social}} \right) + \gamma_{1,2} \left(\frac{I_{ambiental}^b - m_{ambiental}}{s_{ambiental}} \right) + \gamma_{1,3} \left(\frac{I_{econômico}^b - m_{econômico}}{s_{econômico}} \right),$$

$$C_2 = \gamma_{2,1} \left(\frac{I_{social}^b - m_{social}}{s_{social}} \right) + \gamma_{2,2} \left(\frac{I_{ambiental}^b - m_{ambiental}}{s_{ambiental}} \right) + \gamma_{2,3} \left(\frac{I_{econômico}^b - m_{econômico}}{s_{econômico}} \right),$$

$$C_3 = \gamma_{3,1} \left(\frac{I_{social}^b - m_{social}}{s_{social}} \right) + \gamma_{3,2} \left(\frac{I_{ambiental}^b - m_{ambiental}}{s_{ambiental}} \right) + \gamma_{3,3} \left(\frac{I_{econômico}^b - m_{econômico}}{s_{econômico}} \right).$$

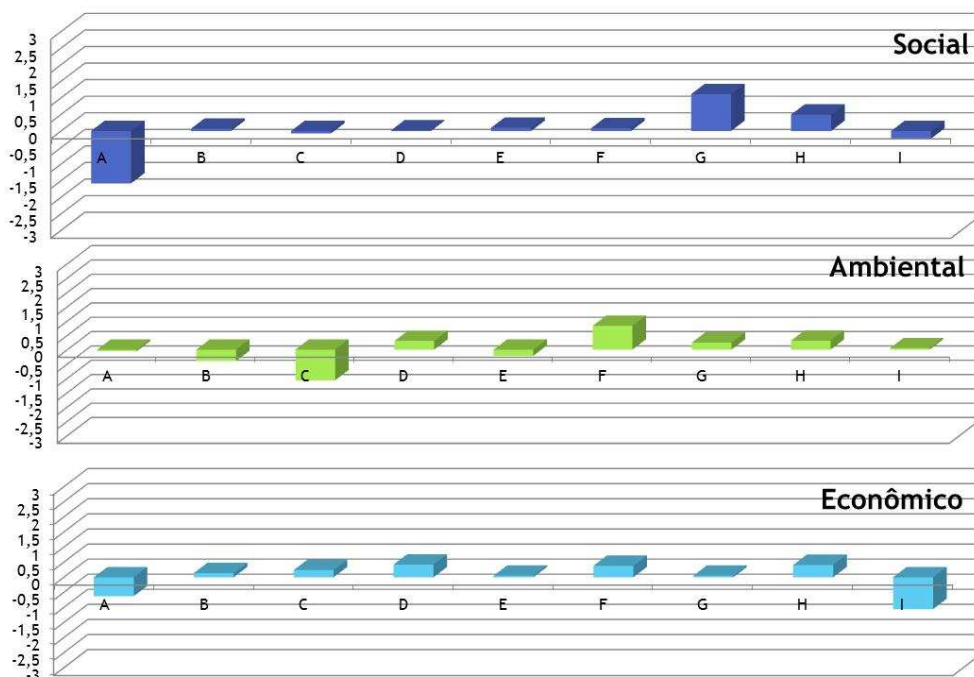
Outro aspecto importante considerado na formação do ISTFAM foi a classificação de cada embarcação nos diferentes Índices da Sustentabilidade (Social, Ambiental e Econômico) obtida nas seções 3.3.1, 3.3.2 e 3.3.2 e descrita na Tabela 19 e Figura 26.

Tabela 19 – Resultados dos Índices por embarcação

Embarcação	Social	Ambiental	Econômico
A	-1,58066306	-0,05703003	-0,62628170
B	0,07225903	-0,40022145	0,13522753
C	-0,07119511	-1,07280365	0,23700210
D	0,02058174	0,30565097	0,42134714
E	0,09892424	-0,21668538	0,04955582
F	0,08463824	0,83107473	0,37902151
G	1,11179920	0,24677440	0,05063535
H	0,49326830	0,31091805	0,40864265
I	-0,22961257	0,05232236	-1,05515040

Fonte: Autor, 2015.

Figura 26 - Resultados dos Índices por embarcação



Fonte: Pesquisa de Campo, 2015.

A Tabela 19 (Figura 26) demonstrou que, no Índice Social, a embarcação com o melhor conceito foi a G, seguida da H, E e F, enquanto os menores valores ficaram com as embarcações de madeira A e I. No Índice Ambiental, a embarcação F se sobressaiu, seguida das embarcações H, D e G. Os menores índices foram a C e B. No Índice Econômico, destaque para a embarcação D, seguida da embarcação H e F. Os menores valores foram das embarcações I e A.

Para o cálculo do Indicador de Sustentabilidade do Transporte Fluvial do Amazonas - ISTFAM fez-se necessário gerar um peso de cada indicador, bem como um peso de cada aspecto, os quais apresentaram os seguintes valores: o Social ficou com o valor de 0,376146, o Ambiental, de 0,2607455 e o Econômico com 0,3631099.

Utilizando estes índices conjuntamente com a análise de componentes principais obtemos o vetor de pesos $\Psi_j = (0,376146; 0,2607455; 0,3631099)$ para, respectivamente, os aspectos Social, Ambiental e Econômico. Deste modo o Índice de Sustentabilidade do Transporte Fluvial do Amazonas – ISTFAM para cada embarcação $b=1,2,\dots,9$, é realizado através da expressão:

$$ISTFAM^b = 0,376 \times I_{social}^b + 0,261 \times I_{ambiental}^b + 0,363 \times I_{econômico}^b$$

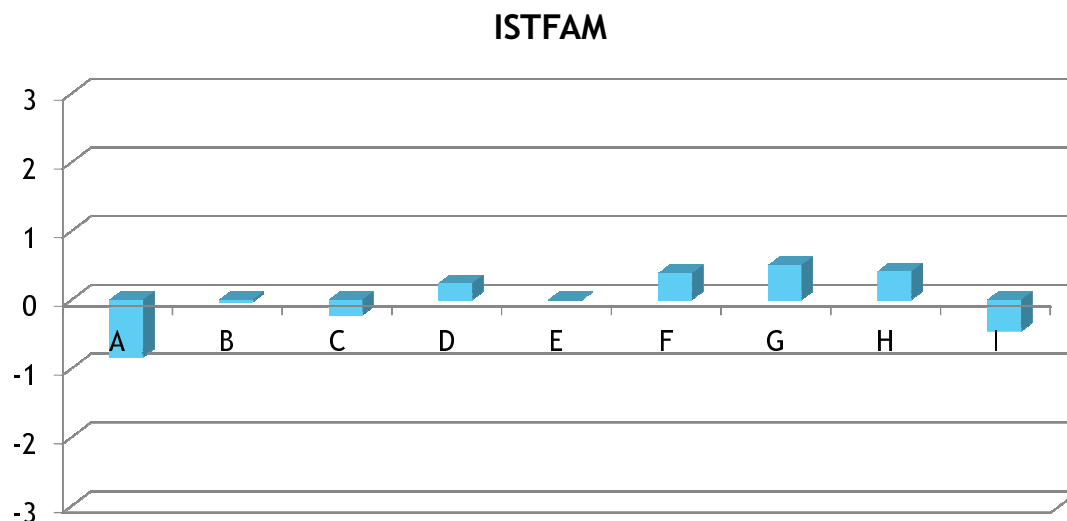
Como individualmente cada índice (social, ambiental, econômico) pertence ao intervalo (-3,3) a escala do ISTFAM também varia de -3 a 3, e quanto mais positivos forem os valores, mais sustentável a embarcação é. Aplicando os valores dos Índices (Social, Econômico, Ambiental) de cada embarcação obteve-se um ranking das embarcações pesquisadas apresentados na Tabela 20 e Figura 27.

Tabela 20 – Índice de Sustentabilidade por embarcação

Embarcação	ISTFAM
A	-0,836837292
B	-0,028073650
C	-0,220450591
D	0,240434135
E	-0,001295714
F	0,386161677
G	0,500928795
H	0,414992883
I	-0,455860243

Fonte: Autor, 2015.

Figura 27 – Índice de Sustentabilidade por embarcação



Fonte: Pesquisa de Campo, 2015.

Os resultados do Indicador de Sustentabilidade do Transporte Fluvial do Amazonas – ISTFAM mostraram que a embarcação com o melhor conceito de sustentabilidade foi a G, seguida da H e F. Os piores conceitos foram das embarcações A e I, uma de cada trecho.

Os resultados mostraram que as embarcações do trecho Manaus-Parintins obtiveram os melhores índices, ou seja, os dados quantitativos ratificaram os dados qualitativos da abordagem *in loco* da pesquisa, demonstrando que o ISTFAM conseguiu retratar a realidade da navegação do Amazonas.

CONCLUSÕES

As conclusões obtidas nesta pesquisa serão descritas na sequência, como forma de subsidiar as tomadas de decisão dos órgãos gestores, das empresas de navegação e dos usuários e incitar ações mais eficazes por parte do Estado, principalmente no que tange à regulamentação do modal, específico à navegação do estado do Amazonas.

A tese teve como objetivo geral estabelecer um sistema de indicadores sustentáveis regionais para o setor do transporte fluvial do Amazonas, a partir das embarcações mistas que navegam no trecho Manaus-Coari e Manaus-Parintins.

Com base nessa assertiva o projeto foi norteado a partir da indagação: é possível avaliar a sustentabilidade do transporte fluvial por meio da construção de um sistema de indicadores apropriados às questões amazônicas? Em função disso, esta tese ensejou contribuir para discussão do transporte fluvial na Amazônia Ocidental, mais especificamente, o transporte sustentável de passageiros e cargas, adotando a análise teórica aplicada à realidade, considerando ser essencial descrever a realidade para então conhecê-la.

Latour (1999) adverte que o pesquisador deve apreender, não só o que eles fazem, mas também como e por que o fazem. Desta forma, a descrição do movimento da rede de transporte fluvial no Amazonas foi considerada na pesquisa de maneira integrada, levando em conta todos os atores (passageiros, armadores, tripulantes e especialistas) e os aspectos não humanos (portos, trechos, regime hidrológico e embarcações) envolvidos, bem como as controvérsias desta rede. Um exemplo destas é a permanência deste transporte operando em uma região desafiadora como a Amazônia, sem subsídio do governo e regulamentação específica.

A descrição desta rede nos trechos especificados na pesquisa (Capítulo 1) necessitou de um resgate histórico sobre os primórdios da navegação no mundo e no país, onde se verificou que esse tipo de transporte é o mais utilizado na Amazônia, seja por razões de custos ou por questões culturais, sendo recorrido tanto para o transporte de pessoas quanto de cargas.

Em tempos pretéritos, com a chegada dos portugueses e o contato com os primeiros habitantes, a navegação fluvial ganhou impulso, abalizada pelo costume dos indígenas em se locomover entre rios no imenso território com o uso das ubás. Com o apogeu da borracha e a criação da Zona Franca de Manaus o uso deste tipo de transporte se intensificou, ampliou e melhorou significativamente para atender a grande circulação de pessoas e mercadorias.

No decorrer do tempo, nos trechos estudados, as embarcações passaram por transformações estruturais: as embarcações antes, prioritariamente, de madeira, hoje, possuem

casco de ferro, sendo mínimo o número de barcos de madeira no transporte da capital até as cidades de destino, ou seja, a tendência natural é que a embarcação de madeira seja substituída pela embarcação de ferro. Em função disso, os armadores que se propuseram a explorar a atividade, partindo da capital, nos dois trechos pesquisados, precisaram se adequar e oferecer com recursos próprios, a melhoria estrutural e de serviços em suas embarcações, visando proporcionar maior conforto e segurança às pessoas que utilizam esse modal, motivados, principalmente, pela concorrência, no caso de Parintins com barcos do Pará e de Coari, com barcos de Tefé.

Todas essas especificidades dos trechos foram consideradas quando se pretendeu elaborar um sistema de índices de sustentabilidade específico ao transporte fluvial que levasse em consideração os aspectos ambientais, econômicos e sociais, conforme tratado no Capítulo 2, no qual requereu uma revisão de literatura dos indicadores internacionais e nacionais mais utilizados na rede de transporte. No Brasil, a revisão teve como base os indicadores do IBGE, ANAC, ANTAQ e ANTT e outros trabalhos na área de transporte. Chamou à atenção à necessidade em agregar os indicadores em uma única medida, razão pela qual foi essencial estudar outros modelos de agregação.

A escolha de um método que agregasse as diferentes dimensões da sustentabilidade (Capítulo 2) partiu da análise dos principais modelos de agregação existentes, no caso específico: o Método de Análise Hierárquica – AHP e o PROMETHEE (*Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation*). Com base na metodologia destes modelos, verificou-se que o AHP e o PROMETHEE foram utilizados em *software* comerciais, de alto custo, onde as ponderações dos indicadores são feitas por especialistas e nem sempre há um consenso.

Desta forma, o modelo de agregação desta tese baseou-se nestes dois métodos e utilizou apoio de um *software* livre e as ponderações dos indicadores são obtidas diretamente dos dados. Para tal finalidade, foi necessário mensurar um parâmetro que refletisse a dimensão da sustentabilidade do setor de transporte fluvial no Amazonas, resultando no Índice de Sustentabilidade do Transporte Fluvial do Amazonas - ISTFAM, foco do Capítulo 3.

É importante frisar que o algoritmo desenvolvido para construção do ISTFAM encontra-se implementado em linguagem de Programação livre o que facilita, a baixo custo, o desenvolvimento de uma ferramenta para auxiliar no controle do serviço prestado por estas embarcações à sociedade. Para o cálculo do ISTFAM fez-se necessário gerar um peso de cada indicador, bem como um peso de cada aspecto, podendo assim ser elencados:

- Com relação ao peso dos aspectos, o maior foi dado ao aspecto social e dentro

deste, os indicadores que mais se destacaram foram: Condição de Trabalho, Segurança e Cortesia. O segundo aspecto com maior peso foi o Econômico e o maior peso dos indicadores foi atribuído ao Valor do Bem, Custo médio por passageiro e Custo por quilômetro percorrido, respectivamente. Por fim, no aspecto ambiental, os indicadores mais evidentes foram: Poluição Sonora, Qualidade da água das Torneiras e Bebedouros.

- Nos resultados dos aspectos por embarcação, a embarcação G obteve o melhor conceito no social; no aspecto ambiental, a embarcação F e, no aspecto econômico a embarcação D. Tais avaliações mostraram que nenhuma embarcação foi superior em todos os aspectos. No entanto, a embarcação H foi considerada a segunda melhor em todos os aspectos.

- No *ranking* final das embarcações, o ISTFAM considerou a embarcação G como a melhor avaliada, por obter um valor representativo no aspecto social, o qual engloba quesitos importantes relacionados diretamente ao bem-estar dos passageiros. Interessante registrar que a embarcação H foi a segunda em desempenho e obteve pontuação equilibrada nos três aspectos. O ISTFAM mostrou que o melhor índice de sustentabilidade é das embarcações de Parintins e as piores foram as embarcações de madeira, independente do trecho.

Os valores obtidos das embarcações neste trecho refletem o atual cenário do transporte fluvial no Amazonas. A falta de uma estrutura apropriada de portos, principalmente no porto de origem na cidade de Manaus é uma queixa recorrente por parte de passageiros e armadores, constituindo-se em uma das principais dificuldades do setor, problema este que somente poderá ser resolvido ou amenizado mediante a presença mais eficaz do Estado por meio da regulamentação do transporte fluvial no Amazonas. Vale ressaltar que, até o presente, o Amazonas não dispõe de uma agência de regulação dos transportes como existe no Pará.

Os pesos obtidos nos indicadores de cada aspecto mostraram-se satisfatórios aos resultados obtidos no *ranking* das embarcações, mostrando que os melhores *rankings* se referem às que mais se destacam, assim como os piores condizem igualmente às piores embarcações. Outrossim, podemos assegurar que o modelo conseguiu capturar a realidade do transporte no Amazonas.

Com efeito, a concepção desta tese defendeu que a sustentabilidade seja sopesada por um índice, pautado nas especificidades da Região, visando assegurar o bem-estar do homem e do ambiente, considerando, em equilíbrio seus três aspectos clássicos da sustentabilidade. Das análises pode-se concluir que o sistema não está em equilíbrio nos aspectos sociais, ambientais e econômicos necessitando considerar os aspectos político (participação do

Estado) e cultural (hábitos e costumes locais) para assegurar sua plenitude e, por conseguinte, garantir a sustentabilidade da rede.

Desse modo, recomenda-se que esta tese seja apenas o início de estudos para se pensar em um transporte fluvial sustentável, onde o ISTFAM pudesse ser empregado em outros trechos no estado do Amazonas.

REFERÊNCIAS

- ACSERALD, H. **Novas Premissas da Sustentabilidade Democrática**. v. 1. Rio de Janeiro: Fase, 1999.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Transportes aquaviários**. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em: 10 fev. 2015.
- ALEXANDRE, J.W.C.; ANDRADE, D.F.; VASCONCELOS, A.P.; ARAÚJO, A.M.S de. **Uma proposta de análise de um construto para medição dos fatores críticos da gestão pela qualidade por intermédio da teoria da resposta ao item**. *Gestão & Produção*, v.9, n.2, p. 129-141, ago. 2002.
- ANDERSON, T.W., 2003. **An Introduction to Multivariate Statistic Analysis third**. Ed. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey.
- ANDRADE, João Bosco Ladislau de. **Indicadores de Sustentabilidade aplicáveis à Gestão e Políticas Públicas para os Resíduos Sólidos Industriais: uma contribuição com foco no Polo Industrial de Manaus**. Manaus: Edua, 2014.
- ANNEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Bacia do Amazonas**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?id_area=105>. Acesso em: 22 set. 2015.
- ANTAQ. Agência Nacional de Transporte Aquaviário. **Relatório das Hidrovias Brasileiras: um novo tempo para as hidrovias**. Ministério dos Transportes, Brasília, 2008.
- _____. Resolução Nº 32344, de 09 de janeiro de 2014. **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: Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ, 2012.
- ANZANELLO, M.J.; FOGLIATTO, F.S. **Selecting the best clustering variables for grouping mass-customized products involving works` learning**. *International Journal of Production Economics*, 130 (2), 268-276, 2011.
- ARAÚJO, M. P. **Infraestrutura de Transporte e Desenvolvimento Regional: uma abordagem de equilíbrio geral inter-regional**. Tese de Doutorado da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ, Universidade de São Paulo - USP, Piracicaba, 2006.
- ARAÚJO, A.G. de; ALMEIDA, A. T. de. **Apoio à decisão na seleção de investimentos em petróleo e gás: uma aplicação utilizando o método PROMETHEE**. *Revista Gestão & Produção*, v. 16, n. 4, p. 534-543, São Carlos, outubro/dezembro, 2009.
- BECKER, B. **Geopolítica da Amazônia**. Conferência do Mês do Instituto de Estudos Avançados da USP proferida pela autora em 27 de abril de 2004. *Revista Estudos Avançados*, 19 (53), 2005.
- BENCHIMOL, S. **Navegação e Transporte na Amazônia**. Manaus: Edição reprográfica, 1995.

BERNARDES, Leandro Lopes. **Avaliação da qualidade do serviço de transporte rodoviário interestadual de passageiros através do desenvolvimento de um sistema de indicadores**. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Universidade de Brasília Brasília: UNB, 2006.

BEZERRA, E. B. **A busca de alternativas sustentáveis: a experiência da Fábrica de “Bacalhau” da Amazônia**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia. Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2014.

BOLFARINE, H.; BUSSAB, W. O. **Elementos de amostragem**. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

BOSSSEL, Hartmurt. **Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications**. Published by the International Institute for Sustainable Development, 1999. Disponível em: <<http://iisd.ca>>. Acesso em: 14 out. 2015.

BRANS, J.P. e MARESCHAL, B. (2005). **Multiple Criteria Decision Analysis – State of the Art Surveys**. Springer’s Internacional Series. PROMETHEE METHODS Chapter 5.

BRANS, J.P.; VINCKE, P. H.; MARESCHAL, B. **How to select and how to rank project: The Promethee method**. European J. Oper. Res., v. 24, p. 228-238, 1986.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil-ANAC. **Comitê Técnico Temporário-Regulação do Transporte Aéreo Regional**. Disponível em: <http://www2.anac.gov.br/arquivos/pdf/Ata_26_09.pdf>. Acesso em: 12 out. 2015.

_____. Agência Nacional de Transportes Terrestres-ANTT. **Resolução 1159, de 05 de outubro de 1995**. Disponível em: <<file:///C:/Users/Usuario/Documents/Tese%20estratificada%2029%2009%202015/Resolu%C3%A7%C3%A3o%20n%C2%BA%201159%C2%A0-%C2%A0Portal%20ANTT.html>>. Acesso em: 14 out. 2015.

_____. **Constituição Federal**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 11 dez. 2015.

_____. **Constituição da República Federativa do Brasil**. 37. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Comissão Nacional do Meio Ambiente. RESOLUÇÃO CONAMA, nº 001, de 08 de Março de 1990.

_____. Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Recursos Hídricos. **Caderno da Região Hidrográfica Amazônica**. Brasília: MMA, 2006.

_____. Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previstos no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8987cons.htm>. Acesso em: 22 dez. 2014.

_____. **Lei 10.233, de 5 de junho de 2001.** Dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte, a Agência Nacional de Transportes Terrestres, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários e o Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.portaltributario.com.br/legislacao/lei10233.htm>>. Acesso em: 22 dez. 2014.

BRASILEIRO, A. et. al. **Transporte no Brasil: história e reflexões.** Oswaldo Lima Neto (Coord.). Brasileira, DF: Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes / GEIPOT. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2001.

BUSSAB, W.O.; MORETTIN, P.A. **Estatística Básica.** 8. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

CALLÈDE, J. et. al. **De River Amazon Water Contribution to the Atlantic Ocean.** J. Water Sci., 23(3), 247-273, 2010.

CARVALHO, C.; FONSECA, N.; CASTRO, F. **Notas sobre a tecnologia de construção naval nos estaleiros navais portugueses do século XVI.** Projeto Reconstrução Virtual de uma Nau Quinhentista, 2006.

CARVALHO, H. de. **No mundo maravilhoso do folclore.** Rio de Janeiro, Tipografia Batista de Souza, 1966.

COÊLHO, L. M. **Uma síntese da História da Amazônia: uma visão didática.** Livraria Men'sana.

CORREA, M. de A. **Desenvolvimento de Indicadores de Sustentabilidade para a Gestão de Recursos Hídricos na UGRHI Tietê-Jacaré (SP).** Dissertação (mestrado). Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2007.

CUOCO, M. **Otimização da seleção e alocação de cargas em navios de contêineres.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Logísticos). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes. São Paulo, 2008.

DECLARAÇÃO UNIVERSAL DOS DIREITOS HUMANOS. Disponível em: <<http://www.tst.jus.br/web/70-anos-clt/historia>>. Acesso em: 11 dez. 2015.

DESIGN of Propulsion and Electric Power Generation Systems; autores = Hans Klein Woud e Douwe Stapersma; publicado por = IMarEST (Institute of Marine Engineering, Science and Technology); local = London/England/UK; ano = 2013 (reprint).

DROULERS, M. et. al. **DURAMAZ, um sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável na Amazônia.** Sustentabilidade em Debate. v. 2, n. 1, p. 165-186. Brasília, 2011.

DUARTE, R. C. D. S.; KUWAHARA, N.; ALENCAR, L. A. **Perspectiva Ergonômica para Embarcações do Estado do Amazonas.** In: XXIII CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, XXIII ANPET, Vitória, 2009.

EKINS, P. **Economic Growth and Environmental Sustainability**. London and New York: Routledge, 2000.

FARIA, S. F. S. **Transporte Aquaviário e a modernização dos portos**. São Paulo: Aduaneiras, 1998.

FERREIRA, M. A. C.; MOITA, M.H.V.; D'OTERO, J.C.P. **Proposição de indicadores de desempenho aplicado ao transporte aquaviário de passageiros na Região Amazônica**. XIV CONGRESO CHILENO DE INGENIERÍA DE TRANSPORTE. Universidad de Concepción, Concepción-Chile, 2009.

FILIZOLA, N.; GUYOT J. P.; MOLIER, M.; GUIMARÃES, V.; OLIVEIRA, E.; FREIRAS, M. **Caracterização hidrológica da bacia Amazônica**. Manaus: Ed. EDUA, 2000. p. 33-53.

FROTA, C. D. Segurança no Transporte Aquaviário de Passageiros no Estado do Amazonas: uma análise situacional. In: FREITAS, Aimberê; PORTUGAL, L. da S. (Orgs.). **Estudos de Transporte e Logística na Amazônia**. Manaus: Novo Tempo, 2006. p. 111-125.

FROTA, C. D. . **Gestão da Qualidade Aplicada às Empresas Prestadoras do Serviço de Transporte Hidroviário de Passageiros na Amazônia Ocidental: Uma Proposta Prática**. Tese (Doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes.

FURTADO, N. & KAWAMOTO, E. **Avaliação de Projetos de Transportes**. Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos. Departamento de Transportes, São Paulo, 2002.

GOMES, H.M.O. **Identificação e análise dos critérios de decisão na escolha de transporte de carga pelas indústrias do PIM**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional). Departamento de Economia e Análise. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional – PRODERE. Universidade Federal do Amazonas, 2009.

GOMES, L.F.A.M.; GOMES, C.F.S.; ALMEIDA, A.T. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério**. Rio de Janeiro: Atlas, 2002.

GOMES, M. M. de S.; SCHERER, E. F. O mundo do trabalho no cais do porto da Manaus Moderna: o carregador de bagagens e o trabalho precário. II Conferência do Desenvolvimento - CODE. **Anais do I Circuito de Debates Acadêmicos**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília/DF, 2011.

GONDIM, N. **A invenção da Amazônia**. São Paulo: Marco Zero, 1994.

GOUETTE, Anne (Org). **Indicadores de Nações: uma contribuição ao diálogo da Sustentabilidade**. São Paulo: WHH – Willis Harman House, 2007.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Amazonas**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=am>>. Acesso em: 22 set. 2015.

_____. **Indicadores de desenvolvimento sustentável.** Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Coordenação de Geografia. – Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

IPAAM – Instituto de Proteção Ambiental do Estado do Amazonas. **Relatório Estudo prévio de impacto ambiental para construção do Gasoduto Juruá/Urucu.** Manaus, 2008.

JOLLIFE, I.T. *Principal Components Analysis.* Second ed. Springer Series in Statistics. New York: Springer-Verlag New York, 2002.

JUSTEN FILHO, Marçal. **Concessões de Serviços Públicos.** São Paulo: Dialética, 1997.

KUWARARA, N. **Planejamento Integrado do Setor de Transporte de Carga na Amazônia:** Metodologia de Análise e Hierarquização de Alternativas de Investimentos em Infra-estrutura de Transportes. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2008.

_____. **Relatório Parcial do Projeto de Pesquisa intitulado Pesquisa e Desenvolvimento de Projetos de Embarcações Regionais na Amazônia.** Projeto apoiado pelo fundo CTAQUAVIÁRIO / Edital MCT/CNPq/CT-Aquaviário nº 08/2009 - Transporte Aquaviário e Construção Naval. Número do processo no CNPq: 557131/2009-0, Manaus, 2011.

LAGENDIJK, A; CORNFORD, J. **Regional institutions and knowledge** – tracking new forms of regional development policy. *Geoforum*, 31, 2000, p. 209-218.

LATOUR, B. **La clef de Berlin et autres leçons d'un amateur de sciences.** Paris: La Découvert.1993.

_____. **Ciência em Ação.** Como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. Tradução de Ivone C. Benedetti. São Paulo: UNESP, 2000b.

_____. **On recalling ANT.** In: Law, John e Hassard, John (eds.). *Actor Network Theory and after.* Oxford: Blackwell, 1999b.

_____. **When things strike back:** a possible contribution of “science studies” to the social sciences. *British Journal of Sociology.* v. 51. Issue 1(Jan./Mar. 2000). Pp. 107-123, London School of Economics, London, 2000a.

_____. **A Esperança de Pandora.** Tradução de Gilson C. C. de Sousa, Bauru: UDESC, 2001.

_____. **Reagregando o Social:** Uma introdução à Teoria do Ator-Rede. Trad. Gilson César Cardoso de Sousa. Salvador/Bauru:Edufba/Edusc, 2012, 399p.

LATOUR, Bruno e Steve WOOLGAR. **La vie de Laboratoire:** la production des faits scientifiques. Tradução de Michel Biezunski, Paris: La Découvert, 1996.

LAW, John e HASSARD, John (eds.). **Actor Network Theory and after.** Oxford: Blackwell, 1999.

LEFF, E. **Racionalidade Ambiental**: a reapropriação social da natureza. Trad. Luís Carlos Cabral. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

LOPES, Y. G.; ALMEIDA, A.T. **PROMETHEE-S: um método de sobreclassificação para apoio multicritério a decisão em situação de incerteza**. XLVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Salvador: set. 2014, p. 525-536.

LOUREIRO, A. J. S. **História da navegação no Amazonas**. Manaus: Gráfica Lorena Ltda., 2007.

LUNDIN, Margareta. **Assessment of the Environmental Sustainability of Urban Water Systems**. Department of Technical Environmental Planning, Charlmers University of Technology, Goteborg, Sweden, 1999.

MACLAREN, V. W. **Urban Sustainability reporting**. Journal of the American Planning Association. Chicago, v. 62, n. 2, p. 184-202.

MANLY, B. J. F. **Métodos estatísticos multivariados**: uma introdução. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

MARCHAND, G.; TOURNEAU, F.-M. Le. **O desafio de medir a sustentabilidade na Amazônia: os principais indicadores mundiais e a sua aplicabilidade ao contexto amazônico**. In: VIEIRA, I. C. G.; TOLEDO, P. M. de; SANTOS JUNIOR, R. A. (Orgs.). *Ambiente e Sociedade na Amazônia: uma abordagem interdisciplinar*. Rio de Janeiro: Garamond, 2014.

MARINS F.A.S.; PEREIRA, M.S.; BALDERRAIN M.C.N e URBINA L.M.S. **Métodos de tomada de decisão com múltiplos critérios**: aplicações na indústria aeroespacial. Blucher Acadêmico. São Paulo: 2010.

MARTINS, M. de F. **Índice de Sustentabilidade para a Amazônia (ISA): modelo de monitoramento da sustentabilidade a partir de indicadores e critérios de análise**. In: VIEIRA, I. C. G.; TOLEDO, P. M. de; SANTOS JUNIOR, R. A. (Orgs.). *Ambiente e Sociedade na Amazônia: uma abordagem interdisciplinar*. Rio de Janeiro: Garamond, 2014.

MEYER, Paul. **Probabilidade Aplicações a Estatística**. 2. ed. Editora LTC, 2011.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCT. **Diretrizes estratégicas do fundo setorial de desenvolvimento científico e tecnológico do setor de transporte terrestres e hidroviários**. Brasília: CT Transportes, 2002.

MORAES, R. **Na planície Amazônica**. 1960.

NASSI, S.G.R.Q.C. e NASSI, C. D. **Uma Aplicação Multicritério na Avaliação das Prioridades de Investimentos em Infraestrutura de Transportes no Brasil**. Rede Ibero Americana de Estudos em Polos Geradores de Viagem. Disponível em: <http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php/pt-BR/producao-da-rede/artigos-cientificos/2014>.

NAVEGAÇÃO regional e sua importância. 24 ago. 2015. Disponível em:

<<http://www.portodemanaus.com.br/>>_Acesso: 23 jul. 2015.

NAZARÉ, R. F.. **A globalização, o transporte e a Amazônia brasileira**. Belém: CEJUP, 2001.

NOGUEIRA, R. J. B. **Caminhos que marcham: o transporte fluvial na Amazônia**. In: OLIVA, J. A. B. de. Cenário atual do transporte hidroviário brasileiro. In: 5º SEMINÁRIO INTERNACIONAL EM LOGÍSTICA AGROINDUSTRIAL. **O Transporte Hidroviário (Fluvial e Cabotagem) de Granéis Agrícolas**. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/portal/pdf/palestras/Mar0817PiracicabaAlexOliva.pdf>> Acesso em: set. 2015.

OECD. **Motor vehicle pollution: reduction strategies beyond 2010**. Paris, 1995.

OLIVEIRA, J. A. de. **Manaus de 1920-1967: a cidade doce e dura em excesso**. Manaus: Valer, EDUA, 2003.

OLIVEIRA NETO, Geraldo Cardoso de; LIBRANTZ, André Henriques; SOUSA, Washington Carvalho de. Logistic operator selection with capacity of storage and transport frozen product using multicriteria Decision. In: **Advances in Production Management Systems. Innovative and Knowledge-Based Production Management in a Global-Local World**. Springer Berlin Heidelberg, p. 379-386, 2014.

OLSON, D.L. *Decision aids for selection problems*. Springer-Verlag, 1996.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. RFoundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2008 Disponível em: <http://www.R-project.org>.

REVISTA TERRA DAS ÁGUAS. Núcleo de Estudos Amazônicos do Centro de Estudos Avançados Multidisciplinares da Universidade de Brasília. Brasília: vol. 1, nº 2, segundo semestre de 1999.

SACHS, I. **Desenvolvimento: incluyente, sustentável, sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

SAATY, T. L. **How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process**. European Journal of Operational Research, 48, 1990, p. 9 – 26.

_____. **Método de análise hierárquica**. Tradução e revisão técnica Wainer da Silveira e Silva. São Paulo: McGraw-Hill Makron, 1991.

_____. **Decision making with the analytic hierarchy process**. International Journal of Services Sciences, v.1, n. 1, p. 83-98, 2008.

SANTOS, F. J. dos. **História Geral do Amazonas**. Manaus, 2007.

SANTOS, R. A. de O. **História Econômica da Amazônia**. São Paulo: T. A. Queiróz, 1980.

SCHERER, Elenise. **Baixas nas carteiras: desemprego e trabalho precário na Zona Franca de Manaus**. Manaus: EDUA, 2005.

SCHOR, T. **Ciência e tecnologia: uma interpretação da pesquisa na Amazônia: o caso do experimento de grande escala da biosfera-atmosfera na Amazônia (LBA)**. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental). Programa de Pós-graduação em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo, 2005.

SECRETARIA DE PORTOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA-SEP. **Cooperação Técnica para apoio à SEP/PR no Planejamento do Setor Portuário Brasileiro e na Implantação dos Projetos de Inteligência Logística Portuária. Plano Mestre Porto de Manaus**. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Fundação de Ensino de Engenharia de Santa Catarina – FEESC. Laboratório de Transportes e Logística – LABTRANS. Florianópolis, 2013.

SUDAM – Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia. **Legislação**. DECRETO-LEI Nº 291 DE 28.02.1967. Disponível em: <<http://www.sudam.gov.br/legislacao>>. Acesso em: 23 set. 2015.

SUFRAMA – Superintendência da Zona Franca de Manaus. **Amazônia Ocidental**. Disponível em: <<http://www.suframa.gov.br/invest/zona-franca-de-manaus-amazonia-ocidental.cfm>>. Acesso em: 25 set. 2015.

STAHEL, A. W. Capitalismo e entropia: os aspectos ideológicos de uma contradição e a busca de alternativas sustentáveis. In: CAVALCANTI, Clóvis (Org.). **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. São Paulo: Cortez, 1995.

STEINLEY, D.; BRUSCO, M.J. 2008b. **A new variable weighting and selection procedure for K-means cluster analysis**. *Multivariable Behavioral Research* 43 (1), 77-108.

STIGLITZ-SEM-FITOUSSI. **Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress**. Paris, 2009. Disponível em: <<http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr>>.

TAPAJÓS, D.R. **Modelo de indicadores de sustentabilidade aplicável a hidrovias na Amazônia - MISAHA**. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, 2002.

TELES, Adonai; JOIA, Luiz Antonio. Inoinclusão em pirai digital: evidências empíricas a partir da teoria ator-rede. **Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação**. v. 9, nº 2, May/Aug., 2012, p. 369-390. Disponível em: <<http://www.jistem.fea.usp.br/index.php/jistem/article/view/10.4301%252FS1807-17752012000200009/314>>. Acesso em: 5 jan. 2016.

THECNA – Transporte Hidroviário e Construção Naval na Amazônia. **Diagnóstico e proposição para o Desenvolvimento Sustentável**. Relatório executivo (agosto–novembro/2007). Universidade Federal do Amazonas & Universidade Federal do Rio de Janeiro. Manaus, 2008.

TOCANTINS, L. **O rio comanda a vida: uma interpretação da Amazônia**. 9. ed. Manaus: Valer/Edições governo do estado, 2000.

- TUAN, Yi-Fu. **Espaço e lugar**. Tradução de Livia de Oliveira. São Paulo: Difel, 1983.
_____. **Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente**. Tradução de Livia de Oliveira. São Paulo: Difel, 1980.
- UGARTE, A. S. **Sertões de Bárbaros: o mundo natural e as sociedades indígenas da Amazônia na visão dos cronistas ibéricos (Século XVI-XVII)**. Manaus: Valer, 2009.
- VAN BELLEN H. M. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2007.
- VAN DER DUIM, R. Tourismscapes an actor-network perspective. In: **Annals of Tourism Research**, 34, 2007. p. 961–976.
- VEIGA, J. E. Indicadores de Sustentabilidade. **Revista Estudos Avançados**, 24 (68), 2010. p. 39-52.
- VINCKE, P. **Multicriteria decision-aid**. Londres: John Wiley & Sons, 1992.
- XARXA. **Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat**. Sistema Municipal d'Indicadors de sostenibilitat. Diputació Barcelona. Direção do projeto: Vicenç Sureda, 2000.
- WINTREBERT, R. *Mesurer le bonheur: des indicateurs pertinentes pour la France?* Documents de travail de la Fondation.

GLOSSÁRIO

Armador – Proprietário da embarcação.

Linhas de Fora – Trabalhadores de embarque e desembarque de carga.



Armados – Tripulantes obrigatórios das embarcações exigidos pela Marinha.



Ribeirinho – Denominação de quem habita próximo às margens do rio.

Cábrea – Espécie de guindaste ou máquina usada para levantar grandes pesos, sendo muito usada nos portos.

ANEXOS

Anexo 1 - FORMULÁRIOS 1

 <p>Universidade Federal do Amazonas Centro de Ciências do Ambiente Doutorado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia</p> <p>PESQUISA SOBRE O TRANSPORTE FLUVIAL NA AMAZÔNIA (2014-2015)</p> <p>FORMULÁRIO DE QUESTÕES - I</p> <p>ARMADOR</p>	 <p>PPG/CASA</p>																				
	IDENTIFICAÇÃO E CONTROLE																				
Nº do formulário <input type="text"/> Data <input type="text"/> (IS) Hora saída / chegada <input type="text"/> Trecho: Manaus/ <input type="text"/> Nome da Embarcação <input type="text"/>																					
PERFIL DO AMADOR																					
1 Nome: <input type="text"/>																					
2 Idade: <input type="text"/>																					
3 Grau de instrução: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Fundamental incompleto</td> <td><input type="checkbox"/> Fundamental completo</td> <td><input type="checkbox"/> Médio incompleto</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Médio completo</td> <td><input type="checkbox"/> Superior incompleto</td> <td><input type="checkbox"/> Superior completo</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Pós-grad. incompleta</td> <td><input type="checkbox"/> Pós-grad. completa</td> <td><input type="checkbox"/> Sem instrução</td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/> Fundamental incompleto	<input type="checkbox"/> Fundamental completo	<input type="checkbox"/> Médio incompleto	<input type="checkbox"/> Médio completo	<input type="checkbox"/> Superior incompleto	<input type="checkbox"/> Superior completo	<input type="checkbox"/> Pós-grad. incompleta	<input type="checkbox"/> Pós-grad. completa	<input type="checkbox"/> Sem instrução											
<input type="checkbox"/> Fundamental incompleto	<input type="checkbox"/> Fundamental completo	<input type="checkbox"/> Médio incompleto																			
<input type="checkbox"/> Médio completo	<input type="checkbox"/> Superior incompleto	<input type="checkbox"/> Superior completo																			
<input type="checkbox"/> Pós-grad. incompleta	<input type="checkbox"/> Pós-grad. completa	<input type="checkbox"/> Sem instrução																			
4 Cidade de Origem: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Manaus</td> <td><input type="checkbox"/> Coari</td> <td><input type="checkbox"/> Parintins</td> <td>Outra: <input type="text"/></td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/> Manaus	<input type="checkbox"/> Coari	<input type="checkbox"/> Parintins	Outra: <input type="text"/>																
<input type="checkbox"/> Manaus	<input type="checkbox"/> Coari	<input type="checkbox"/> Parintins	Outra: <input type="text"/>																		
5 Cidade que reside: <input type="text"/>																					
6 Quantas embarcações possuem nessa linha: <input type="text"/>																					
7 Essa embarcação é própria? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>																					
8 Tempo de trabalho neste trecho com essa embarcação <input type="text"/>																					
9 Possui outro trabalho com renda? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Qual? <input type="text"/>																					
10 Nível de satisfação com o transporte misto: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td>Ótimo <input type="checkbox"/></td> <td>Bom <input type="checkbox"/></td> <td>Regular <input type="checkbox"/></td> <td>Ruim <input type="checkbox"/></td> <td>Péssimo <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Ótimo <input type="checkbox"/>	Bom <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Ruim <input type="checkbox"/>	Péssimo <input type="checkbox"/>															
Ótimo <input type="checkbox"/>	Bom <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Ruim <input type="checkbox"/>	Péssimo <input type="checkbox"/>																	
11 Nível de satisfação com o terminal: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td>Ótimo <input type="checkbox"/></td> <td>Bom <input type="checkbox"/></td> <td>Regular <input type="checkbox"/></td> <td>Ruim <input type="checkbox"/></td> <td>Péssimo <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Ótimo <input type="checkbox"/></td> <td>Bom <input type="checkbox"/></td> <td>Regular <input type="checkbox"/></td> <td>Ruim <input type="checkbox"/></td> <td>Péssimo <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Ótimo <input type="checkbox"/></td> <td>Bom <input type="checkbox"/></td> <td>Regular <input type="checkbox"/></td> <td>Ruim <input type="checkbox"/></td> <td>Péssimo <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Ótimo <input type="checkbox"/></td> <td>Bom <input type="checkbox"/></td> <td>Regular <input type="checkbox"/></td> <td>Ruim <input type="checkbox"/></td> <td>Péssimo <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Ótimo <input type="checkbox"/>	Bom <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Ruim <input type="checkbox"/>	Péssimo <input type="checkbox"/>	Ótimo <input type="checkbox"/>	Bom <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Ruim <input type="checkbox"/>	Péssimo <input type="checkbox"/>	Ótimo <input type="checkbox"/>	Bom <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Ruim <input type="checkbox"/>	Péssimo <input type="checkbox"/>	Ótimo <input type="checkbox"/>	Bom <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Ruim <input type="checkbox"/>	Péssimo <input type="checkbox"/>
Ótimo <input type="checkbox"/>	Bom <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Ruim <input type="checkbox"/>	Péssimo <input type="checkbox"/>																	
Ótimo <input type="checkbox"/>	Bom <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Ruim <input type="checkbox"/>	Péssimo <input type="checkbox"/>																	
Ótimo <input type="checkbox"/>	Bom <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Ruim <input type="checkbox"/>	Péssimo <input type="checkbox"/>																	
Ótimo <input type="checkbox"/>	Bom <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Ruim <input type="checkbox"/>	Péssimo <input type="checkbox"/>																	
12 Com qual frequência no mês viaja na embarcação? <input type="text"/>																					
14 Quantas escalas fixas a embarcação realiza até o destino final? <input type="text"/>																					
15 Tempo médio de permanência nos terminais <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td>Escala 1: <input type="text"/></td> <td>Tempo médio de permanência no terminal <input type="text"/></td> <td>Valor: <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Escala 2: <input type="text"/></td> <td>Tempo médio de permanência no terminal <input type="text"/></td> <td>Valor: <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Escala 3: <input type="text"/></td> <td>Tempo médio de permanência no terminal <input type="text"/></td> <td>Valor: <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Escala 4: <input type="text"/></td> <td>Tempo médio de permanência no terminal <input type="text"/></td> <td>Valor: <input type="text"/></td> </tr> </table>		Escala 1: <input type="text"/>	Tempo médio de permanência no terminal <input type="text"/>	Valor: <input type="text"/>	Escala 2: <input type="text"/>	Tempo médio de permanência no terminal <input type="text"/>	Valor: <input type="text"/>	Escala 3: <input type="text"/>	Tempo médio de permanência no terminal <input type="text"/>	Valor: <input type="text"/>	Escala 4: <input type="text"/>	Tempo médio de permanência no terminal <input type="text"/>	Valor: <input type="text"/>								
Escala 1: <input type="text"/>	Tempo médio de permanência no terminal <input type="text"/>	Valor: <input type="text"/>																			
Escala 2: <input type="text"/>	Tempo médio de permanência no terminal <input type="text"/>	Valor: <input type="text"/>																			
Escala 3: <input type="text"/>	Tempo médio de permanência no terminal <input type="text"/>	Valor: <input type="text"/>																			
Escala 4: <input type="text"/>	Tempo médio de permanência no terminal <input type="text"/>	Valor: <input type="text"/>																			

 UFAM	Universidade Federal do Amazonas Centro de Ciências do Ambiente Doutorado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia	 PPG/CASA
CARACTERIZAÇÃO DA EMBARCAÇÃO		
16 (IA) Idade da embarcação: <input type="text"/>	17 Comprimento da embarcação (m): <input type="text"/>	
18 Tipo de motor: <input type="text"/>	19 Potência do motor (HP): <input type="text"/>	
20 Calado da embarcação <input type="text"/>	21 Velocidade da embarcação em km/h: <input type="text"/>	
22 Existe manutenção planejada para a embarcação? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>		
Qual periodicidade: Anual <input type="checkbox"/> Mensal <input type="checkbox"/> Por viagem <input type="checkbox"/>		
24 (IA) Tipo de casco: Madeira <input type="checkbox"/> Aço <input type="checkbox"/> Alumínio <input type="checkbox"/> Misto <input type="checkbox"/> Outros <input type="checkbox"/>		
25 Tamanho da "Boca": <input type="text"/>	26 Arqueação Bruta (AB): <input type="text"/>	
27 Pontal (m): <input type="text"/>		
28 (IA) Equipamentos de navegação: <input type="text"/>		
29 Número de camarotes: <input type="text"/>	30 Número de banheiros: <input type="text"/>	
31 Número de converses: <input type="text"/>		
32 Áreas climatizadas Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Qual? <input type="text"/>		
33 Areas de lazer Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Qual? <input type="text"/>		
34 Possui frigorífico? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>		
35 Número de extintores <input type="text"/>	36 Número de botes <input type="text"/>	
37 Número de coletes <input type="text"/>		
38 Número de bóias <input type="text"/>		
39 Existe orientação informativa cartaz, vídeo, panfleto sobre a adequação do lixo? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>		
Quais: <input type="text"/>		
41 Capacidade total de passageiros: <input type="text"/>		
42 Capacidade de carga transportada <input type="text"/>		
43 Teve algum momento que a embarcação parou de funcionar? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>		
Quais? <input type="text"/>		
44 (IS) Existe algum momento do ano que há mudança de rota ou não fazem a viagem por algum motivo (serviço é contínuo e sem interrupção) Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>		
Qual período do ano? <input type="text"/>		
Motivo: <input type="text"/>		
45 Tem algum registro de funcionamento? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>		
QUAL? <input type="text"/>		
46 Quantos funcionários trabalham na embarcação? <input type="text"/>		
47 Trabalham de carteira assinada? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>		
Quais funções <input type="text"/>		
48 Quais os colaboradores que a marinha exige <input type="text"/>		



VIAGEM

50 Quantas viagens são feitas por semana: _____

51 (IS) Número de horas por deslocamento _____

52 (IS) Número de viagens realizadas por ano _____

53 Como é cobrada a carga: Volume Peso Quantidade Outros

54 Existe alguma diferença de preço da carga no decorrer do ano: Sim Não
 Por quê? _____

55 Quantidade média de carga transportada _____

56 Valor médio da carga transportada _____

57 Quantidade transportada de carga _____

58 Valor da carga transportada _____

59 (IE) Preço da passagem: Rede: _____ Cam _____ Re _____ Cam _____

60 Quantidade média de passageiros embarcados: _____

61 Valor médio dos passageiros embarcados _____

62 Quantidade de passageiros embarcados: _____

63 Valor dos passageiros embarcados _____

64 (IS) Número de viagens não iniciadas e viagens interrompidas: _____

65 (IS) Existe desconto ou diferença nas tarifas para passageiros Sim Não
 Quais? _____

66 Número de camarotes vendidos _____

67 Existe instrução sobre procedimentos e dispositivo de segurança, em cada viagem (vídeo e/ou panfleto)?
 Sim Não Qual: _____

69 Venda das passagens: Embarcação Porto de Manaus Manaus Moderna

70 Quais os entraves (dificuldades) que afetam para um melhor desempenho:
 Escassez de recursos humanos Precariedade do sist. de transporte
 Carência de conhecimento técnico Falta de apoio do governo
 Falta de regulamentação Concorrência desleal
 Incentivo do diesel Outros _____

71 (IE) Custo combustível: _____ **72** (IE) Faturamento da viagem: _____

73 (IE) Custo com terminal: _____ (IE) Custo com Alimentação: _____

74 (IE) Custo empregados: _____ (IE) Custo com Manutenção: _____

75 Paga taxa? Sim Não Qual valor: R\$ _____

76 Qual o período de maior movimentação de carga e passageiro? _____

77 Existe lugar apropriado para o lixo na embarcação? Sim Não

78 (IE) Despesas _____ **79** (IE) Lucro _____

80 (IA) Quantidade de combustível gasto por trecho:
 Seca Enchente Cheia Vazante

81 (IE) Valor do Barco _____



Universidade Federal do Amazonas
 Centro de Ciências do Ambiente
 Doutorado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia



PPG/CASA

FORMULÁRIO DE QUESTÕES - II		PERFIL DO TRIPULANTE		
TRIPULANTES	1	Idade	<input type="text"/>	
	2	Sexo	<input type="text"/>	
	3	(IS) Grau de instrução:		
		<input type="checkbox"/> Fundamental incompleto	<input type="checkbox"/> Fundamental completo	<input type="checkbox"/> Médio incompleto
		<input type="checkbox"/> Médio completo	<input type="checkbox"/> Superior incompleto	<input type="checkbox"/> Superior completo
		<input type="checkbox"/> Pós-grad. incompleta	<input type="checkbox"/> Pós-grad. completa	<input type="checkbox"/> Sem instrução
	4	Cidade onde reside:	<input type="text"/>	
	5	Cidade de origem:	<input type="text"/>	
	6	Qual sua função na embarcação	<input type="text"/>	
	7	Trabalham de carteira assinada?	Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>	
	8	Quantas horas desenvolve essa atividade?	<input type="text"/>	
	9	(IS) Fez algum curso para estar nessa função?	Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>	
		Quais?	<input type="text"/>	
	10	Satisfação trabalho da tripulação:	Ótimo <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Péssimo <input type="checkbox"/>	
	11	Salário do tripulante:	<input type="text"/>	
	12	Quanto tempo na função?	<input type="text"/>	



UFAM

Universidade Federal do Amazonas

Centro de Ciências do Ambiente

Doutorado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia



PPG/CASA

FORMULÁRIO DE QUESTÕES - III

PASSAGEIROS

PERFIL DO PASSAGEIRO

1 Idade 2 Sexo

3 Grau de instrução:

 Fundamental incompleto Fundamental completo Médio incompleto

 Médio completo Superior incompleto Superior completo

 Pós-grad. incompleta Pós-grad. completa Sem instrução
4 Cidade onde reside: 5 Cidade de origem:

6 (IS) Como você avalia os seguintes serviços de transporte?

Preço	Ótimo <input type="checkbox"/>	Bom <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Ruim <input type="checkbox"/>	Péssimo <input type="checkbox"/>
Alimentação	Ótimo <input type="checkbox"/>	Bom <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Ruim <input type="checkbox"/>	Péssimo <input type="checkbox"/>
Conforto	Ótimo <input type="checkbox"/>	Bom <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Ruim <input type="checkbox"/>	Péssimo <input type="checkbox"/>
Higiene	Ótimo <input type="checkbox"/>	Bom <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Ruim <input type="checkbox"/>	Péssimo <input type="checkbox"/>
Pontualidade	Ótimo <input type="checkbox"/>	Bom <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Ruim <input type="checkbox"/>	Péssimo <input type="checkbox"/>
Cortesia	Ótimo <input type="checkbox"/>	Bom <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Ruim <input type="checkbox"/>	Péssimo <input type="checkbox"/>
Regularidade	Ótimo <input type="checkbox"/>	Bom <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Ruim <input type="checkbox"/>	Péssimo <input type="checkbox"/>
Segurança	Ótimo <input type="checkbox"/>	Bom <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Ruim <input type="checkbox"/>	Péssimo <input type="checkbox"/>
Terminal	Ótimo <input type="checkbox"/>	Bom <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Ruim <input type="checkbox"/>	Péssimo <input type="checkbox"/>

7 Quanto você se sente encomodado com o barulho da embarcação

Muito Pouco Não faz diferença

8 Qual o motivo da viagem?

Assuntos pessoais Trabalho Lazer Estudos Saúde Negócios Compras Outros 9 Tipo de acomodação escolhida: Rede Camarote 10 Número de furto interno:

11 (IS) A embarcação cumpre as regras no que tange à legislação de desconto (idosos, crianças e portadores de deficiência) ?

Sim Não

12 Frequência de viagens realizadas pelo entrevistado:



1 vez por semana 1 vez por mês 1 vez a cada 6 meses 1 vez por ano Outros

13 Você considera o tempo de viagem

Muito rápido Rápido Médio Lento Muito lento 14 Hábito de dormir: Só na rede Só na cama Nos dois Outros 15 (IE) Preço da passagem: Rede Camarote 16 Cargas (número de volumes) Pequeno Médio Grande 17 Preço da carga: Pequeno Médio Grande

18 Indique os principais problemas:

Com a embarcação Com os terminais Com a viagem

 UFAM	Universidade Federal do Amazonas Centro de Ciências do Ambiente Doutorado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia	 PPG/CASA
Questionário complementar		
1	Qual o destino final do óleo?	<input type="text"/>
2	Existe algum furo neste trecho? Qual? Quanto tempo ele reduz no período na cheia?? Qual parte do trecho?	_____
3	Como funciona a coleta da água que vem do rio e do bebedouro?	_____
4	Paga-se algum imposto como IPTU??	_____
5	Qual horário chega em Codajás ou Itacoatiara? E quanto tempo fica?	
6	Quantas horas para subir e descer o rio?	

Anexo 2 - ALGORÍTMO

##ALGORÍTMO PARA OBTENÇÃO DOS ÍNDICES DE SUSTENTABILIDADE

início da leitura dos dados

```
social=read.table("social.txt",h=T)
ambiental=read.table("ambiental.txt",h=T)
economico=read.table("economico.txt",h=T)
```

calculando os índices pelo coeficiente de variação

```
### obtencao dos pesos para composicao do Indice Social #####
Indice=function(social,ambiental,economico){
cv.social=sqrt(diag(cov(social)))/colMeans(social)
cont.comp.var.social=matrix(0,ncol(social),ncol(social)) # matrix de contribuições
cp.social=prcomp(social,sacle=T)
dp=cp.social$sdev # desvio padrao do componente principal
cont.comp.var.social=as.matrix(abs(cp.social$rotation))
importancia.social=(cv.social)%*%t(cont.comp.var.social)
pesos.import.social=importancia.social/sum(importancia.social)
pesos.import.social
#pesos de importância para os indicadores sociais
```

```
### obtencao dos pesos para composicao do Indice Ambiental
cv.ambiental=sqrt(diag(cov(ambiental)))/colMeans(ambiental)
cont.comp.var.ambiental=matrix(0,ncol(ambiental),ncol(ambiental)) # matrix de contribuições
cp.ambiental=prcomp(ambiental,sacle=T)
dp=cp.ambiental$sdev # desvio padrao do componente principal
cont.comp.var.ambiental=as.matrix(abs(cp.ambiental$rotation))
importancia.ambiental=(cv.ambiental)%*%t(cont.comp.var.ambiental)
pesos.import.ambiental=importancia.ambiental/sum(importancia.ambiental)
```

```
pesos.import.ambiental
```

```
#pesos de importância para os indicadores ambientais
```

```
### obtenção dos pesos para composição do Índice Econômico ###
```

```
cv.economico=sqrt(diag(cov(economico)))/colMeans(economico)
```

```
cont.comp.var.economico=matrix(0,ncol(economico),ncol(economico)) #matrix de contribuições
```

```
cp.economico=prcomp(economico,sacle=T)
```

```
dp=cp.economico$sdev # desvio padrao do componente principal
```

```
cont.comp.var.economico=as.matrix(abs(cp.economico$rotation))
```

```
importancia.economico=(cv.economico)%*%t(cont.comp.var.economico)
```

```
pesos.import.economico=importancia.economico/sum(importancia.economico)
```

```
pesos.import.economico
```

```
#pesos de importância para os indicadores ambientais
```

```
## obtenção dos índices de Sustentabilidade
```

```
p.social=as.vector(pesos.import.social) #peso indicadores social
```

```
p.ambiental=as.vector(pesos.import.ambiental) #peso indicadores social
```

```
p.economico=as.vector(pesos.import.economico) #peso indicadores social
```

```
social.pad=matrix(0,nrow(social),ncol(social))
```

```
media.social=as.vector(colMeans(social))
```

```
sd.social=as.vector(sqrt(diag(cov(social))))
```

```
ambiental.pad=matrix(0,nrow(ambiental),ncol(ambiental))
```

```
media.ambiental=as.vector(colMeans(ambiental))
```

```
sd.ambiental=as.vector(sqrt(diag(cov(ambiental))))
```

```
economico.pad=matrix(0,nrow(economico),ncol(economico))
```

```
media.economico=as.vector(colMeans(economico))
```

```
sd.economico=as.vector(sqrt(diag(cov(economico))))
```

###Cálculo do índice de sustentabilidade social por barco###

```

-----
for(j in 1:ncol(social))
{
  for(b in 1:nrow(social))
  {
    social.pad[b,j]=(-social[b,j]+media.social[j])/sd.social[j]
  }
}
I.social.barco=social.pad%%p.social
#I.social.barco
IS.Social=trunc(4*( (I.social.barco + abs(min(I.social.barco))) / (max(I.social.barco) +
abs(min(I.social.barco)))) + 1
-----

```

###cálculo do índice de sustentabilidade ambiental por barco###

```

-----
for(j in 1:ncol(ambiental))
{
  for(b in 1:nrow(ambiental))
  {
    ambiental.pad[b,j]=(-ambiental[b,j]+media.ambiental[j])/sd.ambiental[j]
  }
}
I.ambiental.barco=ambiental.pad%%p.ambiental
#I.ambiental.barco
IS.Ambiental=trunc( 4*( (I.ambiental.barco + abs(min(I.ambiental.barco))) /
(max(I.ambiental.barco) + abs(min(I.ambiental.barco)))) ) + 1
-----

```

###cálculo do índice de sustentabilidade econômica por barco###

```

-----
for(j in 1:ncol(economico))

```

```

{
  for(b in 1:nrow(economico))
  {
    economico.pad[b,j]=(-economico[b,j]+media.economico[j])/sd.economico[j]
  }
}

I.economico.barco=economico.pad%%p.economico
#I.economico.barco

IS.Economico=trunc(4*( (I.economico.barco + abs(min(I.economico.barco))) /
(max(I.economico.barco) + abs(min(I.economico.barco)))) + 1
-----

##cálculo do ISTFAM##
-----

IS.Social.1=(4*( (I.social.barco + abs(min(I.social.barco))) / (max(I.social.barco) +
abs(min(I.social.barco)))) + 1
IS.Ambiental.1=( 4*( (I.ambiental.barco + abs(min(I.ambiental.barco))) /
(max(I.ambiental.barco) + abs(min(I.ambiental.barco)))) ) + 1
IS.Economico.1=(4*( (I.economico.barco + abs(min(I.economico.barco))) /
(max(I.economico.barco) + abs(min(I.economico.barco)))) + 1
IS1=cbind(IS.Social.1,IS.Ambiental.1,IS.Economico.1)

IS=cbind(I.social.barco,I.ambiental.barco,I.economico.barco)
cv.IS=sqrt(diag(cov(IS)))/colMeans(IS)
cont.comp.var.IS=matrix(0,ncol(IS),ncol(IS)) # MATRIX DE CONTRIBUICOES EM
CADA CP do índice
cp.IS=prcomp(IS,scale=T)
dp.IS=cp.IS$sdev # desvio padrao do componente principal do Indice
cont.comp.var.IS=as.matrix(abs(cp.IS$rotation))
importancia.IS=(cv.IS)%%t(cont.comp.var.IS)
pesos.import.IS=importancia.IS/sum(importancia.IS)

IS.barco=t((pesos.import.IS)%%t(cbind(I.social.barco,I.ambiental.barco,I.economico.barco)
))

```

```

#IS.global=mean(as.vector((IS.barco)))
IS.Barco=trunc(4*( (IS.barco + abs(min(IS.barco))) / (max(IS.barco) + abs(min(IS.barco))))
+ 1
Indice.Sustentabilidade=list(peso.Social=pesos.import.social,
peso.Ambiental=pesos.import.ambiental,peso.Economico=pesos.import.economico,Indice.Su
stentabilidade.S.A.E=IS,peso.aspectos.S.A.E=pesos.import.IS,Indice.Sustentabilidade.Barco=
IS.barco)
#Indice.Sustentabilidade=list(peso.Social=pesos.import.social,
peso.Ambiental=pesos.import.ambiental,peso.Economico=pesos.import.economico,Indice.Su
stentabilidade.S.A.E=IS1,Indice.Sustentabilidade.S.A.E.pad=cbind(IS.Social,IS.Ambiental,IS
.Economico),peso.aspectos.S.A.E=pesos.import.IS,Indice.Sustentabilidade.Barco=IS.Barco)
return(Indice.Sustentabilidade)
}
ISTFAM=Indice(social,ambiental,economico)
ISTFAM

```
